



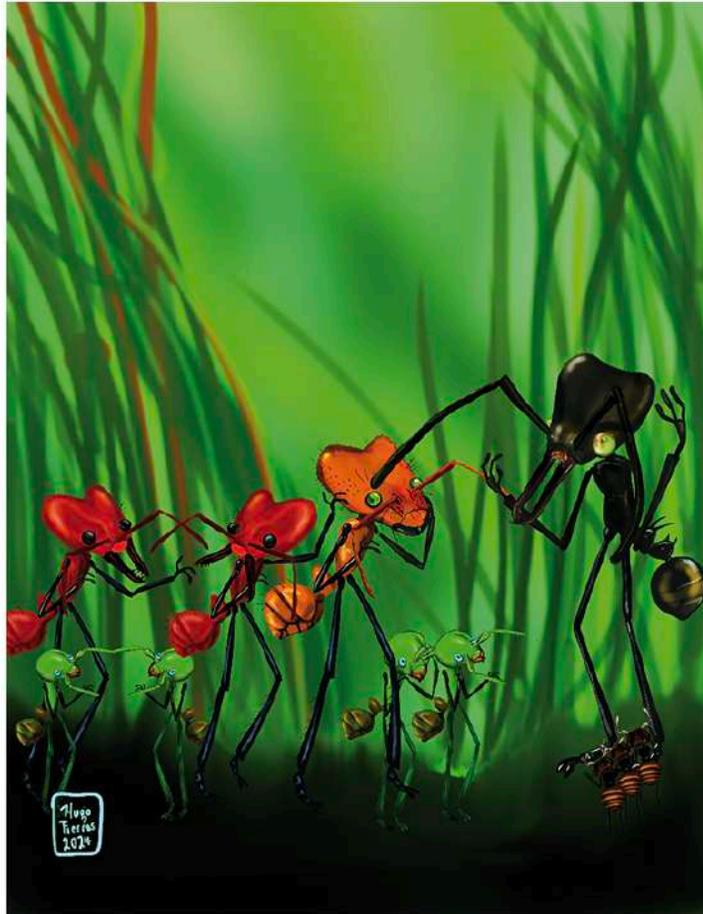
# DUGESIANA

Revista de Entomología



Volumen 31 número 2

ISSN 2007-9133



Dugesiana, Año 31, No. 2, (julio-diciembre, segundo semestre 2024), es una publicación semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Centro de Estudios en Zoología, por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez # 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco, Tel. 3337771150 ext. 33218, <http://dugesiana.cucba.udg.mx/index.php/DUG>, [glenusmx@gmail.com](mailto:glenusmx@gmail.com). Editor responsable: José Luis Navarrete-Heredia. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2009-062310115100-203, ISSN: 2007-9133, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: José Luis Navarrete-Heredia, Editor y Ana Laura González-Hernández, Asistente Editorial. Fecha de la última modificación 1 de julio 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.

## Los odonatos del bosque mesófilo de montaña de Cuetzalan, Puebla, México, con una clave para los imagos (Insecta: Odonata)

### Odonates from the mountain cloud forest of Cuetzalan, Puebla, Mexico, with a key to imagoes (Insecta: Odonata)

Rodolfo Novelo-Gutiérrez\* y José Antonio Gómez-Anaya

Red de Biodiversidad y Sistemática, Instituto de Ecología, A. C., Carretera Antigua a Coatepec 351, Col. El Haya, 91073 Xalapa, Veracruz, México. <https://orcid.org/0000-0003-3163-2820>. <https://orcid.org/0000-0002-4598-9663>.

\*Autor de correspondencia: [rodolfo.novelo@inecol.mx](mailto:rodolfo.novelo@inecol.mx)

#### RESUMEN

Se estudió la comunidad de odonatos de la ciudad de Cuetzalan y sus alrededores, mediante la colecta directa de adultos en los años 2007 y 2009. Se hallaron 72 especies contenidas en 37 géneros y 11 familias de los subórdenes Zygoptera y Anisoptera, de las cuales 19 especies representan nuevos registros para el estado de Puebla. La eficiencia de las colectas se evaluó mediante tres estimadores no paramétricos, alcanzando porcentajes del 82–98%. Se calculó la diversidad filogenética y se comparó con otras dos áreas de bosque mesófilo de la Sierra Norte de Puebla y del estado de Hidalgo, resultando mayor la del área de Cuetzalan. Se proporciona una clave ilustrada para los adultos de las especies encontradas.

**Palabras clave:** Caballitos del diablo, libélulas, Zygoptera, Anisoptera, faunística, taxonomía.

#### ABSTRACT

The odonates community from Cuetzalan and surroundings was studied through direct collections of adults in the years 2007 and 2009. Seventy-two species included in 37 genera and 11 families of the suborders Zygoptera and Anisoptera, were found, of which 19 species are new records for Puebla State. The collections efficiency was evaluated with three non-parametric estimators, reaching percentages of 82–98%. Phylogenetic diversity was calculated and compared to other two areas with cloud forest cover in the Northern Mountain Range in Puebla state and Hidalgo state, resulting more diverse that of Cuetzalan. An illustrated key to adult odonate species is provided.

**Keywords:** Damselflies, dragonflies, Zygoptera, Anisoptera, faunistics, taxonomy.

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) se distribuye en México de manera discontinua (Ortega y Castillo 1996) ocupando actualmente el 1% de la superficie del país (Morrone 2019). Se considera el ecosistema más amenazado principalmente por el cambio climático, la ganadería, la tala ilegal, la conversión a cultivos agrícolas y la expansión urbana (CONABIO 2010); la mayoría de estas amenazas corresponden a actividades humanas que lo han fragmentado de manera notable (Villaseñor y Ortiz 2013). El BMM es un ecosistema muy frágil que juega un papel muy importante en los ciclos hidrológicos y de nutrientes (Toledo 2010); es un ecotono entre los bosques tropicales y templados que actúa como un reservorio evolutivo de biodiversidad, ya que alberga concentraciones excepcionales de flora y fauna y muchos endemismos (Alcántara et al. 2002; Martínez et al. 2016). En México, se distribuye entre los 800 y los 2,200 m snm (Morrone 2019). El estado de Puebla ocupa el séptimo lugar del país en superficie ocupada por BMM después de Oaxaca, Chiapas, Hidalgo, San Luis Potosí, Guerrero y Veracruz (Ortega y Castillo 1996).

Los estudios de odonatos en el BMM de México son relativamente escasos, siendo el estado de Hidalgo el

mejor estudiado del país (Escoto-Moreno et al. 2014, 2017; Novelo-Gutiérrez y Peña-Olmedo 1991; Peña-Olmedo y Novelo-Gutiérrez 1993). Por otra parte, algunos autores han publicado trabajos faunísticos de odonatos que habitan los bosques mesófilos de montaña del estado de Puebla (Gómez-Anaya y Novelo-Gutiérrez 1993; Cuevas-Yáñez 2007; González-Soriano 2010; Silva-Hurtado et al. 2020, 2022; Ortega-Salas et al. 2022), los cuales han contribuido en buena medida a tener un listado más completo de las comunidades de odonatos de este ecosistema y del estado de Puebla en general. Sin embargo, en ninguno de ellos se ha proporcionado una clave ilustrada para la identificación de las especies de imagos de Odonata. Consideramos que esto es muy importante ya que la mayor parte de la literatura para la identificación de las especies de odonatos se encuentra aún bastante dispersa.

Debido al rápido deterioro y a la fragilidad del BMM en general, consideramos importante el estudio de las comunidades de odonatos que habitan en los bosques mesófilos de México, por lo que en este estudio nos propusimos conocer la fauna de odonatos del BMM que circunda a la ciudad de Cuetzalan, Puebla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La ciudad de Cuetzalan se encuentra en la parte norte del estado de Puebla (20°01'07" N, 97°31'16" O) a una elevación media de 952 m snm, siendo la cabecera del municipio de Cuetzalan del Progreso. Se localiza aproximadamente en la confluencia de las provincias biogeográficas Sierra Madre Oriental y Veracruzana (*sensu* Morrone et al. 2017). El BMM de esta zona pertenece a la región Centro de Veracruz, subregión Sierra Norte de Puebla-Sierra de Chiconquiaco (Cruz et al. 2010). El área estudiada representa una superficie aproximada de 28 km cuadrados y se ubica entre los 19° 58.850– 20° 02.050 N y 97° 33.146– 97° 27.296 O, con un rango de elevación de 520–1385 m snm; la superficie estudiada se calculó trazando un polígono por los puntos más extremos después de geo posicionar las coordenadas de las localidades de colecta en Google Earth; esta aplicación permite obtener el área contenida dentro del polígono. Se realizaron 35 colectas directas de adultos con redes entomológicas durante los años 2007 y 2009 en 10 sitios (Figura 1, Cuadro 1). Los registros de *Mecistogaster modesta* Selys, 1860 y *Megaloprepus latipennis* Selys, 1860 se obtuvieron de la internet y **no están incluidos en las claves** (<https://mexico.inaturalist.org/observations/156885879> *M. modesta*) (Teyssier 2023), (<https://mexico.inaturalist.org/observations/7525731> *M. latipennis*) (Guevara 2017).

Los ejemplares se inyectaron con acetona al 100% y se sumergieron en el mismo reactivo por al menos 24 horas, después de lo cual se extrajeron, secaron y preservaron en seco en bolsas de polietileno debidamente identificados y etiquetados. El material se depositó en la Colección Entomológica “Miguel Angel Morón Ríos” (IEXA) del Instituto de Ecología, A.C. Se elaboraron claves para la separación de los subórdenes, familias, géneros y especies de los odonatos registrados en Cuetzalan y sus alrededores. Para las claves se siguió la nomenclatura alar propuesta por Riek y Kukalová-Peck (1984) (Figs. 2–4); para ilustrar las claves, se escanearon las alas y se editaron con Photoshop versión 24.7.0; se tomaron fotografías de alta resolución de las diferentes estructuras morfológicas con un estereomicroscopio Nikon SMZ25 montado con una cámara Nikon DS-U3 y se procesaron con el programa NIS elements AR versión 4.5. Finalmente, se editaron con Photoshop versión 24.7.0. La composición de las láminas que ilustran la clave se hizo con Corel Draw versión 23.0.0.363. En algunas fotos se eliminaron ciertas partes (p. ej. Figs. 40, 47, 50) para una mejor comprensión de las estructuras que se mencionan en las claves. Con los datos de colecta (fechas, sitios y especies) se elaboró una base de datos en Excel, con estos datos se calcularon dos métricas de estructura de los ensamblajes, distintividad taxonómica promedio ( $\Lambda$ ) y su variación ( $\Delta$ ) utilizando el programa Primer 6.0 (Clarke y Gorley 2006). A diferencia de otras medidas de diversidad (p. ej. Shannon, Simpson, etc.) que usan la información a nivel de especie y su abundancia, la diversidad filogenética (DF) es una medida de la heterogeneidad taxonómica de una co-

munidad que incluye la información por arriba del nivel de especie (géneros, familias, órdenes). En este sentido, una comunidad es más diversa si sus especies pertenecen a una mayor variedad de géneros y familias que si están centradas en pocos géneros y estos a su vez en pocas familias. La distintividad taxonómica ( $\Lambda$ ) es la distancia taxonómica promedio de las ramas del árbol taxonómico mediante el cual se conectan todos los pares de especies registradas en una muestra y puede interpretarse como la amplitud taxonómica promedio de la muestra.  $\Lambda$ + ( $\Lambda$ ) es la varianza de las distancias taxonómicas entre cada par de especies, que tiene la capacidad de distinguir diferencias entre la estructura taxonómica de las comunidades con algunos géneros que tengan alta riqueza de especies y otras con taxones superiores que tengan una o pocas especies. Este índice puede interpretarse como un indicador de la equidad del árbol taxonómico en una muestra (Clarke y Warwick 1999).

De la misma manera, se estimó la DF para una zona de BMM de la Sierra Norte de Puebla (SNP) estudiada por Gómez-Anaya y Novelo-Gutiérrez (1993) y para el BMM de Hidalgo estudiada por Escoto-Moreno et al. (2017), con propósitos comparativos entre las riquezas y las áreas respectivas ocupadas por sus comunidades de odonatos. Para estos cálculos las especies fueron organizadas en una clasificación jerárquica linneana consistente en los niveles de especie, género, familia y suborden de relación taxonómica. También se hizo una estimación de la riqueza teórica potencial del área de estudio mediante los estimadores no paramétricos de Chao2, Jack1 y Bootstrap. Para este fin se usó el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell 2013). Los dos primeros estimadores adicionan al número observado de especies una cantidad que se calcula en función del número de especies denominadas **únicas y duplicadas** (especies que ocurren solamente en una y dos muestras, respectivamente), mientras que el tercero puede basarse en la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie (Moreno 2001). El mapa del área de estudio se elaboró usando SimpleMappr (<https://www.simplemappr.net/>) (Shorthouse 2010) y Google Earth (<http://earth.google.com/>).

## RESULTADOS

Se registró un total de 404 individuos pertenecientes a dos subórdenes, 11 familias, 37 **géneros** y 72 especies, de las cuales 19 especies representan nuevos registros para el estado de Puebla (Cuadro 2). Las familias más diversas fueron Libellulidae (Anisoptera) con 14 géneros y 23 especies y Coenagrionidae (Zygoptera) con diez géneros y 23 especies. El género más diverso fue *Argia* (Coenagrionidae) con 10 especies, seguido por cuatro géneros con cuatro especies cada uno: *Hetaerina* (Calopterygidae), *Ischnura* (Coenagrionidae), *Erpetogomphus* (Gomphidae) y *Brechmorhoga* (Libellulidae).

### Estimadores de riqueza

Los estimadores no paramétricos de Bootstrap, Chao2,

Jack1 calcularon una eficiencia del 98.59% (71 especies), 93.33% (75 spp.) y 82.35% (85 spp.), respectivamente. En cualquiera de los tres casos, se considera que se alcanzó una muy buena eficiencia en las colectas. Tomando en cuenta que no se capturaron especies crepusculares de los géneros *Gynacantha* y *Triacanthagyna*, consideramos que los resultados proporcionados por el estimador Chao2 son quizás los más cercanos a la realidad.

### Diversidad filogenética

La DF para la zona de estudio fue de  $\Lambda+= 81.45$  ( $\Delta+= 467.79$ ), mientras que para las zonas de la Sierra Norte de Puebla fue de  $\Lambda+= 77.79$  ( $\Delta+= 618.38$ ), y para la zona del estado de Hidalgo fue de  $\Lambda+= 78.56$  ( $\Delta+= 605.29$ ). En general, podemos decir que la “amplitud taxonómica” de la muestra de Cuetzalan es poco mayor que la de sus afines de Hidalgo y la Sierra Norte de Puebla (las cuales a su vez son muy afines). También podemos decir que el ensamblaje de odonatos de Cuetzalan tiene una estructura taxonómica más estable, ya que su varianza fue menor. Delta+ ( $\Delta+$ ) resultó mayor en los ensamblajes de Hidalgo y la Sierra Norte de Puebla porque presentaron algunos géneros con alta riqueza (como *Argia* en Hidalgo, que tiene 22 especies), mientras que otros taxones de jerarquía superior (p. e. Lestidae) tuvieron pocas especies en Puebla. La familia Polythoridae (y el género *Cora*) solo se registró en Cuetzalan, mientras que la familia Cordulegastriidae (y el género *Cordulegaster*) solo se registró de Hidalgo. Asimismo, los géneros *Enacantha* y *Erythemis* solo se registraron de Cuetzalan. En general  $\Delta+$  tiene la capacidad de distinguir diferencias entre las estructuras taxonómicas de las comunidades con algunos géneros que tienen muchas especies y otras con taxones superiores que tienen una o pocas especies.

### DISCUSIÓN

De las 72 especies de odonatos registradas en la zona de estudio, 19 de ellas (27.1 %) resultaron en nuevos registros para el estado de Puebla. Hasta la fecha, en Puebla había un registro de 128 especies (Paulson y González-Soriano 2024), con lo que estos nuevos hallazgos representan un incremento del 13%, totalizando 147 especies para el estado. Esto ubicaría a Puebla en el octavo sitio en riqueza de especies de odonatos después de Veracruz (229), Chiapas (200), Oaxaca (189), San Luis Potosí (159), Jalisco (155), Michoacán (149) e Hidalgo (148) especies, respectivamente (Paulson y González-Soriano 2024). Al analizar **únicamente** los registros obtenidos en este estudio por familia, encontramos que el 100% de Heteragrionidae, 80% de Lestidae, 50% de Platystictidae, 25% de Calopterygidae, 20% de Aeshnidae y 20% de Gomphidae son nuevos hallazgos para Puebla, lo cual consideramos como porcentajes relativamente altos para un estudio llevado a cabo en un área geográfica pequeña. Por otra parte, las 72 especies registradas en el área de estudio corroboran la importancia que tiene el BMM como un ecosistema que alberga una alta biodiversidad. Además,

el hecho de que este número de especies se localiza en un área relativamente pequeña (28 km<sup>2</sup>), resalta la importancia de conservar lo más íntegro posible este ecosistema de Bosque de Niebla tan frágil y altamente amenazado por las actividades antropogénicas. Para el caso particular del BMM, también resulta muy alta la diversidad si se compara con las 89 especies de odonatos en los aproximadamente 959 km<sup>2</sup> del trabajo de Escoto-Moreno et al. (2017) en Hidalgo y las 33 especies en los aproximadamente 76 km<sup>2</sup> del trabajo de Gómez-Anaya y Novelo-Gutiérrez (1993) para la Sierra Norte de Puebla. Asimismo, y de manera particular para Cuetzalan, resultan notables los valores de  $\Lambda+$  para los sitios 1 y 8 (Km 1 al SE de Atepatahua y San Andrés Tzicuilan Cascada las Brisas, respectivamente) cuyos valores de  $\Delta+$  fueron superiores al de toda el área de estudio en su conjunto (83.23 y 82.50, respectivamente), los cuales consideramos como puntos de alta diversidad filogenética. Finalmente, aunque las 72 especies de odonatos registradas para Cuetzalan no alcanzan la cifra de 100 o más especies para ser considerado un sitio de extraordinaria diversidad (“hotspot”) *sensu* Paulson (1985), no conocemos otro sitio equivalente en México con esta diversidad filogenética de odonatos en un espacio geográfico tan reducido. Solo el área de la Estación Biológica de Chamela en Jalisco, cubierta por bosque tropical caducifolio, alberga un número de especies mayor con 78 (González-Soriano et al. 2004) en sus 16 km<sup>2</sup> aproximadamente, aunque con cinco familias y un género menos que Cuetzalan. Otros sitios de similar riqueza, pero con distintos tipos de vegetación son la Sierra La Madera en Cuatro Ciénegas, Coahuila, con 67 especies (Ortega-Salas and González-Soriano 2019) y San Buenaventura, Jalisco, con 66 especies (González-Soriano et al. 2024), aunque ocupan áreas geográficas mayores que la estudiada en este trabajo.

### Clave para los subórdenes de Odonata de Cuetzalan, Puebla

1. Alas anteriores y posteriores similares en forma y tamaño (Fig. 5a); machos con 4 apéndices al final del abdomen ..... **ZYGOPTERA**  
 1' Alas posteriores más anchas en la base que las anteriores (Fig. 5b); machos con 3 apéndices al final del abdomen ..... **ANISOPTERA**

### Clave para las familias, géneros y especies de Zygoptera de Cuetzalan, Puebla

(Adaptada de Garrison et al. 2010 y Garrison y von Ellenrieder 2022)

1. Cinco o más venas transversales antenodales en el espacio entre Sc y R (Fig. 6) ..... 2  
 1' Menos de 5 venas transversales antenodales entre Sc y R (Fig. 7) ..... 6  
 2(1) Alas pecioladas; lado proximal del cuadrángulo el doble de ancho que su anchura distal (Fig. 8) ..... **Polythoridae, *Cora marina***

2' Alas no pecioladas; lado proximal del cuadrángulo menos del doble de ancho que su anchura distal (Fig. 6)	
<b>Calopterygidae, Hetaerina</b> .....	3
3(2') Macho con los paraproctos pequeños, con un proceso distal reducido a 0.25 o menos de la longitud de los cercos (Figs. 9–11) .....	4
3' Paraproctos del macho con un proceso distal bien desarrollado, al menos 0.25 tan largo como los cercos (Figs. 12–13) .....	5
4(3) Cercos del macho con un lóbulo medio entero y ensanchado en su mitad basal; (Figs. 9–10); mitad basal de los cercos más ancha que la mitad distal .....	<i>H. capitalis</i>
4' Cercos del macho con el lóbulo medio ensanchado y fuertemente bilobulado en su mitad distal (Fig. 11); mitad basal de los cercos más angosta que la mitad distal ....	<i>H. infecta</i>
5(3') Proceso distal de los paraproctos del macho con la punta en forma de raqueta (Fig. 12) .....	<i>H. occisa</i>
5' Proceso distal de los paraproctos del macho sin la punta en forma de raqueta (Fig. 13) .....	<i>H. cruentata</i>
6(1') Vena RP3 originándose más cerca del arculus que del nodus (Fig. 14) .....	7
6' Vena RP3 originándose más cerca del nodus que del arculus (Fig. 26) .....	12
7(6) Venas transversales posnodales entre C-RA y RA-RP1 no alineadas (Fig. 14) .....	<b>Amphipterygidae, Amphipteryx agrioides</b>
7' Venas transversales posnodales entre C-RA y RA-RP1 alineadas (Fig. 15) .....	<b>Lestidae</b> ... 8
8(7') Lado proximal del cuadrángulo del ala anterior más o menos la mitad de la longitud del lado posterior (Fig. 16) .....	<i>Archilestes</i> ... 9
8' Lado proximal del cuadrángulo del ala anterior más o menos un tercio de la longitud del lado posterior (Fig. 15) .....	<i>Lestes</i> ..... 10
9(8) Cercos de los machos en forma de pinza, con las puntas fuertemente convergentes en vista dorsal (Fig. 17); en vista lateral más o menos rectos .....	<i>A. grandis</i>
9' Cercos de los machos con la mitad distal paralela en vista dorsal (Fig. 18); en vista lateral curvados hacia abajo (Fig. 19) .....	<i>A. regalis</i>
10(8') Banda mesepisternal verde metálico abruptamente ensanchada en el tercio posterior (Fig. 20); cercos del macho, en vista dorsomedial, con 2 dientes bien desarrollados en el margen interno (Fig. 21) .....	<i>L. scalaris</i>
10' Banda mesepisternal más o menos de la misma anchura en toda su longitud o ligera y gradualmente ensanchada posteriormente (Figs. 22–23); cercos del macho no como arriba .....	11
11(10') Mesepisternón con una banda verde metálico angosta no contigua con la carina mediodorsal (Fig. 22); cercos del macho, en vista dorsomedial, con una dilatación media bien desarrollada y fuertemente aserrada (Fig. 24) .....	<i>L. forficula</i>
11' Mesepisternón con una banda oscura ancha contigua con la carina mediodorsal (Fig. 23); cercos del macho, en vista dorsomedial, con la dilatación media angulada y con serraciones muy finas (Fig. 25) .....	<i>L. alfonsoi</i>
12(6') Vena CuA de 2 o más celdas (Fig. 26) .....	13
12' Vena CuA de 1 celda (Fig. 32) o ausente (Fig. 33) .....	16
13(12) Sin los sectores suplementarios entre IR1 y RP2 (Fig. 27); pterostigma abarcando usualmente 1 celda (Fig. 27) .....	<b>Coenagrionidae</b> (en parte) ..... 18
13' Con dos sectores suplementarios entre IR1 y RP2 (Fig. 28); pterostigma abarcando 2 o más celdas .....	14
14(13') Vena CuP más cercana a la antenodal 2 que a la 1 (Fig. 29); pterostigma abarcando aprox. 2 celdas (Fig. 28) .....	<b>Heteragrionidae, Heteragrion</b> .....
14' Vena CuP más cercana a la antenodal 1 que a la 2 (Fig. 26); pterostigma abarcando aprox. 5 celdas .....	<b>Thaumtoneuridae, Paraphlebia zoe</b>
15(14) Con 2 celdas poscuadrangulares en las alas posteriores (Fig. 30) .....	<i>H. alienum</i>
15' Con 3 celdas poscuadrangulares en las alas posteriores (Fig. 31) .....	<i>H. tricellulare</i>
16(12') Vena CuA terminando en el margen posterior del cuadrángulo (Fig. 32) .....	<b>Platystictidae, Palaemnema</b> .....
16' Vena CuA ausente (Fig. 33); individuos de coloración azul pálido con negro .....	<b>Coenagrionidae, Protoneurinae, Protoneura cupida</b>
17(16) Cercos del macho con el diente superior en los 0.30–0.41 basales de su longitud, su margen inferior angulado (Fig. 34); los 0.10–0.14 distales de las alas café oscuro; diente basal de los paraproctos muy conspicuo (Fig. 34); dorso de S10 mayormente negro .....	<i>P. paulitoyaca</i>
17' Cercos del macho con el diente superior en los 0.60 basales de su longitud, su margen inferior no angulado (Fig. 35); los 0.25 distales de las alas café oscuro; diente basal de los paraproctos poco desarrollado (Fig. 35); dorso de S10 azul .....	<i>P. paulicaxa</i>
18(13) Venación de la punta del ala posterior normal (Fig. 36) .....	19
18' Venación de la punta del ala posterior densa y oscura (Fig. 37) .....	<i>Apanisagrion lais</i>
19(18) Margen posterodorsal de S10 con <i>tori</i> laterales (Fig. 38) .....	<i>Argia</i> .....
19' Margen posterodorsal de S10 sin <i>tori</i> laterales (Fig. 39) .....	29
20(19) Dorso del mesotórax oscuro con reflejos metálicos cobrizos o rojos .....	21
20' Dorso del mesotórax azul con bandas mediodorsales y humerales negras .....	22
21(20) Dorso de S2–6 totalmente negro excepto por un anillo basal angosto de color azul .....	<i>A. cuprea</i>
21' Dorso de S2–6 con la mitad basal o más de color azul .....	<i>A. oenea</i>
22(20') Paraprocto con dos lóbulos digitiformes subiguales muy juntos en el margen posterodorsal (Fig. 40) .....	<i>A. frequentula</i>
22' Paraprocto sin dos lóbulos digitiformes en el margen posterodorsal (Figs. 41–44) .....	23

23(22') Paraprocto dividido en dos ramas, la rama ventral más larga que la dorsal (Fig. 41) ..... *A. extranea*

23' Paraprocto dividido en dos ramas, la ventral más corta que la dorsal (Figs. 42-43) o subigual (Figs. 44, 48) ..... 24

24(23') Rama ventral del paraprocto, en vista lateral distintivamente más pequeña que la rama dorsal (Figs. 42-43) ..... 25

24' Rama ventral del paraprocto, en vista lateral y mediodorsal, más o menos subigual a la rama dorsal (como en la Fig. 44) ..... 26

25(24) Cercos, en vista dorsal, más anchos que largos (Fig. 45); parte posterior de la frente y de la cabeza principalmente negra ..... *A. rudolphi*

25' Cercos, en vista dorsal, más largos que anchos (Fig. 46); parte posterior de la frente y de la cabeza principalmente pálida ..... *A. anceps*

26(24') Cercos bifidos en la punta (Figs. 48-50) ..... 27

26' Cercos enteros en la punta (Figs. 44, 47) ... *A. gonzalezi*

27(26) Cercos, en vista dorsal, con la rama interna dirigida posterolateralmente formando un ángulo agudo con la rama externa, la concavidad entre ambas ramas profunda (Figs. 49-50) ..... 28

27' Cercos, en vista dorsal, con la rama interna dirigida posteromedialmente formando un ángulo obtuso con la rama externa, la concavidad entre ambas ramas somera (Fig. 48) .... *A. oculata*

28(27) Cercos con la rama externa casi del doble de ancho que la rama interna (Fig. 49) ..... *A. tezpi*

28' Cercos con la rama externa casi tan ancha como la rama interna o más angosta (Fig. 50) ..... *A. ulmeca*

29(19') Cercos, en vista mediodorsal, ramificados ..... 30

29' Cercos, en vista mediodorsal, enteros (Fig. 51) ..... *Acanthagrion quadratum*

30(29) Vena RP2 en el ala posterior originándose en o cerca de la cuarta postnodal o más distal (Fig. 52) ..... 31

30' Vena RP2 en el ala posterior originándose en o cerca de la tercera postnodal o más o más basal (Fig. 53) ..... *Ischnura* ..... 34

31(30) Pterostigma de coloración uniforme ..... 32

31' Pterostigma bicolor, con la mitad anterior más clara (Fig. 52) ..... *Enacantha caribbea*

32(31) Abdomen del macho rojo (Fig. 54); paraproctos más largos que los cercos; banda oscura del mesepisternón formando una "flecha" con la banda del lado opuesto; hembra sin espina ventral apical en S8, el ovipositor sin pasar la punta del abdomen .... *Telebasis salva*

32' Abdomen con S8-10 mayormente azul con marcas negras variables; paraproctos más cortos que los cercos; otros caracteres variables ..... *Enallagma* ..... 33

33(32') Cercos aprox. 5 veces más largos que los paraproctos (Fig. 55) ..... *E. semicirculare*

33' Cercos ligeramente más largos que los paraproctos (Fig. 56) ..... *E. civile*

34(30') Pterostigma del ala anterior separado de la vena costal; S10 con una proyección dorsoapical en forma de espina de casi la mitad de S9 (Fig. 57) ..... *I. hastata*

34' Pterostigma pegado a la vena costal; proyección de S10 corta y sin forma de espina. .... (Figs. 58-59) . 35

35(34') Arculus distal de la segunda vena transversal antenodal por una distancia igual a su rama superior; paraproctos fuertemente bifidos, la rama ventral más larga que la dorsal (Fig. 58) ..... *I. capreolus*

35' Arculus en la segunda antenodal o más distal por mucho menos que la longitud de su rama superior; paraproctos variables pero no como arriba ..... 36

36(35') Sin bandas pálidas antehumerales, mesepisterna negros ..... *I. denticollis*

36' Con bandas pálidas antehumerales; apéndice caudales del macho como en la figura 59 ..... *I. ramburii*

**Clave para las familias, géneros y especies de Anisoptera de Cuetzalan**

(Adaptada de Borror 1945, Needham et al. 2014 y Novelo et al. 1988)

1. Ojos compuestos separados en el dorso de la cabeza ..... **Gomphidae** ..... 2

1' Ojos compuestos unidos dorsalmente ..... 6

2(1) Ala posterior con una vena transversal en el espacio entre los sectores del arculus y el punto de ramificación de la vena RP (Fig. 60) ..... *Erpetogomphus* ..... 3

2' Ala posterior con varias venas transversales en dicho espacio (Fig. 61); tórax oscuro con cinco bandas pálidas completas (Fig. 62) ..... *Phyllogomphoides suasus*

3(2) Cercos con un diente dorsal prominente en el 0.25 distal (Figs. 63-64); hembras con un borde postocelar transversal detrás del ocelo medio (Fig. 65) ..... 4

3' Cercos sin diente dorsal prominente (Figs. 66-67); hembras con borde postocelar transversal bilobulado detrás del ocelo medio (Fig. 68) o ausente (Fig. 69) ..... 5

4(3) Epiprocto casi tan largo como los cercos, en vista lateral curvado hacia arriba de manera que su punta casi toca la punta de los cercos (Fig. 63); vértex de la hembra con el ocelo medio al nivel de los ocelos laterales (Fig. 65a) .. *E. ophibolus*

4' Epiprocto mucho más corto que los cercos, en vista lateral fuertemente recurvado (Fig. 64); vértex de la hembra con el ocelo medio posterior a los ocelos laterales y colocado dentro de una depresión profunda (Fig. 65b) . *E. constrictor*

5(3') Pterotórax mayormente verde o verde amarillento, sin bandas oscuras en el mesepimerón y metatórax (Fig. 70); apéndices caudales del macho como en la Fig. 66; hembra sin borde postocelar transversal (Fig. 69) ..... *E. liopeltis*

5' Pterotórax mayormente café oscuro con bandas pálidas (Fig. 71); apéndices caudales del macho como en la Fig. 67; hembra con borde postocelar transversal bilobulado (Fig. 68) ..... *E. erici*

6(1') Triángulo del ala posterior casi a la misma distancia del arculus que el triángulo del ala anterior y de forma similar (Fig. 3) .....	<b>Aeshnidae</b> .....	7
6' Triángulo del ala posterior más cercano al arculus que el triángulo del ala anterior y de forma diferente (Fig. 4) .....	<b>Libellulidae</b> .....	11
7(6) Vena RP2 notablemente doblada cerca del extremo distal del pterostigma (Fig. 72); sectores del arculus originándose en su parte superior (Fig. 72); machos con el ángulo anal redondeado y sin triángulo anal en el ala posterior y sin aurículas en S2 .....	<i>Anax</i> .....	8
7' Vena RP2 suavemente curvada bajo el pterostigma (Fig. 73); sectores del arculus originándose en su parte media (Fig. 73); machos con ángulo anal agudo y triángulo anal en el ala posterior y con aurículas en S2 .....		9
8(7) Parte superior de la frente verde, sin marcas oscuras .....	<i>A. concolor</i> .....	
8' Parte superior de la frente con una mancha negra bordeada con azul (Fig. 74) .....	<i>A. junius</i> .....	
9(7') Vena IRP2 bifurcándose en el extremo proximal del pterostigma (Fig. 3); machos con el triángulo anal de dos celdas .....	<i>Remartinia luteipennis</i> .....	
9' Vena IRP2 bifurcándose antes del extremo proximal del pterostigma (Fig. 73); machos con el triángulo anal de tres celdas .....	<i>Rhionaeschna</i> .....	10
10(9) Bandas pálidas del tórax verde brillante; cercos del macho sin cresta en vista lateral (Fig. 75) .....	<i>Rh. psilus</i> .....	
10' Bandas pálidas del tórax azules, blancas o amarillo claro; cercos del macho con la cresta elevada, triangular, en vista lateral (Fig. 76) .....	<i>Rh. jalapensis</i> .....	
11(6') Última vena antenodal incompleta en el ala anterior (Fig. 77) .....		15
11' Última antenodal completa en el ala anterior (Fig. 78) .....		12
12(11') Arculus en el ala posterior entre la primera y segunda antenodales (Fig. 79); una vena transversal cúbito-anal (Fig. 79); machos de color rosa intenso con la frente roja .....	<i>Orthemis discolor</i> .....	
12' Arculus en el ala posterior en o después de la segunda antenodal (Figs. 80-81); dos venas transversales cúbito-anales (Figs. 80-81) .....		13
13(12) MP en el ala posterior separada del ángulo anal del triángulo (Fig. 80); Aspl del asa anal proximal a la segunda vena transversal cúbito-anal; campo anal de 3 hileras de celdas (Fig. 80) .....	<i>Cannaphila vibex</i> .....	
13' MP en el ala posterior partiendo del ángulo posterior del triángulo (Fig. 81); Aspl del asa anal proximal a la primera vena transversal cúbito-anal; campo anal con varias hileras de celdas (Fig. 81) .....	<i>Libellula</i> .....	14
14(13) Alas completamente hialinas o ligeramente ahumadas; pterostigma café oscuro; machos con el tórax grisáceo y el abdomen rojo sangre .....	<i>L. herculea</i> .....	
14' Alas pardo amarillentas o rojizas en los 0.25 basales, en ocasiones extendiéndose en el área postcostal hasta el		
nodus; pterostigma amarillo rojizo; machos con el tórax pardo y el abdomen rojo intenso .....	<i>L. croceipennis</i> .....	15
15 Vena RP2 ondulada (Figs. 82, 84) .....		16
15' Vena RP2 poco (Figs. 4, 83) o no ondulada (Figs. 85, 103) .....		18
16(15) S5 sin carina transversal; RP2 moderadamente ondulada (Fig. 82); base del ala posterior con 3-4 hileras de celdas en el campo anal .....	<i>Dythemis nigra</i> .....	
16' S5 con una carina transversal; RP2 muy ondulada (Fig. 84); base del ala posterior con ocho o más hileras de celdas en el campo anal .....	<i>Pantala</i> .....	17
17(16) Alas posteriores con una mancha café que ocupa casi todo el ángulo anal (Fig. 84); abdomen pardo verdoso .....	<i>P. hymenaea</i> .....	
17' Alas posteriores con un tinte amarillento en la base; abdomen amarillo o amarillo rojizo .....	<i>P. flavescens</i> .....	
18(15') Vena MP en el ala posterior originándose en el ángulo anal del triángulo (Fig. 83) o ligeramente separada (Fig. 85) .....		19
18' Vena MP en el ala posterior separada del ángulo anal del triángulo (Fig. 86) .....		26
19(18) Triángulo en el ala anterior sin venas transversales .....		20
19' Triángulo en el ala anterior con una o más venas transversales .....		28
20(19) Nodus en el ala anterior distal del centro del ala (Figs. 87-88); una vena transversal en el puente; Aspl del ala posterior angulado .....		21
20' Nodus en el ala anterior en el centro del ala (Fig. 85); dos o más venas transversales en el puente; Aspl en el ala posterior recta (Fig. 85); triángulos y subtriángulos en ambos pares de alas sin venas transversales; machos con las alas ambarinas .....	<i>Perithemis tenera</i> .....	
21(20) Campo discoidal del ala anterior ligeramente ensanchado distalmente (Fig. 87) .....	<i>Brechmorhoga</i> .....	23
21' Campo discoidal del ala anterior con los lados paralelos o angostado distalmente (Fig. 88) .....	<i>Macrothemis</i> .....	22
22(21') Diente de la uña tarsal mucho más corto que la punta de la uña misma; pterotórax con cuatro bandas pálidas paralelas .....	<i>M. inequiunguis</i> .....	
22' Diente de la uña tarsal igual o más largo que la punta de la uña misma; pterotórax con 4-5 manchas pálidas irregulares .....	<i>M. pseudimitans</i> .....	
23(21) Rspl de una hilera de celdas (Fig. 87); campo anal de 2-3 hileras de celdas; ala posterior menor de 40 mm .....		24
23' Rspl de dos hileras de celdas (Fig. 83); campo anal de 4-5 hileras de celdas (Fig. 83); ala posterior mayor de 40 mm .....	<i>B. latialata</i> .....	
24(23) Machos con dos hileras de celdas en el campo discoidal del ala posterior, a veces comenzando con una sola celda seguida inmediatamente por las dos hileras (Fig. 89); hembras con el terguito abdominal 11 la mitad de largo que los cercos .....		25
24' Machos con una hilera en el campo discoidal del		

ala posterior (Fig. 90); hembras con el terguito abdominal 11 tan largo como los cercos ..... *B. nubecula* 25(24) Machos con el hámulo fuertemente curvado en toda su longitud (Fig. 91); S3 con la banda verde longitudinal a cada lado del dorso sin confluir con la línea verde basal; labro con el margen café o negro ..... *B. vivax* 25' Machos con el hámulo casi recto en la mitad y la punta curvada (Fig. 92); S3 con la banda verde longitudinal a cada lado del dorso confluyente con la línea verde basal; labro con el borde sin marcas oscuras ..... *B. praecox* 26(18') Meso y metafémures con 3–4 espinas distales mucho más largas que las proximales; una vena transversal en el puente; tres hileras de celdas en el campo discoidal del ala anterior; abdomen rojo ..... *Erythemis haematogastra* 26' Meso y metafémures con espinas aumentando gradualmente en longitud distalmente; dos o más venas en el puente; dos hileras de celdas en el campo discoidal del ala anterior; abdomen oscuro ..... *Micrathyria* ..... 27 27(26) Banda café metepimeral presente (Fig. 93); cercos del macho, en vista lateral, con dos dientes ventrales, a los 0.40 y 0.60 de su longitud respectivamente; lámina anterior y lóbulo genital casi igual de prominentes .... *M. ocellata* 27' Banda café metepimeral ausente (Fig. 94); cercos del macho, en vista lateral, con una hilera ventral casi recta de 6–8 denticulos en el tercio medio; lámina anterior menos prominente que el lóbulo genital ..... *M. hagenii* 28(19') Nodus en el ala anterior a la mitad del ala ..... 29 28' Nodus en el ala anterior distal del centro del ala .... Brechmorhoga (ir a la dicotomía 23 para la separación de las especies) 29(28) Lóbulo posterior del protórax angostado en la base, erecto y con un fleco de sedas largas (Fig. 95); sectores del arculus del ala anterior partiendo independientemente; abdomen rojizo y ligeramente hinchado en la base ..... *Brachymesia furcata* 29' Lóbulo posterior del protórax no angostado en la base, no erecto y sin un fleco de sedas largas (Fig. 96); sectores del arculus del ala anterior partiendo de un tallo común; abdomen no hinchado en la base ..... 30 30(29) Dos o tres hileras de celdas en el campo discoidal del ala anterior (Figs. 97, 99) ..... 32 30' Cuatro hileras de celdas en el campo discoidal del ala anterior (Fig. 98) ..... 31 31(30') Base del ala posterior con una banda oscura, transversal, angosta que alcanza casi el nivel de la vena transversal cúbito-anal, su borde externo recto (Fig. 100) ..... *T. abdominalis* 31' Base del ala posterior con una banda rojiza ancha que se extiende hasta el ángulo distal del triángulo, con el borde externo irregular (Fig. 101) ..... *T. onusta* 32(30) Campo anal del ala posterior de varias celdas de ancho que no están arregladas en hileras paralelas a la vena anal anterior (Fig. 102) ..... *Paltothemis lineatipes* 32' Campo anal del ala posterior de 3–4 hileras de celdas arregladas más o menos en hileras paralelas a la vena anal anterior (Figs. 103–104) ..... *Erythrodiplax* ..... 33

33(32') Con una hilera de celdas entre IRP2 y Rspl (Fig. 103); alas posteriores con una mancha basal parda oscura que no llega hasta el triángulo ..... *E. fusca* 32' Con dos hileras de celdas entre IRP2 y Rspl y una banda oscura, transversal, ancha, subapical (ausente en algunas hembras) (Fig. 104) ..... *E. umbrata*

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Jonas von Tschirnhaus por su valiosa y generosa ayuda con las recolectas de odonatos y la donación de estos, que sirvieron en parte para la elaboración del presente trabajo. Al M. en C. Enrique González Soriano y al Dr. Jaime Escoto Moreno por sus valiosos comentarios y correcciones al manuscrito final. El M. en C. Enrique González Soriano nos informó de los registros de *M. modesta* y *M. latipennis* en internet.

## LITERATURA CITADA

- Alcántara, O., I. Luna y A. Velázquez. 2002. Altitudinal distribution patterns of Mexican cloud forests based upon preferential characteristic genera. *Plant Ecology*, (161): 167–174.  
<https://doi.org/10.1023/A:1020343410735>
- Borror, D.J. 1945. A key to the New World genera of Libellulidae (Odonata). *Annals of the Entomological Society of America*, 38(2): 168–194.
- CONABIO. 2010. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Cuevas-Yañez, K. 2007. Los odonatos (Insecta: Odonata) de la Hidroeléctrica de Patla (El Pozo) y del río Tecpatlán, Zihuateutla, Puebla, México. *Dugesiana*, 14(2): 83–91.
- Clarke, K.R. and R.M. Warwick. 1999. The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. *Marine Ecology Progress Series*, 184: 21–19.
- Clarke, K.R. and R.N. Gorley. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). PRIMER-E, Plymouth.
- Colwell, R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Cruz, A.A., F. Escobar, P. Gerez, M.A. Muñoz, F. Ramírez y G. Williams. 2010. Centro de Veracruz. (pp. 80–87). En: Toledo T. (Ed.). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. CONABIO, Ciudad de México.
- Escoto-Moreno, J.A. J. Márquez y R. Novelo-Gutiérrez. 2014. Los odonatos (Insecta: Odonata) del estado

- de Hidalgo, México: situación actual y perspectivas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4): 1043–1053. <https://doi.org/10.7550/rmb.46314>
- Escoto-Moreno, J.A., R. Novelo-Gutiérrez, J. Márquez y A. Adabache-Ortiz. 2017. Odonata from the cloud forests of Hidalgo State, Mexico. *Notulae odonatologicae*, 8(10): 369–392.
- Garrison, R. W. and N. von Ellenrieder. 2022. Damselflies of the genus *Argia* Rambur, 1842 (Odonata: Coenagrionidae) from Mexico, Central America and the Lesser Antilles with descriptions of five new species. *Zootaxa*, 5201(1): 1–439. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5201.1.1>
- Garrison, R. W., N. von Ellenrieder and J.A. Louton. 2010. *Damselfly genera of the New World. An illustrated and annotated key to the Zygoptera*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Gómez-Anaya, J. A. y Novelo-Gutiérrez, R. 1993. Odonata de la Sierra de Huauchinango, Puebla, México. *Bulletin of the American Odonatology*, 1(4): 71–73.
- González-Soriano, E. 2010. A synopsis of the genus *Amphipteryx* Selys 1853 (Odonata: Amphipterygidae). *Zootaxa*, 2531: 15–28.
- González-Soriano, E., O. Delgado-Hernández y G. L. Harp. 2004. Libélulas de la Estación de Biología Chamela (Insecta: Odonata) (pp. 37–61). En: García-Aldrete, A.N. y R. Ayala-Barajas (Eds.). *Artrópodos de Chamela*. UNAM, Ciudad de México.
- González-Soriano, E., F. Noguera and C. X. Pérez-Hernández. 2024. Diversity of an odonata assemblage from a tropical dry forest in San Buenaventura, Jalisco, Mexico (Insecta, Odonata). *Biodiversity Data Journal*, 12(e116135): 1–26.
- Martínez, R.Y., M.E. Mendoza, H.G.E. Santana, M.V. Salinas y G.E.M. López. 2016. Dinámica espacio-temporal del bosque nublado y su estado sucesional en el estado de Michoacán, México. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*, (8): 233–247.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Morrone, J.J. 2019. Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90(e902980): 1–68. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>
- Morrone, J.J., T. Escalante y G. Rodríguez-Tapia. 2017. Mexican biogeographic provinces: map and shapefiles. *Zootaxa*, 4277(2): 277–279. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8>
- Needham, J.G., M. Jr. Westfall and M.L. May. 2014. *Dragonflies of North America. The Odonata (Anisoptera) fauna of Canada, the continental United States, Northern Mexico and the Greater Antilles*. Scientific Publishers, Gainesville.
- Novelo-Gutiérrez, R. and J. Peña-Olmedo. 1991. Odonata from the northern mountain range of Hidalgo state, Mexico. *Notulae odonatologicae*, 3(8): 113–136.
- Novelo-Gutiérrez, R., O. Canul-González y J.F. Camal-Mex. 1988. Los odonatos del estado de Quintana Roo, México (Insecta: Odonata). *Folia Entomológica Mexicana*, (74): 13– 68.
- Ortega, E.F. y G. Castillo C. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. *Ciencia*, (43): 32–39.
- Ortega-Salas, H. and E. González-Soriano. 2019. Odonata of the Cuatro Ciénegas Basin. (pp. 117–128). En: Álvarez, F. and M. Ojeda (Eds.). *Animal diversity and biogeography of the Cuatro Ciénegas basin*. Springer Nature, Switzerland AG.
- Ortega-Salas, H., E. González-Soriano and M. Jocque. 2022. Untangling the waterfall damsels: a review of the Mesoamerican genus *Paraphlebia* Selys in Hagen, 1861 (Odonata: Thaumatopterygidae) with descriptions of 11 new species. *Zootaxa*, 5089 (1): 1–66.
- Paulson, D.R. 1985. Odonata of the Tambopata Reserved Zone, Madre de Dios, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 27 (1): 9–14
- Paulson, D.R. and E. González-Soriano. 2024. Mexican Odonata. Odonata of Mexico, by State. [Retrieved from <https://www.pugetsound.edu/puget-sound-museum-natural-history/biodiversity-resources/insects/dragonflies/world-odonata-list/mexican-odonataorld-odonata-list-4> (Accessed 17 January 2024)].
- Peña-Olmedo, J. y R. Novelo-Gutiérrez. 1993. Los odonatos del estado de Hidalgo. (pp. 112–143). En: Villavicencio, M.A., S.Y. Marmolejo y E.B.A. Pérez (Eds.). *Investigaciones recientes sobre flora y fauna de Hidalgo, México* Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca.
- Riek, E.F. and J. Kukalová-Peck. 1984. A new interpretation of dragonfly wing venation based upon Early Upper Carboniferous fossils from Argentina (Insecta: Odonatoidea) and basic character states in pterygote wings. *Canadian Journal of Zoology*, 62(6): 1150–1166.
- Shorthouse, D.P. 2010. SimpleMappr, an online tool to produce publication-quality point maps. [Retrieved from <http://www.simplemappr.net>. Accessed 04 February, 2023].
- Silva-Hurtado, J.D., J. Márquez, J.A. Escoto-Moreno y A.P. Martínez-Falcón. 2020. Odonate fauna (Insecta: Odonata) from a locality in San Marcos River in the Sierra Norte of Puebla, Mexico. *International Journal of Odonatology*, 23(4): 327–336. <http://dx.doi.org/10.1080/13887890.2020.1787871>
- Silva-Hurtado, J.D., J. Márquez y J.A. Escoto-Moreno. 2022. First state records of odonates (Insecta: Odonata) from the Sierra Norte de Puebla, Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 124(4): 805–813.
- Toledo, A.T. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña. (pp. 16–17). En: T. Toledo A. (Ed.). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para*

su *Conservación y Manejo Sostenible*. CONABIO, Ciudad de México.

Villaseñor, J.L. y E. Ortiz. 2013. Biodiversidad de las plantas con flores (división Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(Suplem.): S134–S142.

Reibido: 7 de marzo 2024  
Aceptado: 18 de abril 2024

<http://dx.doi.org/10.7550/rmb.31987>



Figura 1. Localización del área de estudio y sitios de colecta (puntos en azul).

Tabla 1. Sitios de colecta en Cuetzalan y sus georreferencias.

	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (m)
1	1 km al SE de Atepatahua	20° 00.838	97° 29.053	669
2	Atepatahua, Purificadora	20° 00.684	97° 29.467	715
3	El Cuichat (arroyo)	20° 00.232	97° 30.691	925
4	La Galera	19° 58.8502	97° 30.8502	1385
5	Laguna Acuacualach-Tahuacal	20° 01.775	97° 32.002	889
6	Las Hamacas	20° 01.573	97° 27.296	582
7	San Andrés Tzicuilan	20° 0.503	97° 30.421	867
8	San Andrés Tzicuilan, Cascada Las Brisas	20° 00.357	97° 30.508	1113
9	San Miguel Tzinacapan, Río Tozan	20° 02.050	97° 33.146	520
10	Tehuizhuiz	20° 01.015	97° 29.372	582

Tabla 2. Listado preliminar de los odonatos de Cuetzalan y alrededores. El asterisco (\*) indica nuevo registro estatal.

	Especie	Autor	Distribución en los sitios
<b>ZYGOPTERA</b>			
<b>LESTIDAE</b>			
1	<i>Archilestes grandis</i>	(Rambur, 1842)	5, 7, 8
2	<i>Archilestes regalis</i> *	Gloyd, 1944	1, 8
3	<i>Lestes alfonsoi</i> *	González & Novelo, 2001	5
4	<i>Lestes forficula</i> *	Rambur, 1842	5
5	<i>Lestes scalaris</i> *	Gundlach, 1888	5
<b>PLATYSTICTIDAE</b>			
6	<i>Palaemnema paulicaxa</i>	Calvert, 1931	7, 8
7	<i>Palaemnema paulitoyaca</i> *	Calvert, 1931	1, 2, 7, 8, 9
<b>HETERAGRIONIDAE</b>			
8	<i>Heteragrion alienum</i> *	Williamson, 1919	7
9	<i>Heteragrion tricellulare</i> *	Calvert, 1901	1, 3, 7, 8, 9
<b>POLYTHORIDAE</b>			
10	<i>Cora marina</i>	Selys, 1868	1, 7
<b>AMPHIPTERYGIDAE</b>			
11	<i>Amphipteryx agrioides</i>	Selys, 1853	1
<b>CALOPTERYGIDAE</b>			
12	<i>Hetaerina capitalis</i>	Selys, 1873	1, 2, 3, 10
13	<i>Hetaerina cruentata</i>	(Rambur, 1842)	1, 2, 3, 8, 9, 10
14	<i>Hetaerina infecta</i> *	Calvert, 1901	7, 8, 9
15	<i>Hetaerina occisa</i>	Hagen in Selys, 1853	2, 6, 9
<b>THAUMATONEURIDAE</b>			
16	<i>Paraphlebia zoe</i>	Selys in Hagen, 1861	1, 3, 7, 9
<b>COENAGRIONIDAE</b>			
17	<i>Acanthagrion quadratum</i>	Selys, 1876	5

18	<i>Apanisagrion lais</i>	(Brauer in Selys, 1876)	4, 7
19	<i>Argia anceps</i>	Garrison, 1996	7
20	<i>Argia cuprea</i>	(Hagen, 1861)	1, 9
21	<i>Argia extranea</i>	(Hagen, 1861)	2, 6, 7, 9
22	<i>Argia frequentula</i>	Calvert, 1907	9
23	<i>Argia gonzalezi*</i>	Garrison & von Ellenrieder, 2022	7
24	<i>Argia oculata</i>	Hagen in Selys, 1865	1, 6, 7, 8, 9, 10
25	<i>Argia oenea</i>	Hagen in Selys, 1865	1, 10
26	<i>Argia rudolphi</i>	Garrison & von Ellenrieder, 2017	1, 7, 8
27	<i>Argia tezpi</i>	Calvert, 1902	6
28	<i>Argia ulmeca</i>	Calvert, 1902	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10
29	<i>Enacantha caribbea*</i>	Donnelly & Alayo, 1966	5
30	<i>Enallagma civile</i>	(Hagen, 1861)	5
31	<i>Enallagma semicirculare</i>	Selys, 1876	5
32	<i>Ischnura capreolus*</i>	(Hagen, 1861)	5
33	<i>Ischnura denticollis</i>	(Burmeister, 1839)	5
34	<i>Ischnura hastata</i>	(Say, 1840)	5
35	<i>Ischnura ramburii</i>	(Selys, 1850 i)	5
36	<i>Mecistogaster modesta</i>	Selys, 1860	8
37	<i>Megaloprepus latipennis</i>	Selys, 1860	6
38	<i>Protoneura cupida*</i>	Calvert, 1903	1
39	<i>Telebasis salva</i>	(Hagen, 1861)	5, 7

## ANISOPTERA

### AESHNIDAE

40	<i>Anax concolor*</i>	Brauer, 1865	5
41	<i>Anax junius</i>	(Drury, 1773)	5
42	<i>Remartinia luteipennis</i>	(Burmeister, 1839)	5
43	<i>Rhionaeschna jalapensis</i>	(Williamson, 1908)	5
44	<i>Rhionaeschna psilus</i>	(Calvert, 1947)	5, 8

### GOMPHIDAE

45	<i>Erpetogomphus constrictor</i>	Ris, 1918	1
46	<i>Erpetogomphus erici</i>	Novelo, 1999	2, 7, 8
47	<i>Erpetogomphus liopeltis</i>	Garrison, 1994	1, 9
48	<i>Erpetogomphus ophibolus*</i>	Calvert, 1905	9
49	<i>Phyllogomphoides suasus</i>	(Selys, 1859)	1

### LIBELLULIDE

50	<i>Brachymesia furcata*</i>	(Hagen, 1861)	5
51	<i>Brechmorhoga latialata</i>	González, 1999	1, 7, 8
52	<i>Brechmorhoga nubecula*</i>	(Rambur, 1842)	1, 7, 8
53	<i>Brechmorhoga praecox</i>	(Hagen, 1861)	10
54	<i>Brechmorhoga vivax</i>	Calvert, 1906	1, 2, 7, 9
55	<i>Cannaphila vibex</i>	(Hagen, 1861)	1, 9
56	<i>Dythemis nigra</i>	Martin, 1897	6

---

57	<i>Erythemis haematogastra</i> *	(Burmeister, 1839)	5
58	<i>Erythrodiplax fusca</i>	(Rambur, 1842)	5, 6, 9
59	<i>Erythrodiplax umbrata</i>	(Linnaeus, 1758)	5
60	<i>Libellula croceipennis</i>	Selys, 1868	9
61	<i>Libellula herculea</i>	Karsch, 1889	1, 7
62	<i>Macrothemis inequiunguis</i> *	Calvert, 1895	1, 2, 9
63	<i>Macrothemis pseudimitans</i>	Calvert, 1898	1, 6, 9, 10
64	<i>Micrathyria hagenii</i>	Kirby, 1890	5
65	<i>Micrathyria ocellata</i>	Martin, 1897	5
66	<i>Orthemis discolor</i>	(Burmeister, 1839)	5, 6
67	<i>Paltothemis lineatipes</i>	Karsch, 1890	6
68	<i>Pantala flavescens</i>	(Fabricius, 1798)	6
69	<i>Pantala hymenaea</i>	(Say, 1840)	8
70	<i>Perithemis tenera</i>	(Say, 1840)	5
71	<i>Tramea abdominalis</i> *	(Rambur, 1842)	5
72	<i>Tramea onusta</i>	Hagen, 1861	5

---

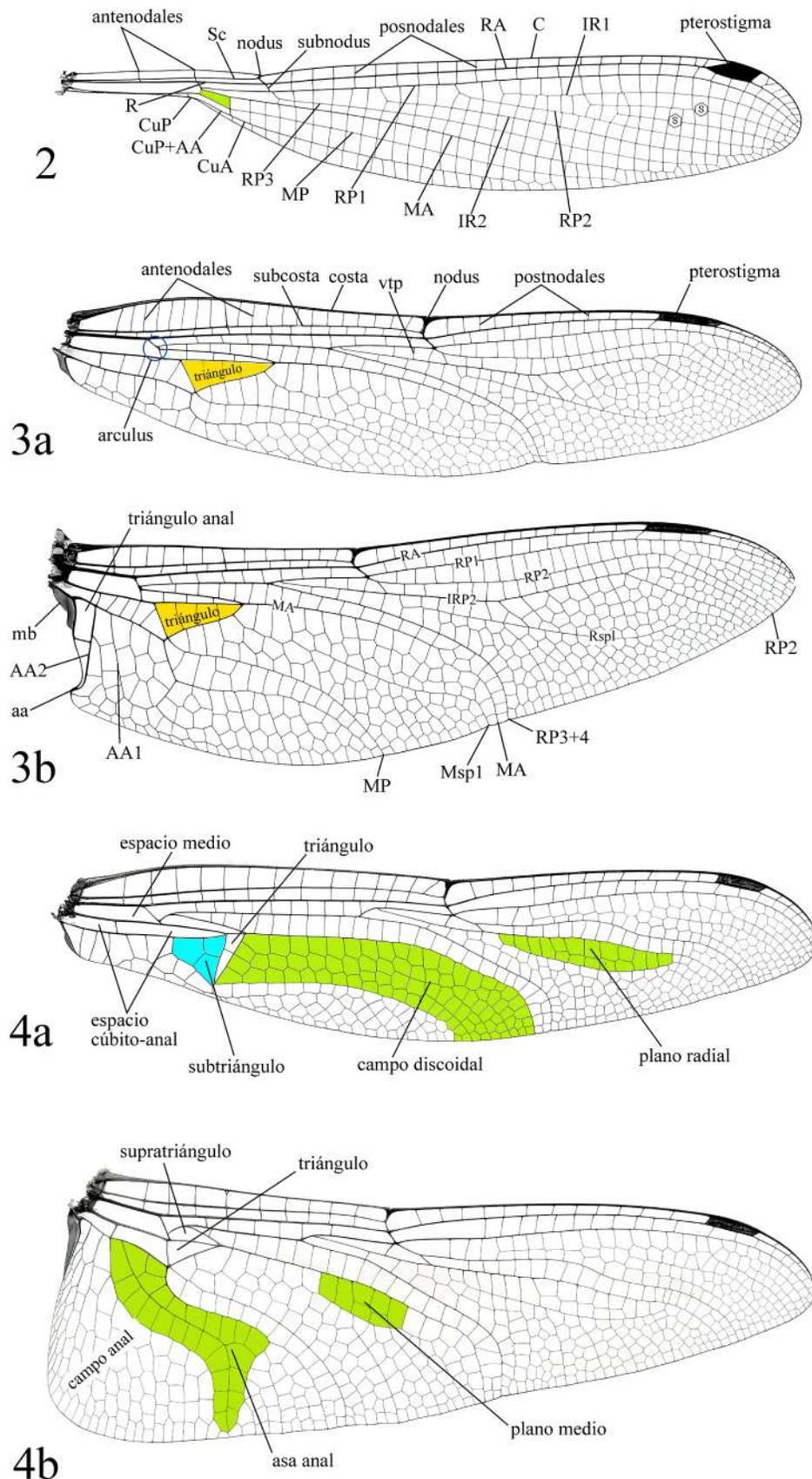


LÁMINA 1. Figs. 2-4, Nomenclatura alar de Zygoptera y Anisoptera. 2) Ala posterior de *Heteragrion tricellulare*; 3) Ala anterior (a) y posterior (b) de *Remartinia luteipennis*; 4) Ala anterior (a) y posterior (b) de *Paltothemis lineatipes* mostrando los planos y campos de Anisoptera.

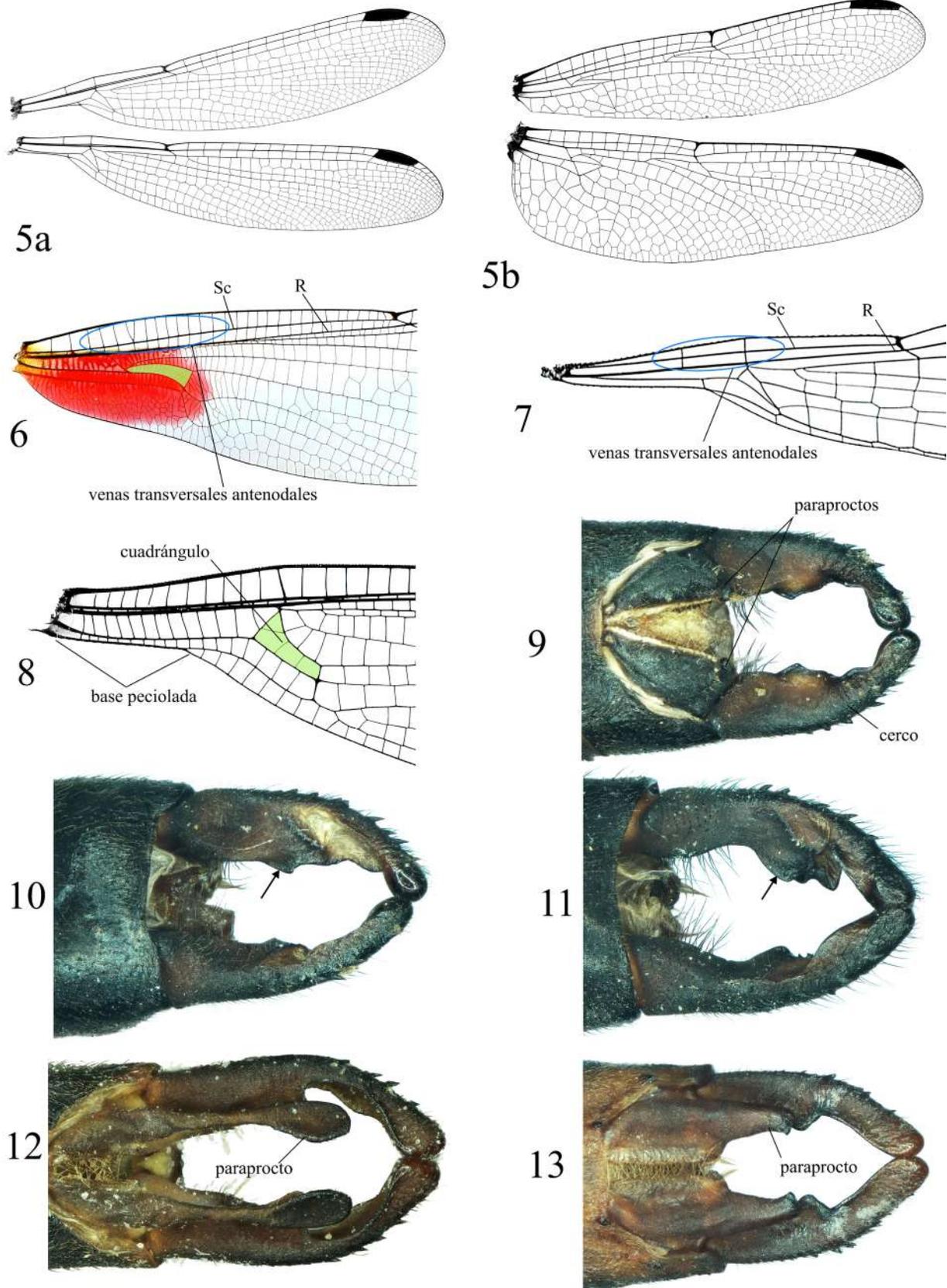


LÁMINA 2. Figs. 5-13, Detalle de las alas de Odonata: 5) Alas anterior y posterior de *Archilestes grandis* (a) y *Cannaphila vibex* (b); 6) Base del ala posterior de *Hetaerina infecta*; 7) Base del ala anterior de *Lestes forficula*; 8) Base del ala anterior *Cora marina*; Figs. 9-13, Apéndices caudales de machos de *Hetaerina* spp.: 9) *H. capitalis*, ventral; 10) *H. capitalis*, dorsolateral; 11) *H. infecta*, dorsolateral; 12) *H. occisa*, ventral; 13) *H. cruentata*, ventral. Las flechas en las figs. 10-11 señalan el lóbulo medio.

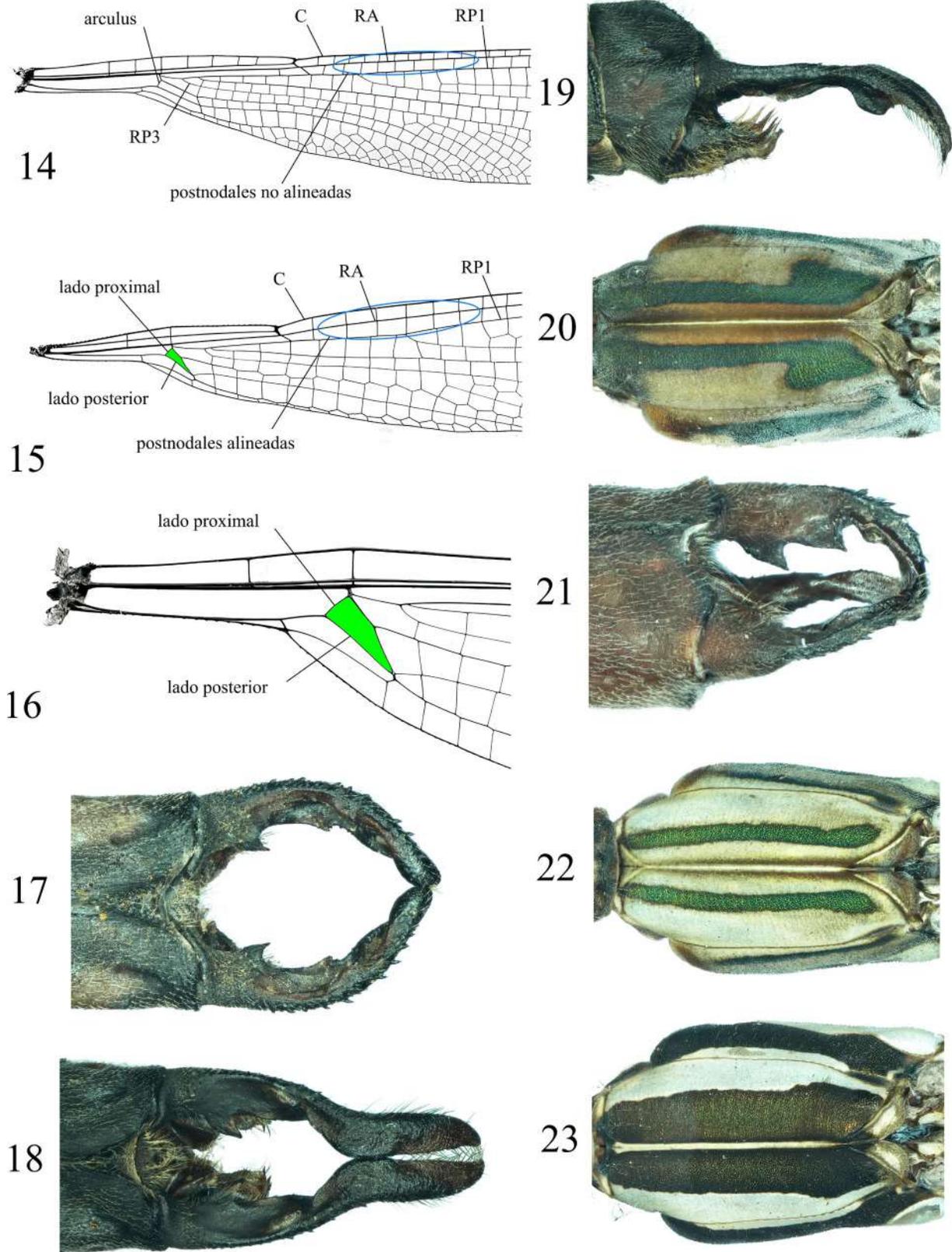


LÁMINA 3. Figs. 14-23, Detalles de la morfología de Zygoptera. 14) Base del ala posterior de *Amphipteryx agrioides*; 15) Base del ala anterior de *Lestes forficula*; 16) Base del ala anterior *Archilestes grandis*; 17) Cercos del macho de *A. grandis*, dorsal; 18) Ídem, *A. regalis*; 19) Ídem, *A. regalis*, lateral; 20) Mesepisterna de *Lestes scalaris*, dorsal; 21) Cercos del macho de *L. scalaris*, dorsomedial; 22) Mesepisterna de *L. forficula*, dorsal; 23) Ídem, *L. alfonsoi*.

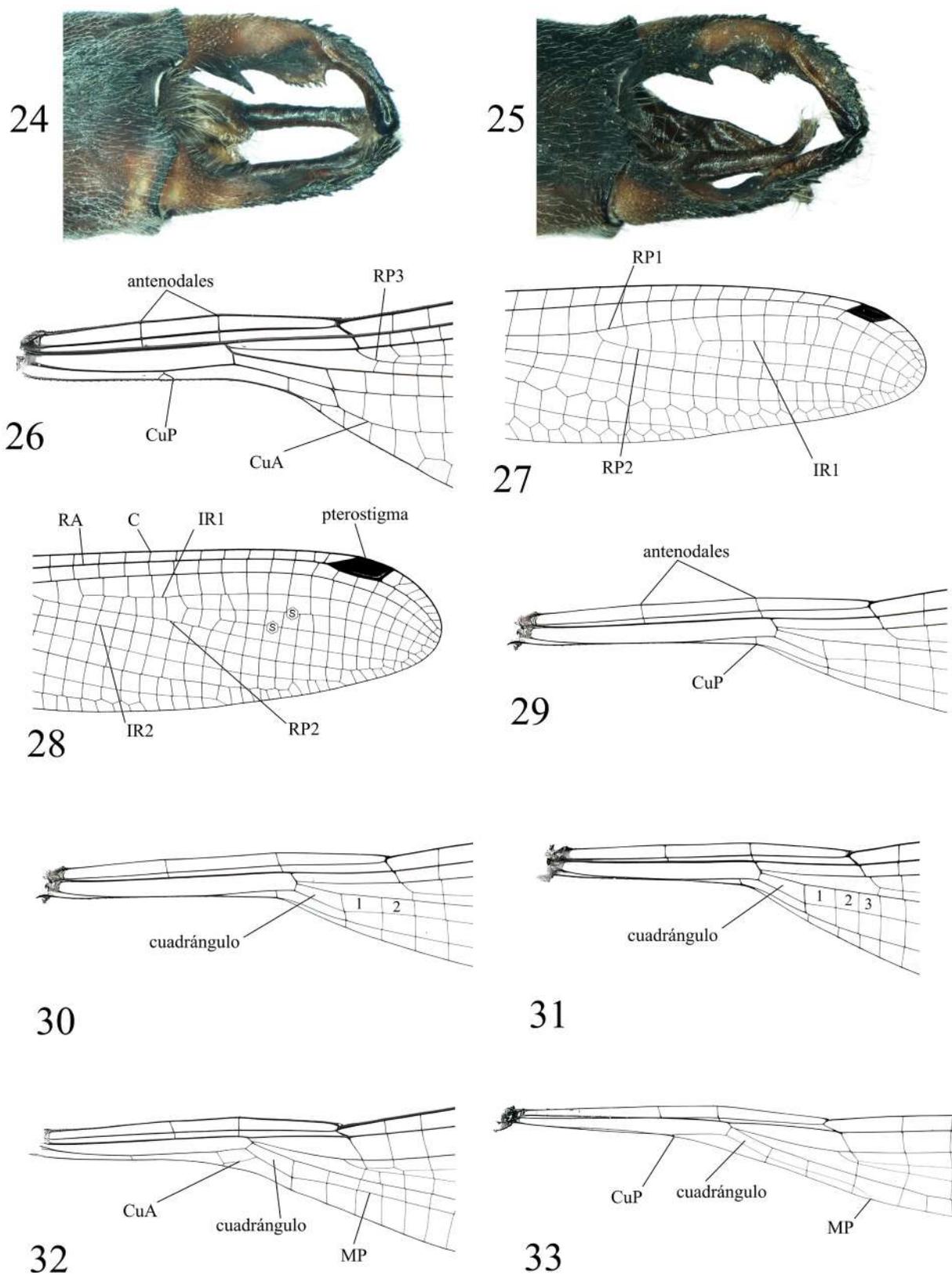


LÁMINA 4. Figs. 24-33, Detalles de la morfología de Zygoptera. 24) Cercos del macho de *L. forficula*, dorsomedial; 25) Ídem, *L. alfonsoi*; 26) Base del ala anterior de *Paraphlebia zoe*; 27) Porción distal del ala posterior *Argia cuprea*; 28) Ídem, *Heteragrion tricellulare*; 29) Base del ala posterior *H. alienum*; 30) Ídem; 31) Ibídem, *H. tricellulare*; 32) Base del ala anterior de *Palaemnema paulitoyaca*; 33) Ídem, *Protoneura cupida*.

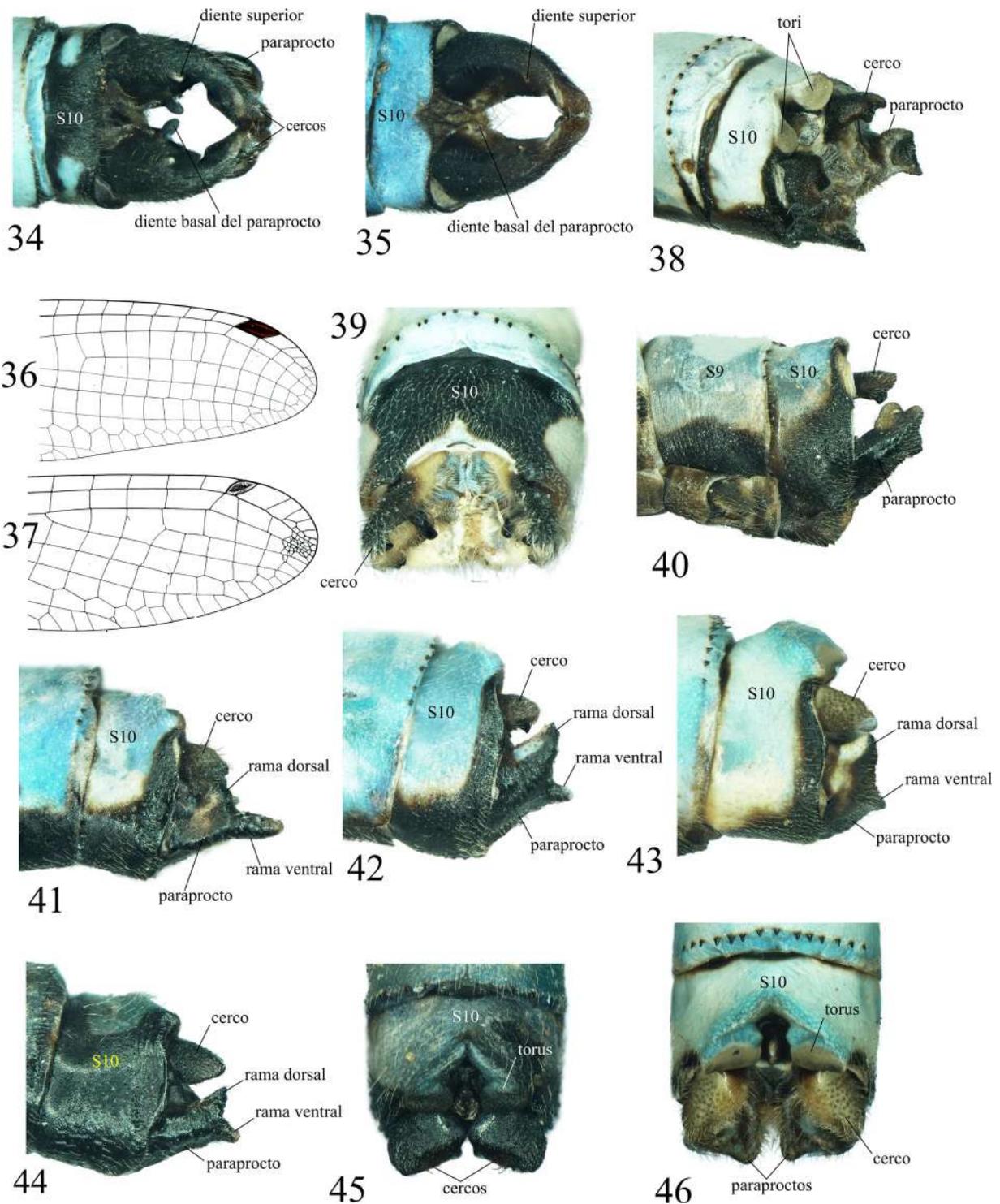


LÁMINA 5. Figs. 34-46, Detalles de la morfología de Zygoptera. 34) Apéndices caudales del macho de *P. paulitoyaca*, dorsal; 35) Ídem, *P. paucicaxa*; 36) Porción distal del ala posterior *Argia cuprea*; 37) Ídem, *Apanisagrion lais*; 38) Ap. caudales del macho de *Argia oculata*, dorsolateral; 39) Ap. caudales del macho de *Enallagma civile*, posterodorsal; 40) Ap. caudales del macho de *Argia frequentula*, lateral; 41) Ídem, *A. extranea*, lateral; 42) Ibidem, *A. rudolphi*; 43) Ídem, *A. anceps*; 44) Ibidem, *A. gonzalezi*; 45) S10 y cercos de *A. rudolphi*, dorsal; 46) Ídem, *A. anceps*.

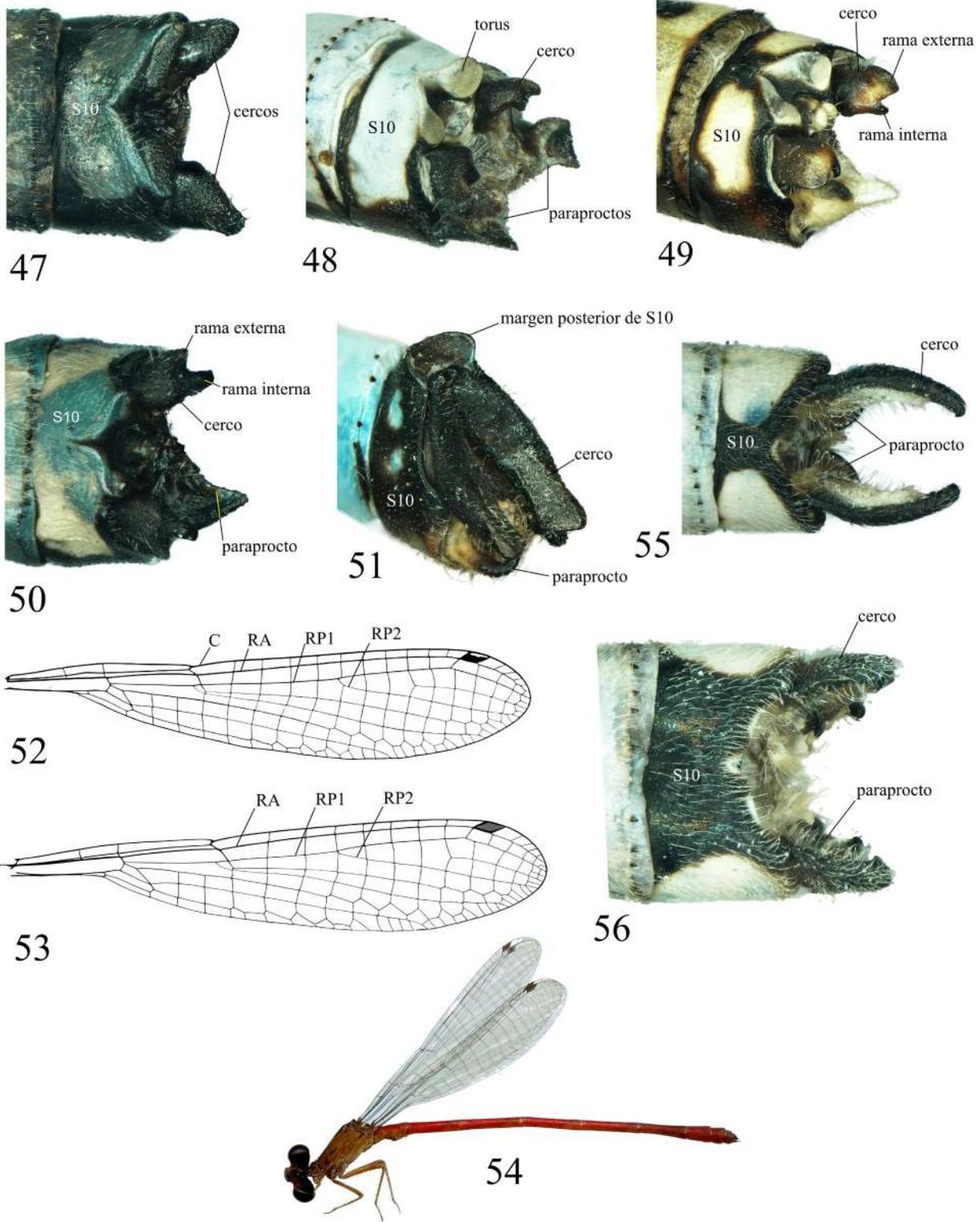


LÁMINA 6. Figs. 47-56, Detalles de la morfología de Zygoptera. 47) S10 y cercos del macho de *A. gonzalezi*, dorsal; 48) Ap. caudales del macho de *A. oculata*, dorsolateral; 49) Ap. caudales de *A. tezpi*, dorsomedial (paraprocto derecho removido); 50) S10 y cercos de *A. ulmea*, dorsal; 51) Ap. caudales del macho de *Acanthagrion quadratum*, posterolateral; 52) Ala posterior de *Enacantha caribbea*; 53) Ídem, *Ischnura ramburii*; 54) Macho de *Telebasis salva*; 55) Ap. caudales del macho de *Enallagma semicirculare*, dorsal; 56) Ídem, *E. civile*.

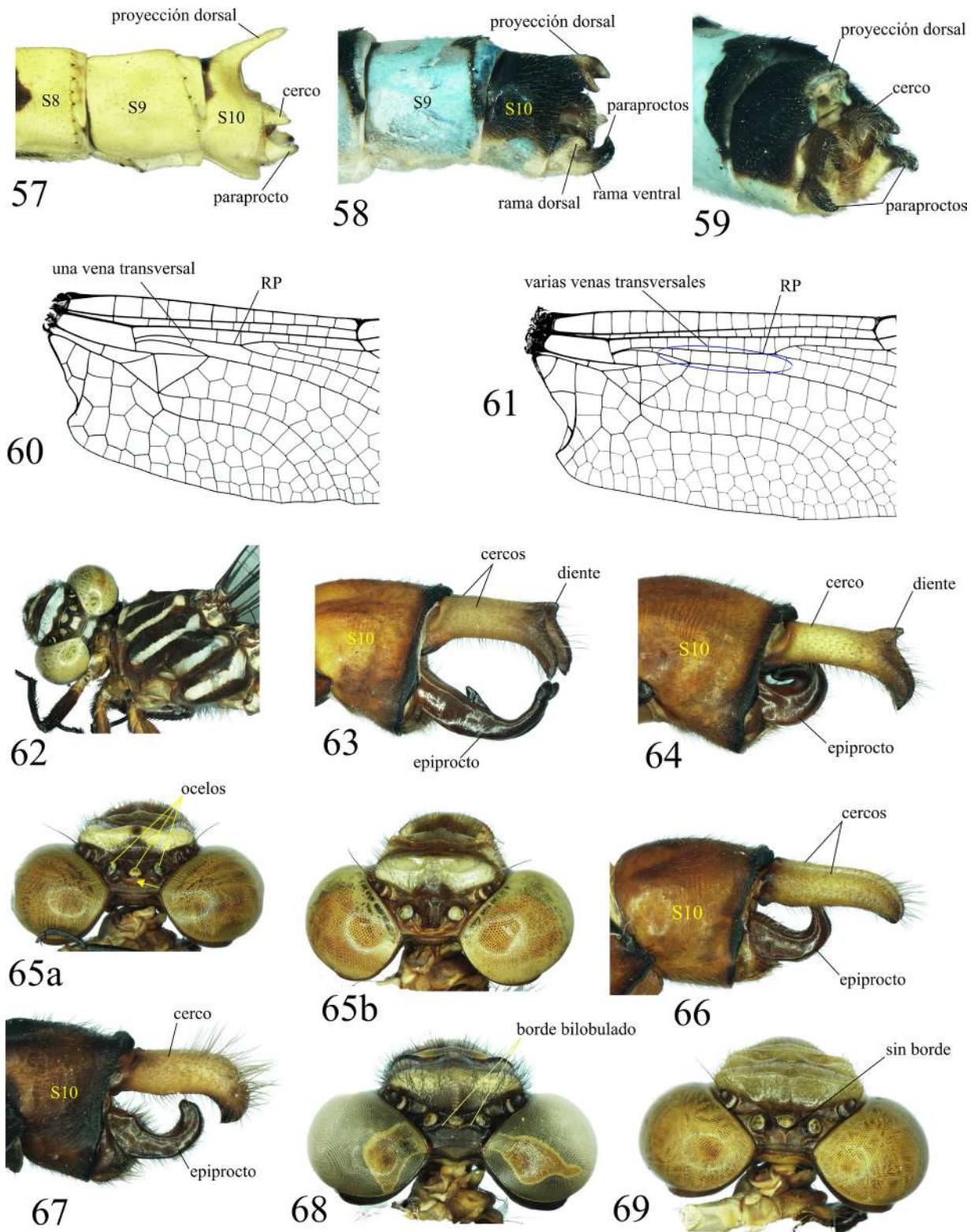


LÁMINA 7. Figs. 57-69, Detalles de la morfología de Odonata. 57) S8-10 y ap. caudales del macho de *Ischnura hastata*, lateral; 58) Ídem, *I. capreolus*; 59) S10 y ap. caudales del macho de *I. ramburii*, posterolateral; 60) Base del ala posterior de *Erpetogomphus liopeltis*; 61) Base del ala posterior de *Phyllogomphoides suasus*; 62) Cabeza y tórax del macho de *Ph. suasus*; 63) S10 y ap. caudales del macho de *Erpetogomphus ophibolus*, lateral; 64) Ídem, *E. constrictor*; 65) Cabeza de la hembra de *E. ophibolus*, dorsal (a) (la flecha señala el borde postocelar) y *E. constrictor* (b); 66) S10 y ap. caudales del macho de *Erpetogomphus liopeltis*, lateral; 67) Ídem, *E. erici*; 68) Cabeza de la hembra de *E. erici*, dorsal; 69) Ídem, *E. liopeltis*.

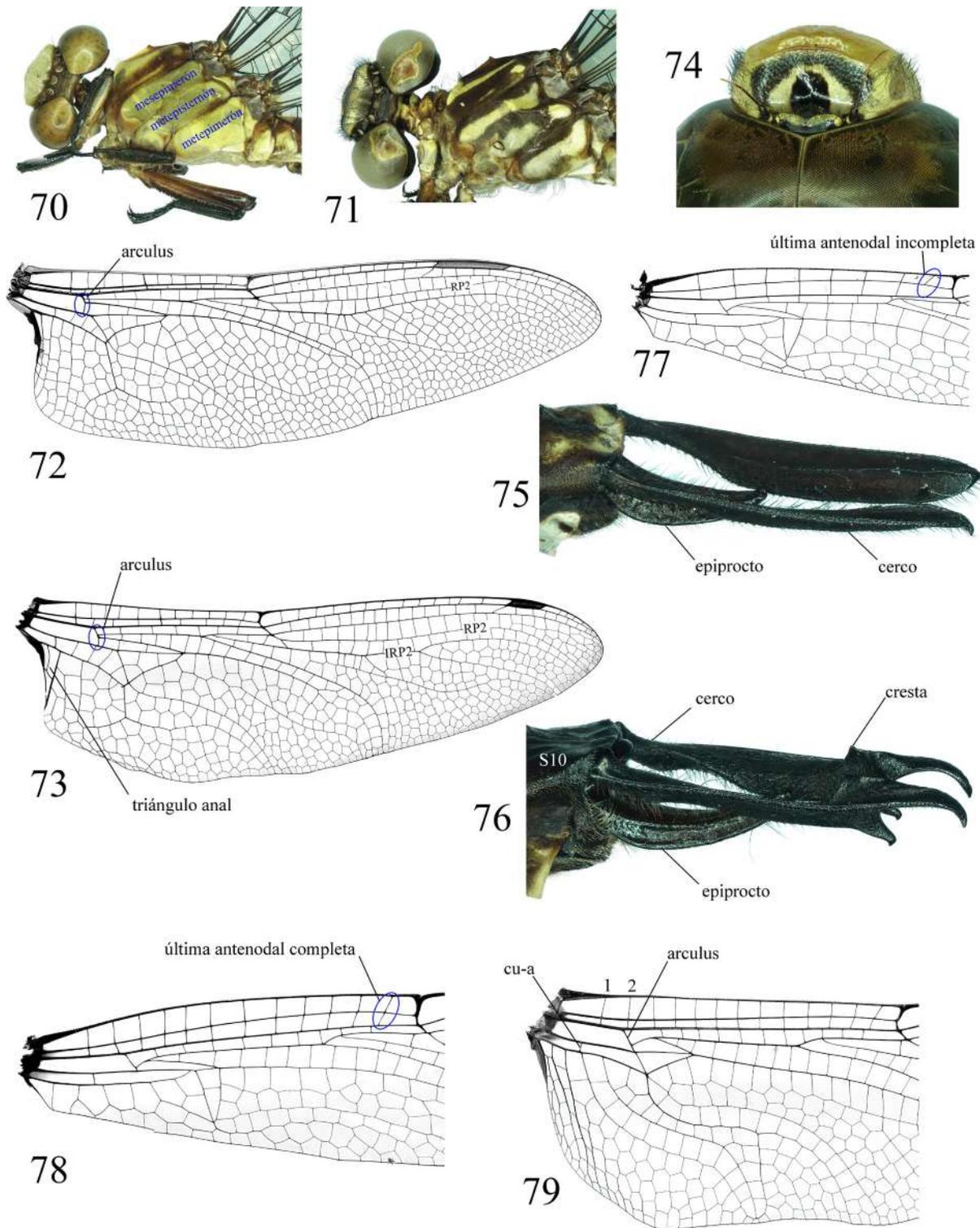


LÁMINA 8. Figs. 70-79, Detalles de la morfología de Anisoptera. 70) Cabeza y tórax del macho de *E. liopeltis*; 71) Ídem, hembra de *E. erici*; 72) Ala posterior del macho de *Anax junius*; 73) Ídem, *Rhionaeschna psilus*; 74) Frente del macho de *A. junius*, dorsal; 75) Ap. caudales del macho de *Rh. psilus*, laterodorsal; 76) Ídem, *Rh. jalapensis*, lateral; 77) Mitad basal del ala anterior del macho de *Micrathyria ocellata*; 78) Ídem, *Cannaphila vibex*; 79) Ibídem, *Orthemis discolor*.

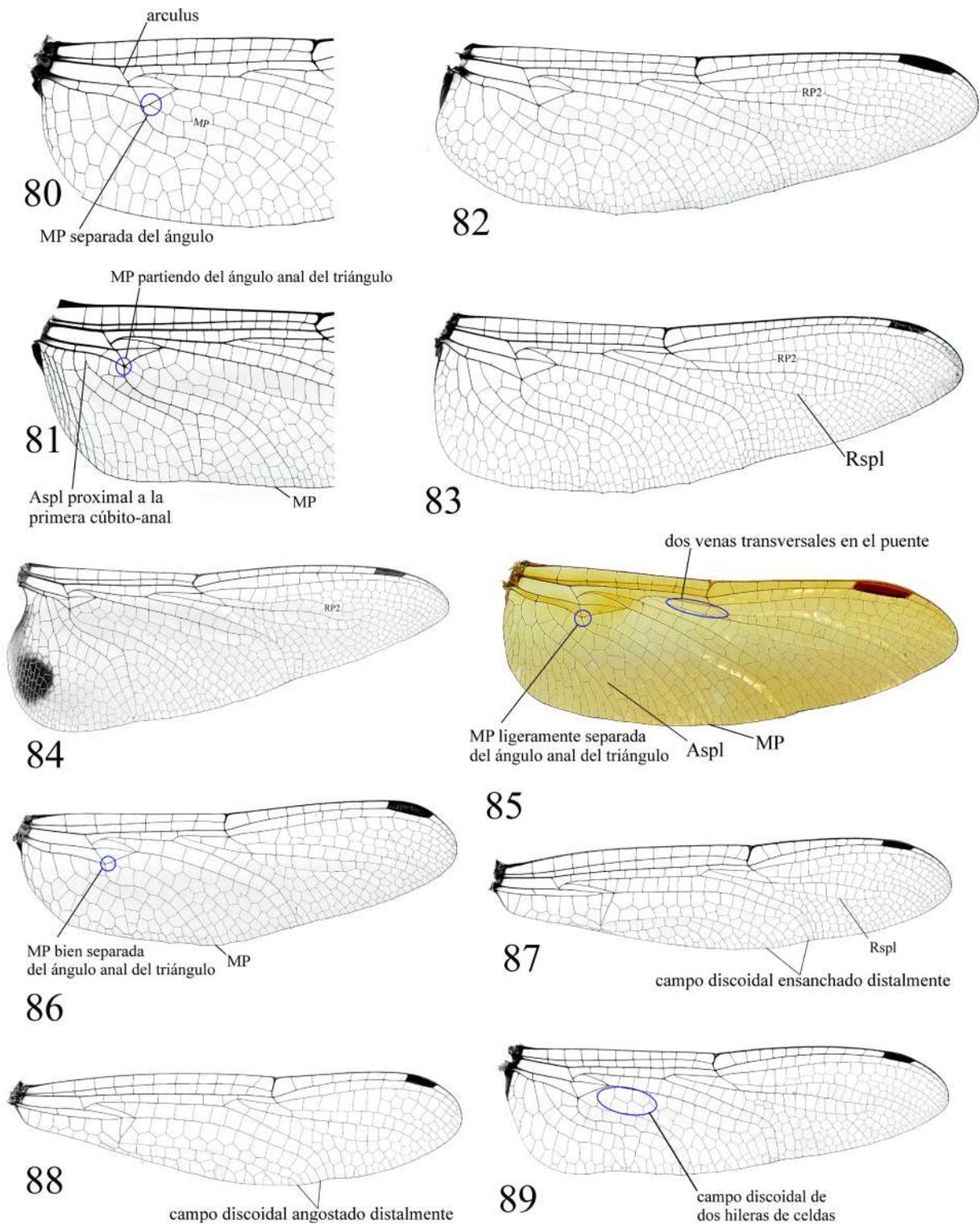


LÁMINA 9. Figs. 80-89, Alas de Anisoptera. 80) Base del ala posterior de *C. vibex*; 81) Ídem, *Libellula herculea*; 82) Ala posterior de *Dythemis nigra*; 83) Ídem, *Brechmorhoga latialata*; 84) Ibídem, *Pantala hymenaea*; 85) Ídem, *Perithemis tenera*; 86) Ibídem, *Micrathyria ocellata*; 87) Ala anterior de *Brechmorhoga vivax*; 88) Ídem, *Macrothemis inequiunguis*; 89) Ala posterior de *B. vivax*.

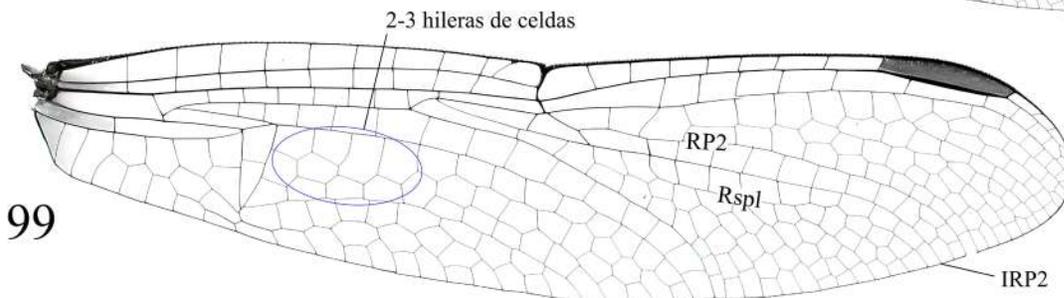
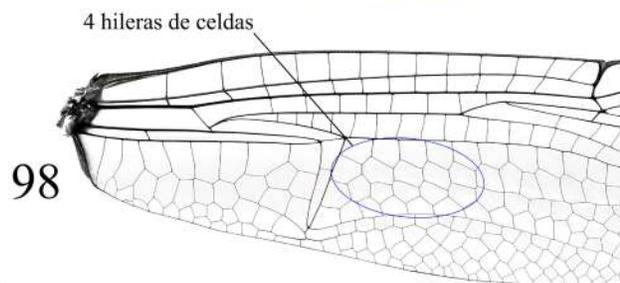
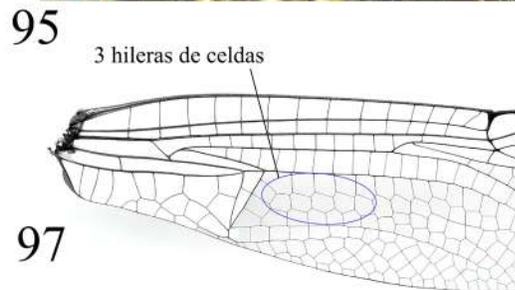
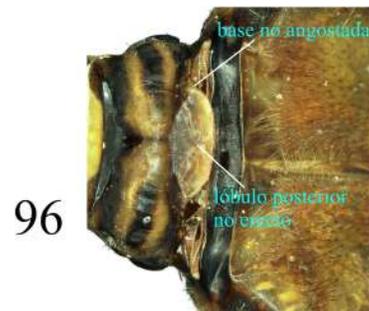
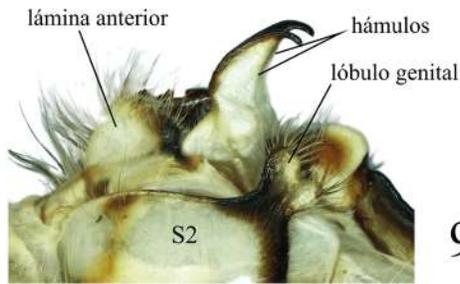
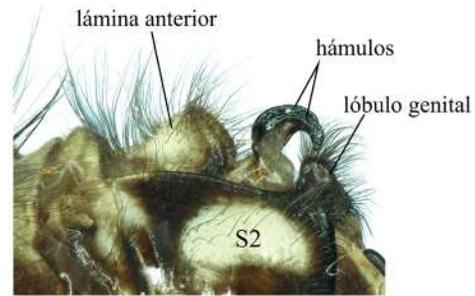
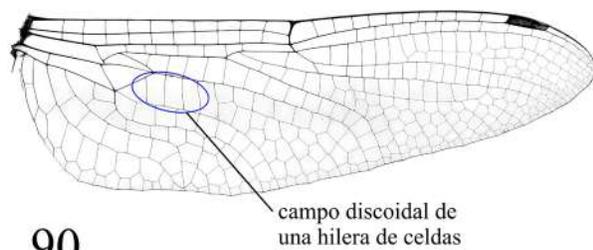


LÁMINA 10. Figs. 90-99, Detalles de la morfología de Anisoptera. 90) Ala posterior de *Brechmorhoga nubecula*; 91) Hámulos del macho de *Brechmorhoga vivax*, lateral derecha; 92) Ídem, *B. praecox*; 93) Pterotórax de *Micrathyria ocellata*, lateral; 94) Ídem, *M. hagenii*; 95) Lóbulo posterior del protórax de *Brachymesia furcata*, anterodorsal; 96) Protórax de *Paltothemis lineatipes*, dorsal; 97) Base del ala anterior de *P. lineatipes*; 98) Ídem, *Tramea abdominalis*; 99) Ala anterior de *Erythrodiplax fusca*.

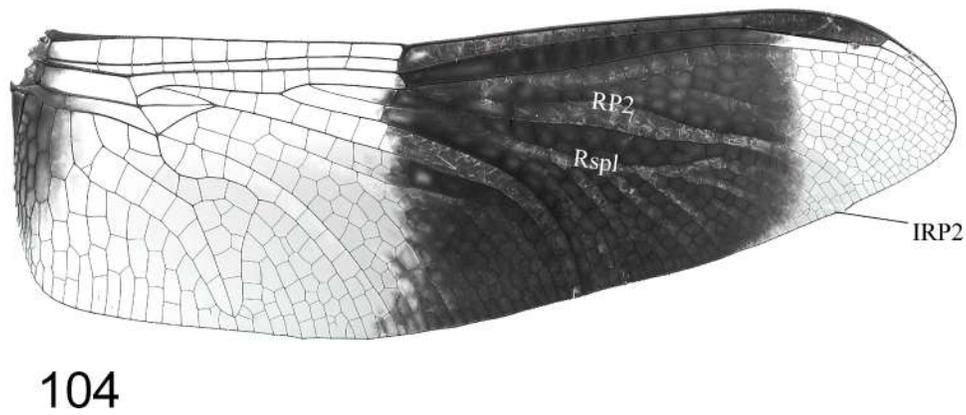
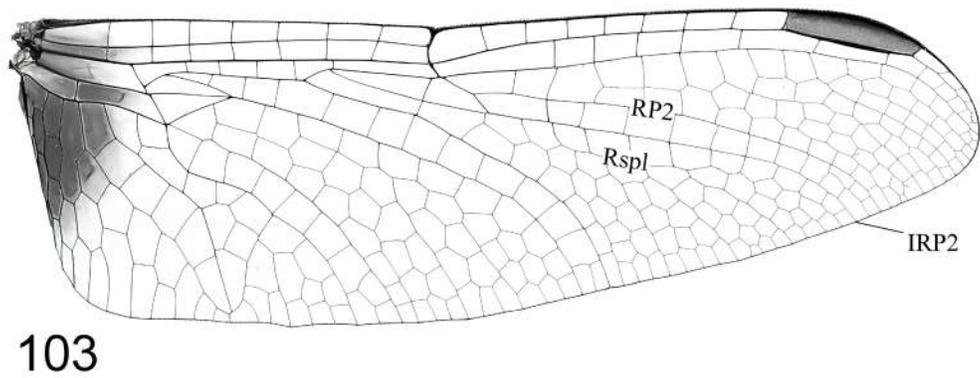
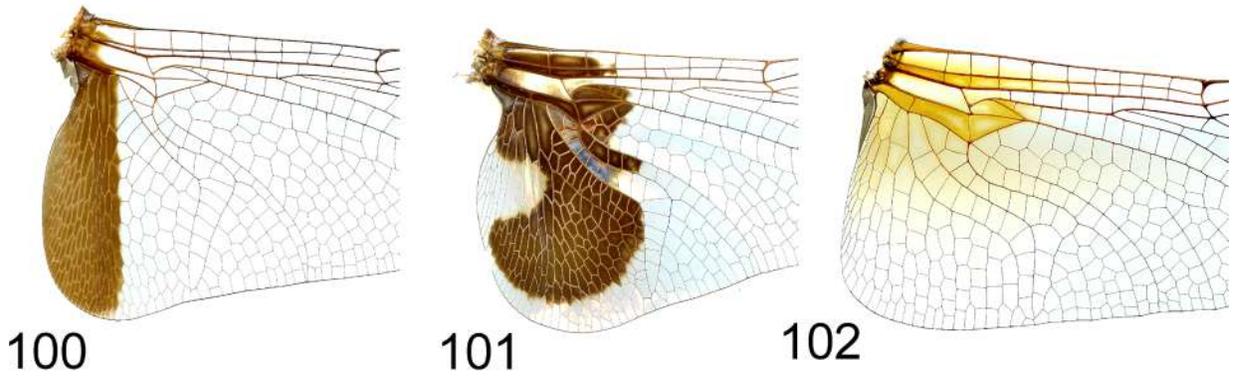


LÁMINA 11. Figs. 100-104, Alas de Libellulidae. 100) Base del ala posterior de *Tamea abdominalis*; 101) Ídem, *T. onusta*; 102) Íbidem, *Paltothemis lineatipes*; 103) Ala posterior de *Erythrodiplax fusca*; 104) Ídem, *E. umbrata*.



### Juegos entomológicos

El juego de la luciérnaga. Además del juego, se incluye una caja con cuatro fichas y dos dados.

**Lotería de Artrópodos.** Incluye 54 cartas, 18 tablas con 16 artrópodos y una caja. Cartas y tablas impresos por ambos lados y plastificadas.

informes: [glenusmx@gmail.com](mailto:glenusmx@gmail.com)

## E.O. Wilson's last quest: are there ants on the Falkland Islands?

### La última búsqueda de E.O. Wilson: ¿hay hormigas en las Islas Malvinas?

Robert A. Johnson<sup>1\*</sup>, Rick P. Overson<sup>1</sup>, and Edward O. Wilson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Life Sciences, Arizona State University, Tempe, AZ 85287-1501, USA; <sup>2</sup>Department of Entomology, Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. Corresponding author: \*Robert. Johnson4@asu.edu

#### ABSTRACT

The Falkland Islands constitute a remote archipelago in the South Atlantic Ocean that is about 450 km east of continental South America. The invertebrate fauna of the Falkland Islands is poorly known, and thus far no ants have been reported. We conducted surveys for ants on East Falkland Island during the austral summer 2019. No ants were found during our surveys, such that East Falkland Island is one of few oceanic islands that lack native and non-native ants.

**Key words:** ants, Falkland Islands, oceanic islands, social insects, Southern Atlantic Ocean.

#### RESUMEN

Las Islas Malvinas constituyen un archipiélago remoto en el Océano Atlántico Sur que se encuentra a unos 450 km al este de América del Sur continental. La fauna de invertebrados en esta zona es poco conocida y hasta el momento no se han reportado hormigas. Realizamos estudios de hormigas en la Isla Malвина Este durante el verano austral de 2019. No se encontraron hormigas durante nuestros estudios, por lo que la Isla Malвина Este es una de las pocas islas oceánicas que carecen de hormigas nativas y no nativas.

**Palabras clave:** hormigas, Islas Malvinas, islas oceánicas, insectos sociales, Océano Atlántico Sur.

Ants are one of the most successful insect families in the world, as manifested by their absolute numbers, biomass, and occurrence in virtually all terrestrial habitats, including many oceanic islands (Kass *et al.* 2022; Schultheiss *et al.* 2022). The few places that lack ants include extremely inhospitable areas such as Antarctica, very high-elevation habitats, and some remote oceanic islands prior to human intervention, e.g., Hawaii (Wetterer *et al.* 2007), Polynesia east of New Zealand, Rotuma, Samoa, and Tonga (Wilson and Taylor 1967), and Easter Island and the Juan Fernández Islands (Wilson 1967). Some authors have suggested that native ants may have occurred on some of these remote islands, though status (native or non-native) is sometimes difficult to determine (Morrison 2014; Wetterer and Vargo 2003). As a result of human activities, non-native ant species now occur on all of these islands (Ingram *et al.* 2006; Wauters *et al.* 2016; Wetterer 1998), such that ants are ubiquitous or nearly so on oceanic islands (Roura-Pascual *et al.* 2016). One possible exception is the Falkland Islands (= Islas Malvinas), which constitute a remote, oceanic archipelago from which ants have not been recorded. Consequently, we undertook a project to survey for ants on the Falkland Islands.

#### OVERVIEW OF FALKLAND ISLANDS

The Falkland Islands constitute the largest archipelago in the Southern Ocean, and they consist of two large

islands, East Falkland (= Soledad) and West Falkland (= Gran Malвина) plus 746 smaller islands (Woods 2001). Collectively, these islands encompass an area of approximately 12,200 km<sup>2</sup>. The Falklands are situated at longitudes ranging from approximately 51°10' – 52°25' S, and lie about 450 km from the nearest point on mainland South America (Tierra de Fuego, Argentina), with elevation ranging up to 700–705 m on the two largest islands (Chown *et al.* 1998). Climate is cool temperate oceanic with mean monthly temperature ranging from 2.2° C in July to 9.1° C in February, and mean maximum daily temperature ranging from 4.3° C in July to 13.4° C in February (McAdam 1980). The mean annual sea surface temperature is approximately 7.7° C (Chown *et al.* 1998). Vegetation consists of heath, grassland, bog, and feldmark communities; there are no native tree species (Upson and Lewis 2014). Moreover, the Falkland Islands experience a very cold climate, in contrast to the more tropical islands listed above.

Flora and fauna (including insects) of the Falkland Islands show close affinity to Patagonian South America (McDowall 2005; Morrone 2011; Papadopoulou *et al.* 2009; Upson and Lewis 2014), despite the fact that the islands were originally part of South Africa beginning with the breakup of Gondwanaland (Marshall 1994; Stone 2016; but see Ramos *et al.* 2017). The invertebrate fauna of the Falkland Islands is poorly known (Oldfield and Sheppard 1997; Papadopoulou *et al.* 2009), with most information

consisting of species checklists, e.g., insects (Jones 2011; Mclellan *et al.* 1990; Papadopoulou *et al.* 2009; Robinson 1984) and spiders, harvestmen, and pseudoscorpions (Lavery 2017). The Falklands are especially rich in beetles, with the families Carabidae and Curculionidae comprising >15% of all invertebrate species (Jones 2011). Numerous of these invertebrate species are endemic and/or flightless (Robinson 1984).

The Falkland Islands are home to about 3,000 residents, most of whom live in Stanley, plus a military base. Scattered farms practice low intensity ranching (sheep and cattle) throughout the islands. Wildlife tourism is a thriving business and commerce arrives regularly via air and sea, providing an avenue for ingress of non-native species.

## METHODS

We surveyed East Falkland Island for ants via hand collecting and pitfall traps from 2–8 February, 2019. Late January through early February is the peak of the austral summer, when temperatures are highest, as is the likelihood of encountering ants. Sample sites (13 for hand collecting, 12 for pitfall traps) were limited by accessibility via roads (Fig. 1). Given that constraint, our sites were chosen to sample as widely as possible across the island. Hand collecting sites ranged from 1.5–25.0 km apart, and pitfall sites ranged from 14.8–28.3 km apart. Hand collecting occurred during daylight hours; under-rock surveys were deemed most likely to find ants and other arthropods because of the increased moisture and temperature below rocks, and indeed we observed and captured numerous arthropods under rocks. Pitfall traps consisted of 240 ml plastic cups buried flush with the soil surface, with the cups partially filled with a mixture of 95% ethanol and saline solution. We placed eight pairs of pitfall traps at each of the 12 sites; each pair of traps was separated by about 30 cm with a piece of aluminum flashing buried between traps that provided a barrier to guide insects toward one of the traps (Fig. 2). Pitfall traps remained in place for 2–3 days for a total of 496 trap-nights. Collections were returned to Arizona State University, Tempe, AZ, USA, where they were sorted, identified, and deposited in the Hasbrouck Insect Collection.

## RESULTS

No ants were located during our field surveys either by hand collecting or in pitfall traps.

## DISCUSSION

No ants previously have been recorded from the Falkland Islands (see Jones 2011; Robinson 1984), nor did we encounter ants in our surveys during the season of peak insect activity. Our results are bolstered by the fact that we captured around 1000 insects via hand collecting and several thousand additional insects in pitfall traps, demonstrating high activity of insects during our collecting dates. Another researcher also indicated that he had not seen ants during surveys in and near Stanley (Steven Chown, personal com-

munication), and no ants were found during other surveys in July–August, 1995 (austral winter) (see Wetterer *et al.* 2007). Lastly, several lifelong inhabitants of the Falkland Islands voiced that they had never seen ants on the islands either inside or outside of buildings.

The Falkland Islands are part of a larger system of archipelagos and islands, collectively called the Southern Ocean Islands (SOI). The SOI include at least 24 islands, with the Falkland Islands being: (1) largest in area, and (2) closest to the continental mainland (Chown *et al.* 1998). For both reasons, ants are more likely to occur in the Falkland Islands than on any other SOI. Indeed, neither are ants known to occur on Marion, Prince Edward, Possession, Kerguelen, Heard, Gough, Macquarie, and sub-Antarctic New Zealand islands (Steven Chown, personal communication).

Absence of ants on the Falkland Islands invites the question of why ants are absent given that native ants occur on numerous, more remote, oceanic islands (see introduction). Ants could disperse to oceanic islands such as the Falkland Islands via mating flights of mated queens and by rafting from the mainland (Morrison 2016). The approximately 450 km distance from mainland South America to the Falkland Islands makes it highly doubtful that mated queens would arrive following mating flights given that 20–25 km is an extreme distance for mated queens to travel (Morrison 2016). Similarly, it seems doubtful that mated queens or small colonies could survive the lengthy trip across frigid waters (mean sea surface temperature 7.7° C) to survive and establish a colony. Even still, colonies would need to survive a very short growing season that would impede establishment and growth of all but the most hardy, cold-adapted ant species. Along this line, we note that several cold-climate ant species occur in Tierra del Fuego, Argentina, e.g., *Lasiophanes picinus* (Roger, 1863) and *Monomorium denticulatum* Mayr, 1887, where climate is similar to that of the Falkland Islands (Kusnezov 1960).

Most invasive ant species could not survive and establish in the cold, short growing season climate presented in the Falkland Islands. However, several invasive ant species could arrive through human commerce and survive in buildings and occasionally forage outside on warmer days, e.g., *Linepithema humile* (Mayr, 1868), *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793), *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863), *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), and *Monomorium pharaonis* (Linnaeus, 1758). *Monomorium pharaonis* is the only invasive species that might become established outside of buildings (Andy Suarez, personal communication). Overall, we recommend continuation of strong quarantine measures to prevent ants (and other non-native insects) from arriving and possibly colonizing the Falkland Islands.

## ACKNOWLEDGMENTS

We thank Naomi Baxter for help with logistics, obtaining landowner permission to collect on private farms, and for providing phytosanitary permits. We also thank

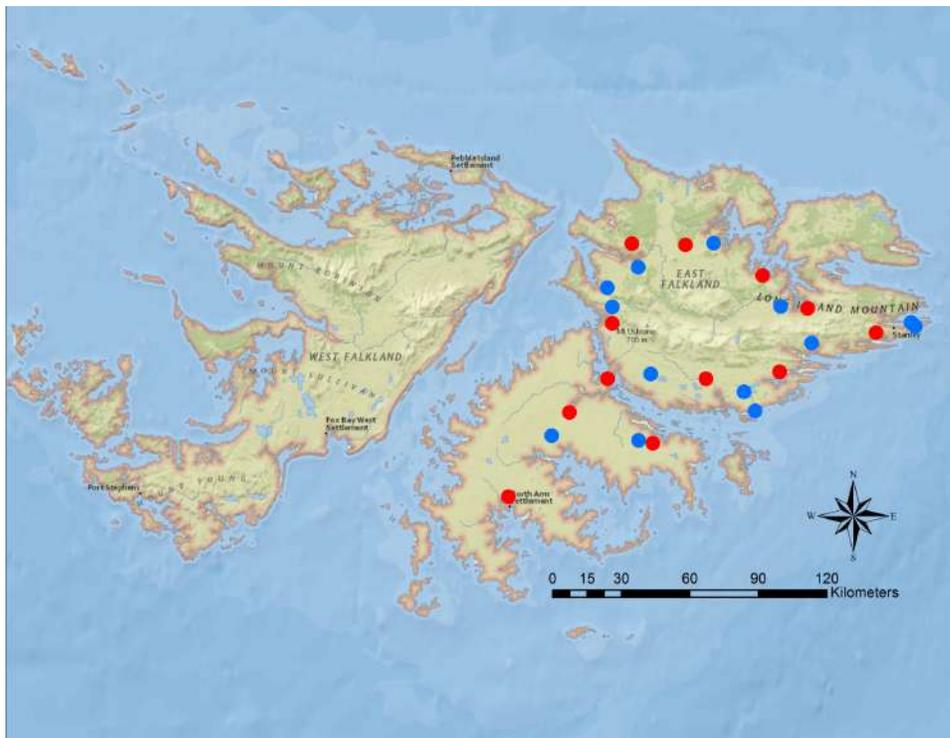
Denise Blake for collecting permits, Nico Franz for providing USDA APHIS permits, Steven Chown for sharing observations and data, Andy Suarez for expertise regarding invasive ant species, Andrew Johnston for help sorting soil samples from pitfall traps, and Christina Kwapich and two anonymous reviewers for comments on the manuscript. This project was funded by E.O. Wilson.

#### LITERATURE CITED

- Chown, S.L., N.J.M. Gremmen & K.J. Gaston. 1998. Ecological biogeography of Southern Ocean Islands: species-area relationships, human impacts, and conservation. *American Naturalist*, 152(4): 562–575.
- Ingram, K.K., G. Bernardello, S. Cover & E. O. Wilson. 2006. The ants of Juan Fernández: genesis of an invasive fauna. *Biological Invasions*, 8(2): 383–387.
- Jones, A.G. 2011. *Insects of the Falkland Islands*. Falklands Conservation, London, United Kingdom.
- Kass, J., B. Guénard, K. Dudley, C. Jenkins, F. Azuma, B.L. Fisher, C.L. Parr, H. Gibb, J.T. Longino, P.S. Ward, A. Chao, S. Shattuck, D. Lubertazzi, M. Weiser, W. Jetz, R. Guralnick, R. Blatrix, J. Des Lauriers, D. Donoso, P. Hawkes, C. Georgiadis, R.A. Johnson, J. MacGown, J. Lattke, W.P. Mackay, S. Robson, N. Sanders, R.R. Dunn & E.P. Economo. 2022 The global distribution of known and undiscovered ant biodiversity. *Science Advances*, 8(31): eabp9908.
- Kusnezov, N. 1960. La fauna de hormigas en el oeste de la Patagonia y Tierra de Fuego. *Acta Zoologica Lilloana*, 17: 321–401.
- Lavery, A.H. 2017. Annotated checklist of the spiders, harvestmen, and pseudoscorpions of the Falkland Islands and South Georgia. *Arachnology*, 17(5): 210–228.
- Marshall, J.E.A. 1994. The Falkland Islands: a key element in Gondwana. *Tectonics*, 13(2): 499–514.
- McAdam, J.H. 1980. Tatter flags and climate in the Falkland Islands. *Weather*, 35: 321–327.
- McDowall, R.M. 2005. Falkland Islands biogeography: converging trajectories in the South Atlantic Ocean. *Journal of Biogeography*, 32(1): 49–62.
- McLellan, I.D., I.R. Wais & L.I. De Cabo. 1990. The first record of stoneflies from the Malvinas/Falkland Islands. *Aquatic Insects*, 2(3): 177–180.
- Morrison, C.L. 2014. The ants of remote Polynesia revisited. *Insectes Sociaux*, 61(3): 217–228.
- Morrison, L.W. 2016. The ecology of ants (Hymenoptera: Formicidae) on islands. *Myrmecological News*, 23: 1–14.
- Morrone, J. 2011. Island evolutionary biogeography: analysis of the weevils (Coleoptera: Curculionidae) of the Falkland Islands (Islas Malvinas). *Journal of Biogeography*, 38(11): 2078–2090.
- Oldfield, S. & C. Sheppard. 1997. Conservation of biodiversity and research needs in the UK dependent territories. *Journal of Applied Ecology*, 34(5): 1111–1121.
- Papadopoulou, A., A.G. Jones, P.M. Hammond & A.P. Vogler. 2009. DNA taxonomy and phylogeography of beetles of the Falkland Islands (Islas Malvinas). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 53(3): 935–947.
- Ramos, V.V., C. Cingolani, F. Chemale Jr. & M. Naipauer. 2017. The Malvinas (Falkland) Islands revisited: The tectonic evolution of southern Gondwana based on U-Pb and Lu-Hf detrital zircon isotopes in the Paleozoic cover. *Journal of the South American Earth Sciences*, 76: 320–345.
- Robinson, G.S. 1984. *Insects of the Falkland Islands: a checklist and bibliography*. British Museum (Natural History), London.
- Roura-Pascual, N., N.J. Sanders & C. Hui. 2016. The distribution and diversity of insular ants: do exotic species play by different rules? *Global Ecology and Biogeography*, 25(6): 642–654.
- Schultheiss, P., S.S. Nooten, R. Wang, M.K.L. Wong, F. Brassard & B. Gueñard. 2022. The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(40): e2201550119.
- Stone, P. 2016. Geology reviewed for the Falkland Islands and their offshore sedimentary basins, South Atlantic Ocean. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 106(2): 115–143.
- Upton, R. & R. Lewis. 2014. *Updated vascular plant checklist and atlas for the Falkland Islands*. Report to Falklands Conservation.
- Wauters, N., W. Dekoninck, F. Hendrickx, H.W. Herrera & D. Fournier. 2016. Habitat association and coexistence of endemic and introduced ant species in the Galápagos Islands. *Ecological Entomology*, 41(1): 40–50.
- Wetterer, J.K. 1998. Nonindigenous ants with geothermal and human disturbance in Hawai'i Volcanoes National Park. *Pacific Science*, 52(1): 40–50.
- Wetterer, J.K., X. Espadaler, N.P. Ashmole, H. Mendel, C. Cutler, & J. Endeman. 2007. Ants (Hymenoptera: Formicidae) of the South Atlantic Islands of Ascension Island, St Helena, and Tristan da Cunha. *Myrmecological News*, 10: 29–37.
- Wetterer, J.K. & E.L. Vargo. 2003 Ants (Hymenoptera: Formicidae) of Samoa. *Pacific Science*, 57(4): 409–419.
- Wilson, E.O. 1967. The ants of Easter Island and Juan Fernández. *Pacific Insects*, 15(2): 285–287.
- Wilson, E.O. & R.W. Taylor. 1967. The ants of Polynesia (Hymenoptera: Formicidae). *Pacific Insects Monograph*, 14: 1–109.
- Woods, R.W. 2001. A survey of the number, size and distribution of islands in the Falklands Archipelago. *The Falkland Islands Journal*, 7: 1–25.

Reibido: 26 enero 2024

Aceptado: 29 abril 2024



**Figure 1.** Topographic map of the Falkland Islands showing locations for hand collecting (filled blue circles) and pitfall trap samples (filled red circles).



**Figure 2.** Photograph showing one pair of pitfall traps separated by a 30 cm piece of aluminum flashing.

## Descripción de una especie nueva de *Sycophila* Walker, 1871 emergida de agallas de *Quercus* mexicanos (Hym., Eurytomidae, Cynipidae)

### Description of a new species of *Sycophila* Walker, 1871 emerged from galls of Mexican *Quercus* (Hym., Eurytomidae, Cynipidae)

Pau Pérez-Alfárez<sup>1</sup>, Gabriel Savall-Roig<sup>1</sup>, Aitor Martínez-Romero<sup>1</sup>, Alexis Vera-Ortiz<sup>2</sup>, Armando Equihua-Martínez<sup>3</sup>, Edith Estrada-Venegas<sup>3</sup> y Juli Pujade-Villar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitat de Barcelona. Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals (BEECA). Avda. Diagonal, 643. 08028-Barcelona. Catalunya.

<sup>2</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México. Boulevard Juriquilla 3001, 76230-Querétaro, México.

<sup>3</sup>Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, 56230-Montecillo, Texcoco, Estado de México. México.  
Autor de correspondencia: Juli Pujade-Villar ([jpujade@ub.edu](mailto:jpujade@ub.edu))

#### RESUMEN

Se describe una nueva especie del género *Sycophila* Walker, 1871 (Hymenoptera: Eurytomidae): *Sycophila gatesi* Pérez-Alfárez & Pujade-Villar n. sp., con base al hallazgo de machos y hembras emergidos de agallas de Cynipidae (Hymenoptera) sobre *Quercus* en México. Se ilustran y discuten los caracteres morfológicos diagnósticos de los adultos.

**Palabra clave:** *Sycophila*, nueva especie, México, agallas, *Quercus*.

#### ABSTRACT

Discovery of a new species from the genera *Sycophila* Walker, 1871 (Hymenoptera, Eurytomidae): *Sycophila gatesi* Pérez-Alfárez & Pujade-Villar n. sp., on the finding of males and females emerged from galls of Cynipidae (Hymenoptera) on *Quercus* in Mexico. The diagnostic morphological features of the adults are pictured and discussed.

**Key words:** *Sycophila*, new species, Mexico, galls, *Quercus*.

Los Eurytomidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) son reconocidos por la siguiente combinación de caracteres: pronoto ampliamente rectangular en vista dorsal y generalmente con escultura umbilicada en la cabeza y el mesosoma, coloración típicamente oscura, negra, amarilla o naranja, rara vez metálica (Gates, 2006). Los euritómidos exhiben un amplio rango de biología pero la mayoría de larvas son endofíticas, alimentándose de semillas, formando agallas o parasitando insectos fitófagos (Gibson, 1997). Los parasitoides pueden ser primarios o secundarios, atacando huevos, larvas o pupas de varios grupos de artrópodos (Lotfalizade *et al.*, 2007).

Sólo tres géneros están presentes en agallas de *Quercus* L.: *Eurytoma* Illiger, 1807, *Sycophila* Walker, 1871 y *Prodecatoma* Ashmead, 1904. El género *Sycophila* se caracteriza y se separa de los demás géneros de euritómidos desde un punto de vista morfológico por presentar una banda submarginal oscurecida (variablemente extendida en el área discal del primer par de alas), peciolo alargado y metasoma a menudo comprimido lateralmente (Gibson, 1997; Xiao, 2021).

*Sycophila* presenta una distribución cosmopolita. Son principalmente endoparásitos de insectos endófitos, incluyendo formadores de agallas (Askew *et al.*, 2013; Gó-

mez *et al.*, 2013). Clásicamente se divide en tres grupos, según la longitud de la banda submarginal: banda corta, larga y doble. Un estudio reciente (Zhang *et al.*, 2022) ha concluido que este carácter no es monofilético, aunque sigue resultando útil para identificar especies.

*Sycophila* incluye actualmente en América 33 especies que atacan Cynipidae formadores de agallas en Fagaceae y ninguna de ellas ha sido citada en México (Catálogo de Eurytomidae en América asociados a Cynipini, *in prep.*).

Balduf (1932) publicó una clave de las especies de *Sycophila* presentes en Norteamérica y México. En este estudio se describe una especie nueva de *Sycophila* con mancha alar larga que representa además la primera especie que se menciona de este género en México.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

Las agallas de *Disholcaspis* fueron colectadas en dos estados mexicanos (Zacatecas y Querétaro). Se conservaron en el laboratorio en recipientes taponados con una malla para favorecer la transpiración hasta la emergencia de los adultos, los cuales se conservaron en etanol 70% hasta su estudio, momento en el que se montaron sobre cartulinas entomológicas usando goma arábiga.

Seguimos la terminología actual de estructuras morfoló-

gicas (Lotfalizadeh *et al.*, 2007) y para la terminología de la superficie cuticular sigue la establecida por Harris (1979).

Las medidas y abreviaturas utilizadas aquí incluyen: F1–F5, primer flagelómero y posteriores; POL (distancia postocelar) es la distancia entre los márgenes internos de los ocelos posteriores; OOL (distancia ocelar-ocular) es la distancia desde el borde exterior de un ocelo posterior hasta el margen interior del ojo compuesto; LOL, la distancia entre los ocelos laterales y frontales. El símbolo ‘ $\delta$ ’ significa la forma asexual de las especies/agallas mencionadas.

Las imágenes SEM fueron tomadas por el último autor en la Universidad de Barcelona, utilizando un microscopio electrónico de barrido ambiental con cañón de emisión de campo (FEI Quanta 200 ESEM). Las imágenes fueron tomadas en bajo vacío, sin recubrir las muestras con oro. Las imágenes de agallas y habitus fueron tomadas por el primer autor; imágenes de agallas con una cámara digital Canon PowerShot SX510 HS y, las imágenes de adultos directamente de la lupa binocular.

El material tipo está depositado en la colección del último autor (UB).

## RESULTADOS

### *Sycophila gatesi* Pérez-Alfárez & Pujade-Villar n. sp.

<http://zoobank.org/33C6419E-04FB-4E14-82EB-4C737279E7E8>

**Material Tipo.** HOLOTIPO ♀ (depositado en JP-V col. (UB) con las siguientes etiquetas: **MEX-60:** La Cuchilla (Municipio Monte Escobedo, ZAC), 22°18'50.3"N 103°37'14.6" (etiqueta blanca); ex: *Disholcaspis nr regina*  $\delta$  sobre *Quercus rugosa* (14.x.2011) 2.xi.2011: 1♀ (O. Cabral, R. Treto, L.G. Landa & C. Carrillo leg.) (etiqueta blanca); Holotipo de *Sycophila gatesi* n. sp., desig. Pérez-Alfárez & JP-V (etiqueta roja). PARATIPOS (7♂ & 11♀); **MEX-63:** Zona n°2 (Municipio Monte Escobedo, ZAC), ex: *Disholcaspis nr regina*  $\delta$  sobre *Quercus rugosa*. 19.x.2011: 1♂ & 2♀ (O. Cabral, R. Treto, L.G. Landa & C. Carrillo leg.); **P-018:** San Gabriel (Municipio Monte Escobedo, ZAC), Ex: *Disholcaspis mexicana*  $\delta$  sobre *Quercus obtusata* (1.iv.2012) 20.iv.2012: 1♂ & 2♀ (O. Cabral, R. Treto, L.G. Landa & C. Carrillo leg.); **P-142:** Monte Escobedo (Municipio Monte Escobedo, ZAC), 2466605.43N 646583.35E, ex: *Disholcaspis nr mexicana*  $\delta$  sobre *Q. rugosa*, (21.vii.2011) 22-31.vii.2011: 5♂ & 6♀ (O. Cabral, R. Treto, L.G. Landa & C. Carrillo leg.); **P-212:** Cerros de Amealco (QRO), ex: *Disholcaspis* sp.  $\delta$  sobre *Quercus* sp. (19.ii.2013) 19.ii.2013: 1♀ (Equihua-Martínez & Estrada-Venegas leg.).

**Etimología.** Esta especie recibe su nombre en honor a Michael W. Gates (NMNH: National Museum of Natural History - Smithsonian Institution, Washington, EE.UU.) por todo su trabajo y contribución a la investigación de himenópteros, especialmente los Eurytomidae en su conjunto.

### Diagnosis

*Sycophila gatesi* Pérez-Alfárez & Pujade-Villar n. sp. se

diferencia de las demás especies por su gran tamaño y por presentar el metasoma muy comprimido. Es cercana a *S. globuli* (Balduf, 1932), de la cual se diferencia por presentar las patas completamente amarillas (con manchas oscuras en fémur y tibia en *S. globuli*); la carena entre las fosetas antenales es larga, 0.3-0.4x la altura de la escroba antenal (una quinta parte en *S. globuli*); los segmentos de las antenas son claramente más largos que anchos (casi cuadrados en *S. globuli*); el escutelo acaba en punta (redondeado en *S. globuli*); banda submarginal alar es más estrecha en el ápice que en la base y un poco difuminada en el ápice (de la misma anchura e intensidad en *S. globuli*); metasoma largo y estrecho en visión dorsal, más de 2.5x más largo que ancho (menos de 1.8x más largo que ancho en *S. globuli*); el cuarto terguito del metasoma es de longitud similar al tercero y el quinto dorsalmente más largo que el anterior (cuarto terguito mucho más grande que el tercero y, el quinto mucho más corto que el cuarto en *S. globuli*); además, la nueva especie presenta un tamaño entre 3.0-6.0 mm (mientras que *S. globuli* no supera los tres mm.).

### Descripción

#### Hembra

**Longitud.** 3.0-6.0 mm (N=12)

**Color.** Cuerpo mayoritariamente negro, con manchas amarillas (a veces amarillo oscuro o marrón claro) en las esquinas del pronoto, que a veces se pueden alargar lateralmente. Parte interior de la cara amarilla, espacio entre las escrobas y el ojo compuesto parcialmente amarillo basalmente, resto de la cara negra, con el lateral de la escroba amarillo y con manchas circumoculares amarillas. Vértice y occipucio negros. Mandíbulas amarillas con dientes marrón oscuro. Escapo amarillo, pedicelo marrón y flagelos negros. Patas completamente amarillas a excepción de las coxas, que son negras. Metasoma mayoritariamente amarillo, amarillo oscuro o marrón claro, con el dorso negro y presentando bandas negras que siguen las fronteras entre terguitos.

**Cabeza.** Escultura de la cabeza umbilicada, con pilosidad blanquecina corta. Cabeza en vista dorsal 2.0x más ancha que larga, cóncava entre los ojos y ligeramente más estrecha que el ancho del mesoscutum. Relación POL:OOL:LOL aproximadamente 2:1:1; diámetro del ocelo en vista dorsal es de 1.3x la distancia OOL. Cabeza en vista frontal 1.4x más ancha que larga. Fosetas antenales situadas a la altura del nivel ventral de los ojos compuestos, separadas por una carena basal relativamente larga, ocupando 0.3-0.4x de la longitud del surco escrobal, el cual es liso, glabro y brillante. Distancia transfacial medida en la línea media de los ojos compuestos igual a 1.3-1.4x la altura del ojo compuesto. Mejillas igual a la mitad del diámetro del ojo compuesto, en visión lateral. Longitud del espacio malar 0.6x la altura del ojo compuesto. Surco malar presente. Área posterior del surco malar acutaceo-coriácea, sin puntuación. Occipucio con algunas carenas curvas concéntricas.

**Antenas.** Funiculo de 5 segmentos, con pilosidad blanquecina corta en todo el flagelo; setas presentes aunque dispersas en el escapo y pedicelo. Escapo llega casi a la altura del ocelo medio. Pedicelo más largo que ancho, de longitud similar a F1; F1 1.3x más largo que ancho; F2 a F5 de una longitud similar, más pequeños que F1 y más largos que anchos; clava 2.0x más larga que ancha, y más corta que los dos últimos flagelómeros. En la parte distal de la clava hay un conjunto de setas en forma de círculo. Sensilias placodeas presentes uniformemente en todos los segmentos del flagelo.

**Mesosoma.** 1.7x más largo que ancho, umbilicado y con pilosidad blanquecina. Pronoto dorsal 1.8x más ancho que largo, completamente umbilicado a excepción del cuello; lateralmente umbilicado en la parte anterior, con una carena lateral que separa dos áreas infero-posteriores con una escultura rugosa provista de setas cortas blanquecinas en la parte anterior a la carena y casi lisa y glabra en la zona posterior. Mesoscutum 1.5x más ancho que largo. Notaulos visibles. Escutelo umbilicado, pubescente, acabado en punta, borde marginal presente provisto de celdas glabras. Prepectus liso, brillante y glabro, de una longitud similar a la tégula. Mesopleura glabra; línea pleural presente, incompleta, con carenas transversales en el mesepimeron y mesepisternum; área subalar lisa, brillante y glabra. Metapleura umbilicada y con pilosidad. Dorselum liso y brillante. Fose-tas metanotales lisas, provistas de escasas setas. Propodeo reticulado, con tres carenas centrales que delimitan dos filas de celdas verticales; carena media incompleta.

**Patas.** Coxas débilmente estriadas transversalmente. Tibias posteriores con espinas de igual longitud o ligeramente más largas que la mitad de la anchura de la tibia.

**Alas.** Anteriores pubescentes, con banda submarginal bien desarrollada, llegando hasta la mitad del ala. La banda presenta curvatura y está ligeramente difuminada en el ápice. Vena marginal de igual longitud que la vena estigmal, con entre 13 y 15 setas. Celda basal del ala anterior con 5 o 6 setas alineadas. Especulum cerrado por una línea de setas. Área discal alar densamente pilosa.

**Metasoma.** Muy comprimido y liso. 2.5x más largo que ancho en visión dorsal. Longitud igual o ligeramente menor que la cabeza y el tórax juntos. Pecíolo 3.0x más largo que ancho, desde alutáceo hasta débilmente coriáceo, con dos carenas laterales. Siete terguitos visibles. Los terguitos presentan longitud creciente de 1 a 4, siendo el 4 el más largo, los siguientes decrecen en longitud. Terguito 5 con escasas setas dorsolateralmente, terguito 6 con pilosidad blanquecina en los laterales, los demás son glabros. Vaina del ovopositor 2.0x más larga que ancha.

**Macho.** Igual que las hembras en los caracteres no sexuales excepto: funículo con 4 segmentos; carena entre las fose-tas antenales 0.4x la altura de la escroba antenal; F1 más largo que pedicelo y que el F2; F2 más largo que F3; F3 y F4 de longitud similar; pecíolo más largo en machos, 4.3x más largo que ancho; coloración de las patas con manchas oscuras en tibias y fémures. Longitud 3.0-4.0 mm. (N=6).

## DISCUSIÓN

Al día de hoy hay descritas en América 33 especies de *Sycophila* que atacan Cynipidae formadores de agallas en Fagaceae y ninguna de ellas ha sido citada en México (Catálogo de Eurytomidae en América asociados a Cynipini, *in prep.*), convirtiendo *Sycophila gatesi* en la primera especie de este género en ser citada de México.

La clave de Balduf (1932) usa como principal carácter el color, diferenciando especies mediante cambios sutiles en la coloración de los adultos. Esto hace que usar la clave para diferenciar especies sea difícil pues el género muestra gran plasticidad cromática (Nieves-Aldrey, 1984; Pujade-Villar, 1997; Zhang *et al.*, 2022). Además, la clave de Balduf incluye descripciones ambiguas con caracteres que se superponen entre especies distintas y no muestra apenas imágenes; las descripciones resultan incompletas pues no mencionan diversos caracteres importantes en la separación de especies como la morfología del mesosoma y las alas.

El examen de las imágenes de los tipos de las especies de *Sycophila* americanos depositadas en el MNHN y consultadas en la web <https://collections.nmnh.si.edu/search/ento/> han sido de gran importancia para la determinación de la nueva especie. Zhang *et al.* (2022) mencionan que la diversidad conocida de *Sycophila* en Norteamérica podría estar muy infravalorada, debido a las dificultades que presenta el género a la hora de clasificar en especies y los escasos estudios realizados.

*Sycophila gatesi* es morfológicamente cercana a *S. globuli*. Se ha revisado el árbol filogenético creado en el estudio de Zhang *et al.* (2022), donde se ilustran tres especies de *Sycophila* cercanas a *globuli* y se ha comprobado que la nueva especie no corresponda con ninguna de ellas, mencionadas como *S. nr globuli*.

A pesar de que la mayoría de parasitoides atacan múltiples tipos de agallas (Askew, 2013) parece ser que esta nueva especie de *Sycophila* está asociada a agallas de *Disholcaspis* mexicanos mientras que *S. globuli* ha sido citada de Illinois (EEUU) en distintos modelos de agallas (Balduf, 1932; Burks, 1979; Evans, 1972; Peck, 1951 and 1963): *Andricus ruginosus* (Bassett, 1890) ò, *A. tecturnarum* Kinsey, 1920 ò, *Disholcaspis* sp., *D. eldoradensis* (Betenmüller, 1909) ò, *D. quercusglobulus* (Fitch, 1859) ò, *D. spongiosa* (Karsch, 1880) ò y *Trigonaspis quercusforticorne* (Walsh, 1864) ò.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto PID2021-128146NBI00/MCIN/AEI/10.13039/501100011033/” y “FEDER una manera de hacer Europa” del Ministerio de Ciencia e Innovación de España y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

**LITERATURA CITADA**

- Askew, R. R., Melika, G., Pujade-Villar, J., Schoenrogge, K., Stone, G. N. y Nieves-Aldrey, J. L. 2013. Catalogue of parasitoids and inquilines in cynipid oak galls in the West Palaearctic. *Zootaxa*, (3643): 1-133.
- Balduf, W.V. 1932. Revision of the chalcid flies of the tribe Decatomini (Eurytomidae) in America north of Mexico. *Proceedings of the United States National Museum*, 79(2894): 1-95.
- Burks, B.D. 1979. Eurytomidae. (pp. 835-860). In: Krombein, K.V., Hurd, P.D. jr., Smith, D.R. and Burks, B.D (Eds.). *Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico*. Institute Press, Washington, D.C.
- Evans, D. 1972. Alternate generations of gall cynipids (Hymenoptera: Cynipidae) on Garry oak. *Canadian Entomologist*, 104: 1805-1818.
- Gates, M. 2006. Eurytomidae. (pp: 667- 671). In: Fernández, F. y Sharkey, M. J. (Eds.). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.
- Gibson, G.A.P. 1997. Eurytomidae. (pp. 86-116). In: Gibson G.A.P Huber, J. T. and Woolley, J. B. (Eds.). *Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Research Press. Ottawa, Canada.
- Gómez, J. F., Nieves-Aldrey, J. L. and Stone, G. N. 2013. On the morphology of the terminal-instar larvae of some European species of *Sycophila* (Hymenoptera: Eurytomidae) parasitoids of gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Journal of Natural History*, 47(47-48): 2937-2960.
- Lotfalizadeh, H., Delvare, G. and Rasplus J. Y. 2007. Phylogenetic analysis of Eurytominae (Chalcidoidea: Eurytomidae) based on morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 151(3): 441–510.
- Nieves-Aldrey, J. L. 1984. Sobre las especies de *Sycophila* Walker, asociadas con agallas de cinipidos en la Península Ibérica, con descripción de una nueva especie (Hym., Eurytomidae). *Revista Española de Entomología*, 59(1-4): 179-191.
- Peck, O. 1951. Superfamily Chalcidoidea. (pp. 410-594) In: Muesebeck, C.F.W., Krombein, K.V. and Townes, H.K. (Eds). *Hymenoptera of America north of Mexico: synoptic catalog*. Agriculture Monographs. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C.
- Peck, O. 1963. A catalogue of the Nearctic Chalcidoidea (Insecta; Hymenoptera). *Canadian Entomologist (Supplement)*, 30: 1-1092.
- Pujade i Villar, Juli. 1994. Sobre les espècies de *Sycophila* Walker, 1871 relacionades amb cinipo-cecidis recollits sobre *Quercus* i *Rosa* a Catalunya (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eurytomidae). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 61: 69-79.
- Xiao, H., Zhang, R. and Gao, M. 2021. Three new species of the genus *Sycophila* (Hymenoptera, Chalcidoidea, Eurytomidae) from China. *Zookeys*, 1029: 123-137.
- Zhang, Y. M., Sheikh, S. I., Ward, A. K. G., Forbes, A. A., Prior, K. M., Stone, G. N., Gates, M. W., Egan, S. P., Zhang, L., Davis, C., Weinersmith, K. L., Melika, G. and Lucky, A. 2022. Delimiting the cryptic diversity and host preferences of *Sycophila* parasitoid wasps associated with oak galls using phylogenomic data. *Molecular Ecology*, 31: 4417–4433.

Reibido: 18 abril 2024

Aceptado: 5 de junio 2024

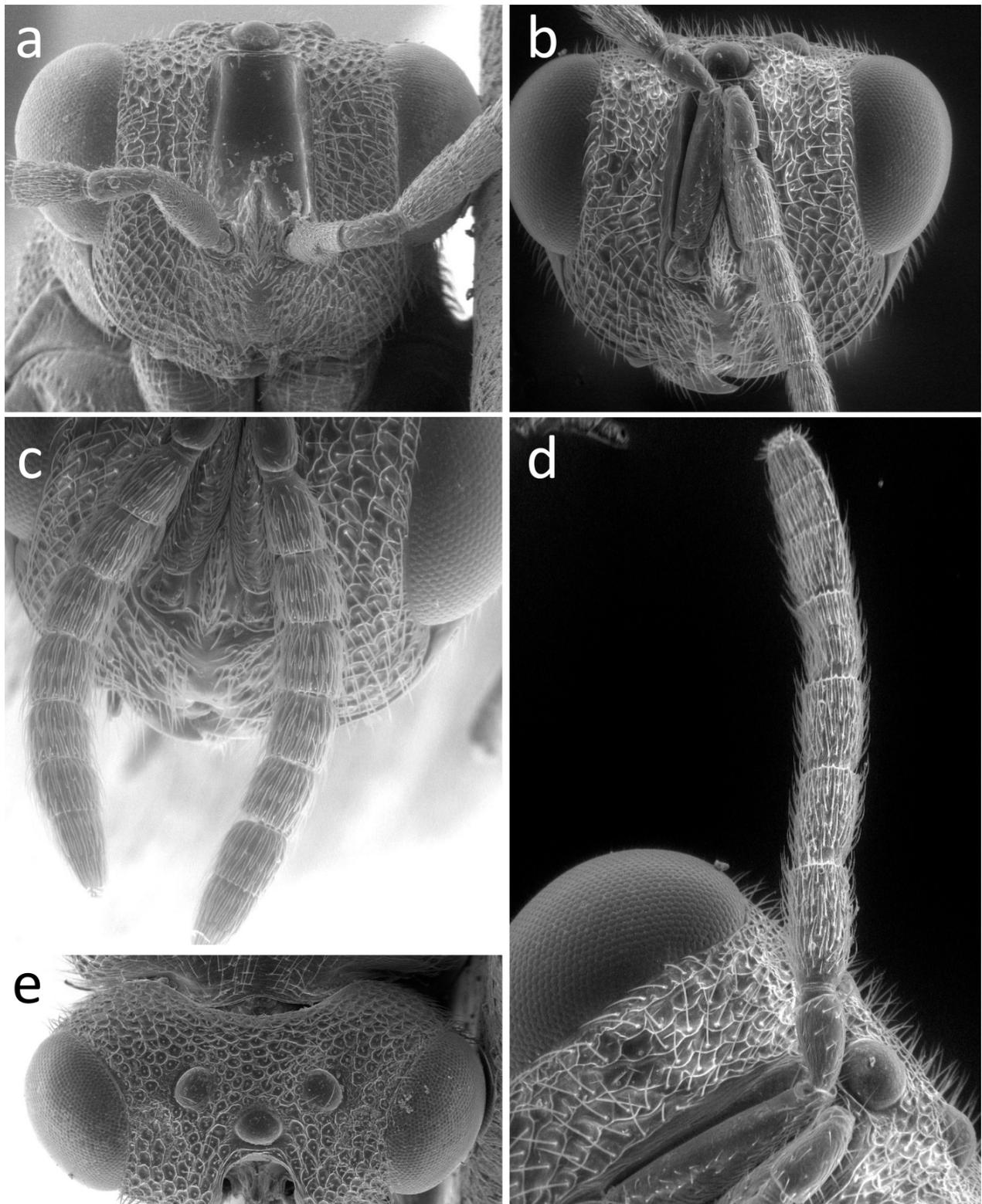


Figura 1. *Sycophila gatesi* n. sp.: a) cabeza de la hembra en vista frontal; b) cabeza del macho en vista frontal; c) antena de la hembra; d) antena del macho; e) cabeza de la hembra en vista dorsal.

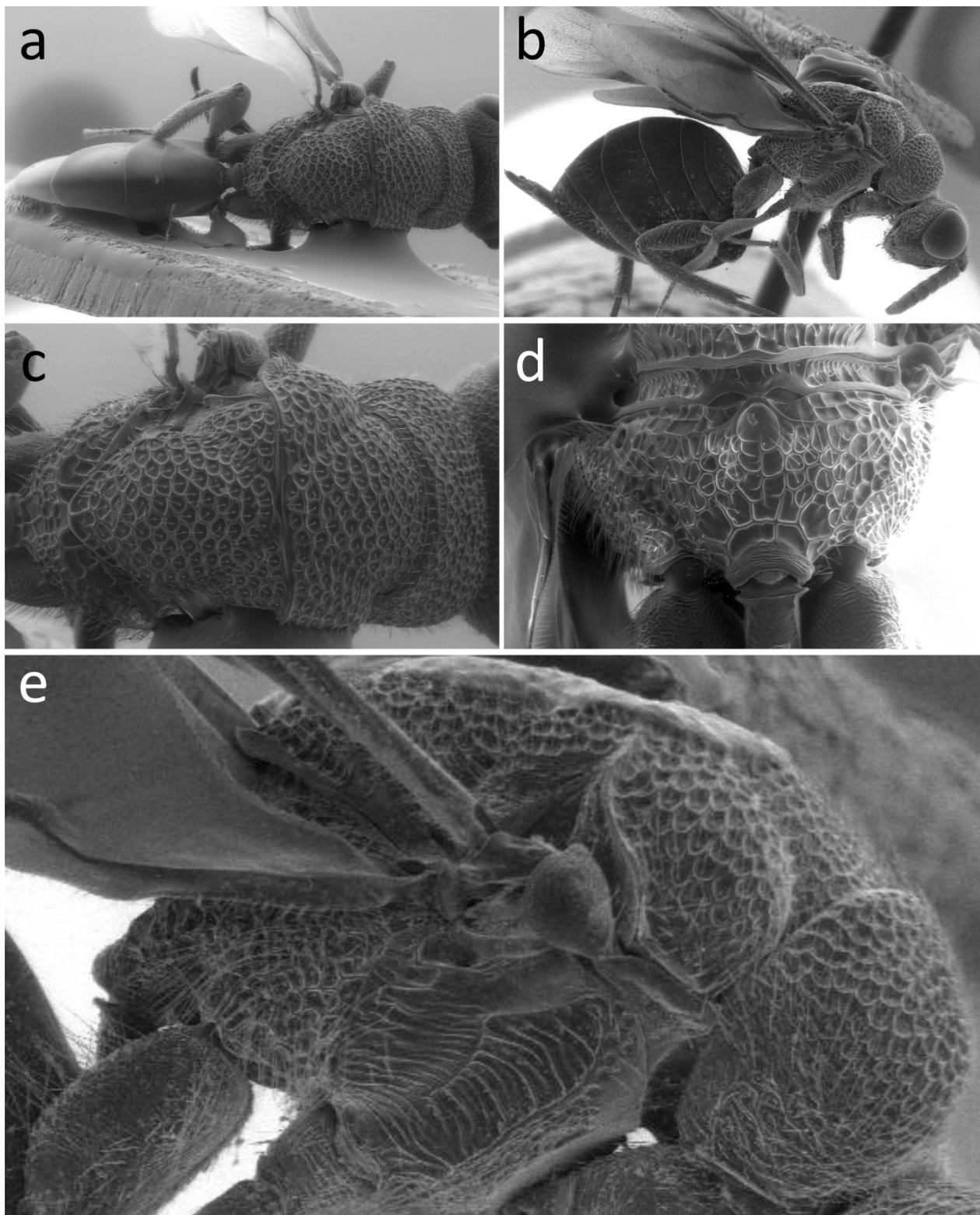


Figura 2. Hembra de *Sycophila gatesi* n. sp.: a) vista dorsal; b) vista lateral; c) mesosoma dorsal; d) propodeo; e) mesosoma lateral.

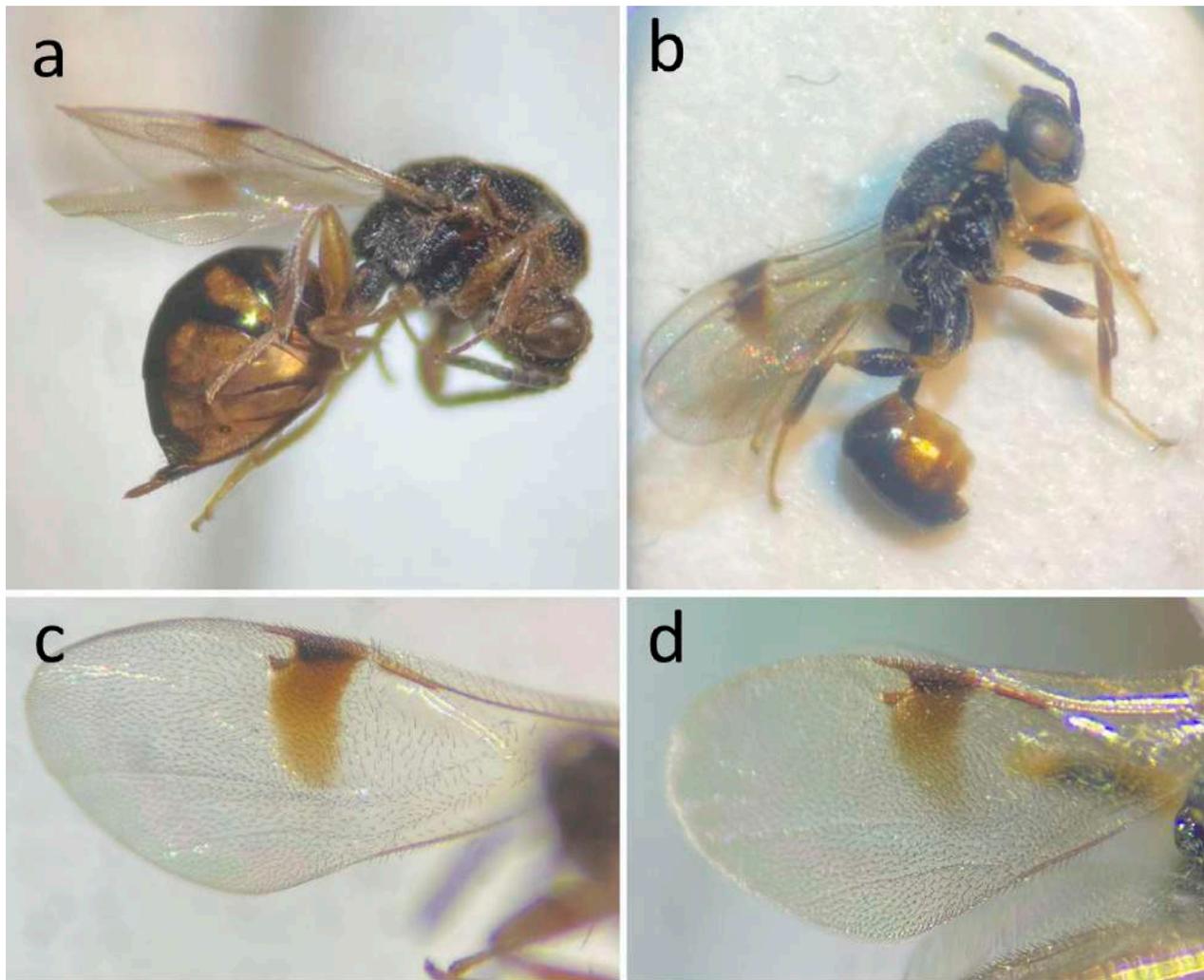
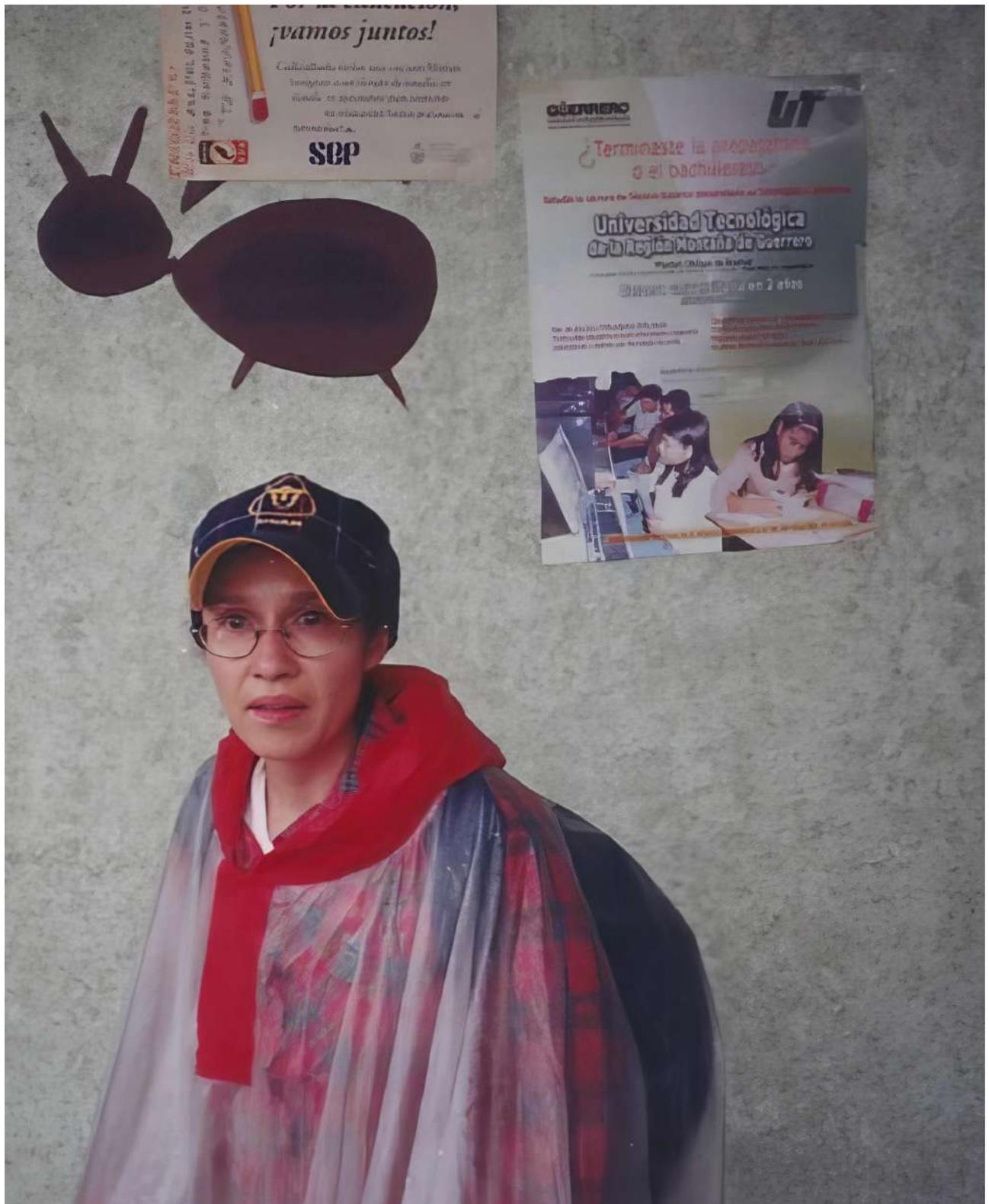


Figura 3. *Sycophila gatesi* n. sp.: a) habitus lateral de la hembra; b) habitus lateral del macho; c) ala anterior de la hembra; d) ala anterior del macho.





**TRABAJOS EN HOMENAJE A LA  
DRA. GABRIELA CASTAÑO MENESES**

## Editorial

Estimados colegas

Este año el Centro de Estudios en Zoología tiene el honor de brindar un merecido homenaje a la Dra. Gabriela Castaño Meneses por su trayectoria destacada en la entomología mexicana. Tuve la oportunidad de conocer a Gaby (como nos referimos a ella con cariño), desde que era estudiante en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. En ese momento y hasta la fecha me han sorprendido su dedicación y pasión por el estudio de los artrópodos. De manera muy cercana conocí su desempeño en el proyecto de investigación en el que participaba con la Dra. Nora E. Galindo Miranda del Laboratorio de Morfofisiología Animal. Era evidente que el estudio de los artrópodos era lo suyo. Al paso de los años, Gaby es un referente en el estudio de la ecología de microartrópodos y específicamente de la ecología de las hormigas. Pero no sólo es excepcional por su trabajo de calidad. Lo es también por su calidad humana y por su constante apoyo a jóvenes interesados en el estudio de los artrópodos. Prueba de ello es la constante incorporación de estudiantes en su laboratorio de investigación.

Por tal motivo, en este número de *Dugesiana* le hacemos un reconocimiento a su trayectoria a través de la publicación de trabajos dedicados en su honor. Gracias a los autores que participaron en esta propuesta. Se lograron conjuntar doce trabajos escritos por colegas de diferentes instituciones de México.

Gaby muchas felicidades.

Un merecido homenaje.

Con mucho cariño:

José L. Navarrete-Heredia.

## Editorial

Dear colleagues

This year the Centro de Estudios en Zoología has the honor of paying a well-deserved tribute to Dr. Gabriela Castaño Meneses for her outstanding career in Mexican entomology. I had the opportunity to meet Gaby (as we affectionately refer to her), since she was a student at the Faculty of Sciences of the National Autonomous University of Mexico. At that time and to this day I have been surprised by his dedication and driving force for the study of arthropods. I learned very closely about his performance in the research project in which he participated with Dr. Nora E. Galindo Miranda from the Animal Morphophysiology Laboratory. It was evident that the study of arthropods was her passion. Over the years, Gaby has been a reference in the study of microarthropod ecology and specifically the ecology of ants. But she is not only exceptional for the quality of her work. It is also because of its human quality and its constant support for young people interested in the study of arthropods. Proof of this is the constant incorporation of students in her research laboratory.

For this reason, in this issue of *Dugesiana* we recognize his career through the publication of works dedicated in her honor. Thanks to the authors who participated in this effort. Twelve works written by colleagues from different institutions in Mexico were combined.

Gaby, congratulations.

A well-deserved tribute.

With love:

José L. Navarrete-Heredia.

## Del suelo al dosel: Celebrando la inspiradora trayectoria científica de la Dra. Gabriela Castaño-Meneses

### From the soil to the canopy: Celebrating the inspiring scientific career of Dr. Gabriela Castaño-Meneses

Angela Nava-Bolaños<sup>1\*</sup>, León Ibarra-Garibay<sup>1</sup>, Abel Ibáñez-Huerta<sup>1</sup>, Israel de Jesús Rodríguez Elizalde<sup>1</sup>, Andrés Verver<sup>1</sup>, Arturo Erubiel Hernández-Tirado<sup>2</sup> y Daniela Pérez-Velázquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

<sup>2</sup> Posgrado en Filosofía de la Ciencia, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.

\*anb@ciencias.unam.mx

#### RESUMEN

En este trabajo, deseamos rendir un homenaje a la Dra. Gabriela Castaño-Meneses por su extraordinaria trayectoria científica, la cual ha sido una fuente constante de inspiración para los miembros del Laboratorio de Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos. A lo largo de su carrera, la Dra. Castaño-Meneses ha contribuido a la ecología y taxonomía de artrópodos, destacándose en el estudio de colémbolos, ácaros y hormigas. Su investigación ha abarcado una amplia gama de hábitats, desde el suelo hasta el dosel de los árboles, pasando por ambientes cavernícolas y acuáticos. Su trabajo no solo tiene un impacto significativo a nivel nacional e internacional, sino que también contribuye al entendimiento de los procesos ecológicos y a la conservación de la biodiversidad en un contexto marcado por el cambio climático y la pérdida de hábitat y de biodiversidad. Más allá de su destacada labor científica, la Dra. Castaño-Meneses se distingue como un referente emblemático en nuestras vidas, trascendiendo por su calidad humana en nuestra estancia por su laboratorio.

**Palabras clave:** Ecología de artrópodos, taxonomía de artrópodos, microartrópodos, hormigas, colémbolos, biodiversidad.

#### ABSTRACT

In this paper, we aim to honor Dr. Gabriela Castaño-Meneses for her remarkable scientific career, which has served as an enduring wellspring of inspiration for the members of the Laboratory of Arthropod Ecology in Extreme Environments. Throughout her professional journey, Dr. Castaño-Meneses has delved into the exploration of arthropod ecology and taxonomy, distinguishing herself particularly in the study of springtails, mites, and ants. Her research has traversed a broad spectrum of habitats, ranging from soil ecosystems to tree canopies, encompassing cave-dwelling and aquatic environments. Her contributions extend nationally and internationally, enriching our comprehension of ecological processes which can promote efforts in biodiversity conservation amidst the challenges posed by climate change and habitat loss. Beyond her scholarly achievements, Dr. Castaño-Meneses stands out as an emblematic reference in our lives, transcending her profound humanity throughout our tenure in her laboratory.

**Key words:** Arthropod ecology, arthropod taxonomy, microarthropods, ants, collembolans, biodiversity.

#### Honrando una trayectoria inspiradora

Desde el Laboratorio de Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos escribimos este artículo en homenaje a la Dra. Gabriela Castaño-Meneses resaltando lo inspiradora que ha sido su trayectoria científica y contribuciones académicas para quienes hemos formado parte de su equipo de trabajo en su laboratorio. A lo largo de su carrera, ha incursionado en una amplia variedad de temas relacionados con el estudio de los artrópodos, desde el punto de vista taxonómico y ecológico. Desarrollando diversas líneas de estudio, como ecología de hormigas, variación espacial y estacional de artrópodos en el dosel y en el suelo, así como

el estudio de comunidades de artrópodos cavernícolas. Como productos de sus investigaciones, ha publicado 96 artículos científicos en revistas con arbitraje e indexadas con reconocimiento internacional, 36 artículos de difusión, tres libros en colaboración como editora o coordinadora (Vásquez-Bolaños *et al.* 2013, Castaño-Meneses y Navarrete-Heredia 2015 y Castaño-Menes *et al.* 2015), 26 capítulos de libros y 168 memorias en congresos nacionales e internacionales. Sus investigaciones (Fig. 1) han arrojado luz sobre la estructura de la comunidad de varios grupos de artrópodos, principalmente sobre su abundancia, diversidad y distribución, teniendo un impacto notable en la comp-

rensión de la biodiversidad y los procesos ecológicos en ecosistemas terrestres, particularmente en México y otras regiones tropicales y subtropicales (Fig. 1). En docencia ha impartido cursos regulares tanto de licenciatura como de posgrado y ha participado en más de 80 eventos de difusión y divulgación. Desde el 2010 ha sido coorganizadora de las Jornadas de Entomología Cultural, y desde el 2013 de las Reuniones de Formicidae de México. Una vida plena de grandes logros y con un sentido solidario, que sigue inspirando a los que tenemos la fortuna de colaborar con ella.

### El camino de la Dra. Gabriela Castaño-Meneses

En palabras de la propia Dra. Castaño Meneses, su interés por la biología surgió desde que cursaba la educación secundaria. Durante la preparatoria, ya se encontraba segura de que la Licenciatura en Biología era la carrera que quería cursar, al considerarla la más completa y adecuada a sus intereses. En el transcurso de su carrera, había decidido dedicarse al trabajo de laboratorio, con enfoques en genética o biología molecular, pero al cursar Zoología III, gracias a su profesora Georgina Quiroz, tuvo la oportunidad de conocer al Dr. José Palacios Vargas, quien sería en un primer momento el responsable de su servicio social, y posteriormente su director de tesis de licenciatura, maestría y doctorado. En el proyecto de servicio social, se enfocó en el estudio de la distribución vertical de microartrópodos en una selva baja caducifolia, ubicada en la Estación de Biología Chamela de la UNAM, en Chamela, Jalisco, de este trabajo nació la curiosa anécdota sobre su experiencia separando la fauna de las muestras de fumigación. Solamente del grupo de los colémbolos contó más de un millón de ejemplares, reafirmando la importancia de los mismos dada su diversidad y abundancia. Además de esto, gracias a ese trabajo surgió su interés por las hormigas, otros organismos que también fueron muy abundantes en las muestras de dicho proyecto, es así que decidió estudiarlas para realizar su tesis de licenciatura titulada: “Mirmecofauna de Chamela, Jalisco y caracterización de dos especies de *Crematogaster* por espectroscopías infrarroja por transformada de Fourier” (Castaño-Meneses 1994). Derivado del mismo proyecto, escribió su tesis de maestría titulada: “Características ecológicas de las hormigas en la selva baja caducifolia de Chamela, Jal.” (Castaño-Meneses 1997). Posteriormente, desarrolló su investigación de doctorado en la línea de la ecología de las comunidades, con la tesis: “Estructura de la comunidad de artrópodos epífitos y su papel en el crecimiento de *Tillandsia violacea* (Bromeliaceae) en un bosque templado de Hidalgo, México” (Castaño-Meneses 2002); originalmente quería explorar la diversidad de hormigas en bromeliáceas epífitas. Sin embargo, debido a que encontró poca diversidad de hormigas, terminó por enfocarse en los colémbolos, grupo dominante encontrado en sus muestras de dicha bromelia. Su participación en estos proyectos consolidó su formación en estudios ecológicos y taxonómicos y fueron complementados con su estancia postdoctoral en el Smithsonian Tropical Research Institute en Panamá, de

septiembre de 2005 a septiembre de 2006.

Además de sus actividades para el proyecto de investigación de posgrado, en 1998, comienza su carrera en la docencia como Profesora de Asignatura “A” en la Facultad de Ciencias, UNAM, impartiendo la materia de Biología de campo. Estas actividades sólo serían el preludeo a su también inspiradora labor docente, pues ha impartido 144 cursos, ha dirigido 6 proyectos de servicio social, ha formado a 8 estudiantes de licenciatura, 7 de maestría y 5 de doctorado con investigaciones desarrolladas en Oaxaca, Guerrero, Hidalgo, Ciudad de México, Quintana Roo, Coahuila, Estado de México y Campeche, además de múltiples visitantes de estancias de investigación nacionales e internacionales.

A nivel posgrado ha participado en 44 comités tutorales, siendo tutora principal en once ocasiones, en dos fue codirectora y en 31 fue miembro del comité tutor en distintas instituciones tales como la UNAM, IPN, UAM, UdeG y ECOSUR, así como la Universidad Estatal de Santa Cruz, Bahía, Brasil. En instituciones nacionales ha sido jurado en 112 defensas de tesis, 50 a nivel licenciatura, 44 de maestría y 18 de doctorado en la UNAM, IPN, UAEM, UAM, UdeG y UQROO, mientras que en instituciones extranjeras ha participado en el jurado de dos trabajos de maestría y tres de doctorado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Colombia, en la Universidad Estatal de Santa Cruz de Brasil y Universidad Federal de Bahía en Brasil.

### Explorando la diversidad de los artrópodos

Uno de los temas principales de investigación de la Dra. Castaño Meneses ha sido la diversidad y la composición de las comunidades de colémbolos. En varios estudios, ha explorado la abundancia y la estructura de estos organismos, desde el nivel del suelo hasta en la copa de los árboles en climas tropicales, templados y áridos, y en suelos salinos y salino sódicos del ex Lago de Texcoco y del Valle de Mexicali en Baja California. Además, ha evaluado el impacto de la contaminación del suelo en la fauna edáfica. Por ejemplo, en un estudio reciente publicado en la revista *Environmental Monitoring and Assessment*, documentó junto con sus colaboradores, los efectos de la contaminación del suelo por hidrocarburos en la especie de colémbolo *Orthonychiurus folsomi* Schäffer, 1900. Dicha especie resultó sensible incluso a bajas concentraciones de diésel, por lo que concluyeron que puede ser útil como bioindicador de suelos contaminados, especialmente en entornos urbanos (Callejas-Chavero *et al.* 2022).

En suma a sus trabajos con colémbolos, la Dra. Castaño Meneses también ha investigado la ecología de otros grupos de artrópodos, como los ácaros. En un estudio reciente, publicado en conjunto con sus colaboradores en la *Revista Mexicana de Biodiversidad*, examinaron la diversidad de ácaros oribátidos en suelos agrícolas con diferentes tipos de riego en el estado de Hidalgo, México (Iglesias *et al.* 2019). Sus resultados destacaron la importancia en la estructura de estas comunidades, así como su papel en la salud del suelo y el funcionamiento del ecosistema. Además, ha es-

tudiado y descrito otras comunidades de ácaros en otros ecosistemas como el Bosque Tropical Caducifolio de Chama (Mejía-Recamier y Castaño-Meneses 2009). También ha participado en la descripción de dos especies nuevas de Opilioacaridae: *Neocarus haicolous* Vázquez y Castaño-Meneses, 2022 y *Neocarus queretanus* Vázquez y Castaño-Meneses, 2022; encontradas en bosques de pino-encino en la Sierra Gorda de Querétaro (Vázquez *et al.* 2022).

Otro aspecto destacado del trabajo de la Dra. Castaño Meneses ha sido su investigación sobre la ecología de las hormigas. En varios estudios, ha explorado la diversidad y la distribución de este importante grupo en distintos hábitats, desde bosques tropicales hasta paisajes urbanos. Por ejemplo, en un artículo publicado en la revista *Ecology* examinaron la distribución de hormigas a lo largo de la interfaz Neártica-Neotropical en México, revelando patrones interesantes en su abundancia y diversidad (Dáttilo *et al.* 2020). A su vez, utilizando la base de datos de Dáttilo *et al.* 2020 y las capas temáticas de los perfiles del suelo publicadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía Geografía (INEGI) ha realizado investigaciones para determinar los patrones de distribución de la biodiversidad de hormigas respecto a los tipos de suelos de México (Ibáñez-Huerta y Castaño-Meneses, 2022). Además, en 2011 en colaboración con Varela-Hernández describieron la especie *Neivamyrmex albacorpus*, esta hormiga que carece de ojos, es endémica de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México, zona semiárida de convergencia entre el Neártico y el Neotrópico (Varela-Hernández y Castaño-Meneses 2011). También describió *Tetramorium notomelanum* Vázquez-Bolaños, Castaño-Meneses y Guzmán-Mendoza, 2011; de Puebla (Vázquez-Bolaños *et al.* 2011).

Por otra parte, su trabajo con tricópteros y otros insectos acuáticos en gradientes de elevación en el sureste de México, ha arrojado luz sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas acuáticos de montaña. Por ejemplo, en el año 2023 en colaboración con sus colegas, estudiaron la diversidad de estos organismos a lo largo de un gradiente de elevación en el sureste de México. Sus hallazgos revelaron patrones interesantes en la distribución de las especies reportadas, sugiriendo una fuerte influencia de factores ambientales en su composición comunitaria. Esta investigación fue publicada en la revista *Diversity* (Razo-González *et al.* 2023).

Su trabajo con artropofauna en bromeliáceas epífitas nos permite entender la importancia de estos microhábitats como refugio, así como comprender la interacción artropofauna-bromeliáceas-forofito. Estos estudios proporcionan información que puede ser valiosa para la gestión de recursos naturales en áreas sensibles y biodiversas. La Dra. Gabriela Castaño también ha contribuido significativamente al conocimiento de la diversidad de artrópodos en diferentes tipos de suelo y condiciones ambientales. Sus investigaciones sobre la estructura de comunidades de artrópodos en bosques nubosos, matorrales xerófilos y zonas urbanas, zo-

nas áridas y con suelos salinos, han revelado patrones complejos de distribución y diversidad, destacando la importancia de conservar la integridad de los hábitats naturales en un mundo en constante cambio.

Además de su investigación académica, también ha contribuido a la implementación de metodologías innovadoras para el estudio de la biodiversidad de artrópodos. En varios artículos, ha usado técnicas como metabarcoding de ADN para monitorear la diversidad de especies en una variedad de hábitats, desde bosques tropicales hasta suelos agrícolas. Así como, la obtención de imágenes 3D de organismos del suelo por medio de Microtomografía de Rayos X. Que han permitido reconocer estructuras internas y externas a detalle y que son de carácter diagnóstico para la identificación y clasificación de especímenes.

Su contribución no solo se limita a artículos científicos, sino que también ha desarrollado material didáctico. Entre éstos podemos mencionar uno de los recientes y que está en proceso de publicación en línea: “Guía digital ilustrada de los artrópodos de los suelos. Morfología, biología y servicios ecosistémicos” dirigida a carreras enfocadas en el estudio de los suelos, para mejorar la comprensión de la importancia de estos organismos. Durante sus clases ha incorporado el uso de modelos en 3D para el estudio de la biodiversidad enfocado en microartrópodos (ácaros, colémbolos y hormigas). Su trabajo en este campo ha sido fundamental para avanzar en nuestra comprensión de la biodiversidad y los procesos ecológicos. El trabajo de la Dra. Gabriela tiene una relevancia significativa tanto a nivel nacional como internacional. En el contexto mexicano, sus investigaciones proporcionan información crítica para la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales, especialmente en áreas de alta biodiversidad como las selvas tropicales, los bosques de montaña y los ecosistemas acuáticos. A nivel mundial, sus contribuciones al entendimiento de los procesos ecológicos que sustentan la diversidad biológica son invaluable en un momento en que el cambio climático y la pérdida de hábitat amenazan la biodiversidad global. Sus hallazgos sobre los invertebrados del suelo, así como en el dosel y otros ambientes extremos, son indispensables para poder conocer la biodiversidad y proteger los servicios ecológicos que nos brindan estas especies, lo cual es una necesidad a escala global.

Su destacada trayectoria ha sido honrada con varios premios y distinciones, a lo largo de sus 25 años de investigación científica. Desde el X Premio Anual de Servicio Social Gustavo Baz Prada en el área de Ecología en 1995, seguido del Premio Nacional de Entomología “Ricardo Coronado Padilla” en 1998 y 2003 por sus sobresalientes tesis de Maestría y Doctorado, respectivamente. Además, su excelencia académica fue reconocida con la Medalla “Alfonso Caso” en 1998 por obtener el más alto promedio en la Maestría en Ciencias Biológicas. En octubre de 2023, fue distinguida como Investigadora Nacional Nivel III por el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, un honor que refleja su destacada contribución al

avance científico. Su dedicación y logros además han sido immortalizados a través de la dedicatoria de dos especies nombradas en su honor (Rücker 2003, Palacios-Vargas *et al.* 2009): el coleóptero *Holoparamesus gabriela* Rücker, 2003 y el colémbolo *Americanura castagnorum* Palacios-Vargas, Simón Benito y Paniagua Nucamendi, 2009, evidenciando así el impacto perdurable del trabajo de la Dra. Castaño-Meneses en la comunidad científica.

### Más allá de la ciencia, una líder humana

Quienes hemos tenido la fortuna de conocer y trabajar bajo la guía de la Dra. Castaño Meneses damos fe, no únicamente de su calidad académica como profesora, divulgadora, investigadora y tutora, sino también de su calidad humana (en la Fig. 2 compartimos imágenes de algunos de los momentos memorables con ella). Los buenos líderes son aquellos que cuidan a su “colonia”, velando por sus intereses, asegurándose de que todos vayan avanzando al mismo ritmo y que ninguno se quede, pues si alguno de los miembros del equipo flaquea, su caída afectará de una manera u otra al resto de los elementos del grupo. La Dra. Castaño Meneses ha sabido fungir como excelente líder, no únicamente movida por las necesidades de su laboratorio, sino por un genuino interés de que su gente esté saludable física, mental y emocionalmente. Una cualidad con la que deberían contar todos los investigadores, es la de tener conciencia clara y genuina de que los miembros de su equipo somos personas, seres humanos con dificultades, carencias, áreas de oportunidad, emociones, y que nuestro rendimiento académico muchas veces se ve mermado por situaciones ajenas a nuestra capacidad intelectual o talento para el quehacer científico. La Dra. Gabriela Castaño Meneses siempre se ha preocupado porque los integrantes de su laboratorio estén bien en todos los aspectos de su vida, y de ser necesario se encarga de intervenir, pero desde una trinchera de respeto y aprecio, a fin de que nos sintamos integrados y orgullosos de pertenecer a su “familia académica”. Podríamos seguir dedicando muchos más párrafos enumerando su incontables cualidades, sin embargo, creemos que, es aún, más significativo experimentar en carne propia la experiencia de convivir con ella y dejarse sorprender no únicamente por su impecable trayectoria, su basto conocimiento o su pasión por su quehacer científico, sino también por el excelente ser humano, que siempre tiene algo significativo y trascendental que aportar y compartir a todo aquel que se acerque a su escritorio con alguna inquietud. Ella siempre tendrá una sonrisa, una palabra de aliento o un detalle esperando en ese cubículo cubierto de alegría, años de experiencia y un puñado de hormigas en diferentes presentaciones, tamaños y magnitudes, reiterando que aquellos que hacen lo que les toca con amor, están condenados al éxito y a contagiar a otros, de eso que tanto les apasiona.

Muchas felicitaciones a la Dra. Gabriela Castaño Meneses por este merecido homenaje.

### AGRADECIMIENTOS

Este artículo es en homenaje a la Dra. Gabriela Castaño Meneses, nos sentimos profundamente afortunados y agradecidos de formar parte de su laboratorio. Gracias al Dr. José Luis Navarrete-Heredia por esta iniciativa en la revista *Dugesiana*.

### LITERATURA CITADA

- Callejas-Chavero, A., G. Reyes-Lechuga, A. García-Gómez, J.G. Palacios-Vargas, A. Flores-Martínez y G. Castaño-Meneses. 2022. Diesel effects on some population attributes of *Orthonychiurus folsomi* Schäffer 1900 (Collembola: Onychiuridae) under laboratory conditions. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194 (10): 702.
- Castaño-Meneses, G. 1994. *Mirmecofauna de Chamela, Jal. y caracterización de dos especies de Crematogaster con espectroscopias infrarroja y raman por transformada de fourier*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Castaño-Meneses, G. 1997. *Características ecológicas de las hormigas en la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Castaño-Meneses, G. 2002. *Estructura de la Comunidad de Artrópodos Epífitos y su papel en el crecimiento de Tillandsia violacea (Bromeliaceae) en un Bosque Templado de Hidalgo*. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Castaño-Meneses, G. y J.L. Navarrete-Heredia (coordinadores). 2015. *Avances en la Entomología Cultural Mexicana*. UMDI-FCiencias, UNAM, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Castaño-Meneses, G., M. Vásquez-Bolaños, J.L. Navarrete-Heredia, G.A. Quiroz-Rocha e I. Alcalá-Martínez (coordinadores). 2015. *Avances de Formicidae de México*. UMDI-FCiencias, UNAM, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Dáttilo, W., M. Vásquez-Bolaños, D. A. Ahuatzin, R. Antoniazzi, E. Chávez-González, E. Corro, ... y J.C.D.F. Falcão. 2020. Mexico ants: incidence and abundance along the Nearctic–Neotropical interface. *Ecology*, 101(4): e02944.
- Ibáñez-Huerta, A. y G. Castaño-Meneses. 2022. Biodiversidad de hormigas y su relación con los suelos de mayor distribución en México”. 563-568 pp. Ponencia Oral Virtual. En: Ayala-Niño F., López-Valdez F., Medina-Pérez G., Sigala-Aguilar N.A., Fernández-Luqueño F. (Editores). 2022. *Innovación y suelos sanos para el desarrollo sustentable*. CINVESTAV, México.
- Iglesias, R., J.G. Palacios-Vargas y G. Castaño-Meneses. 2019. Comparison of oribatid mites from agricultural soil with contrasting irrigation types in Hidalgo State, Mexico: a case study. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90: e902780.





Figura 2. Un recorrido en imágenes a instantes memorables con la Dra. Gabriela Castaño Meneses: a) en la segunda “Reunión de Formicidae de México” celebrada en Juriquilla, Querétaro en mayo del 2015, b) con alumnos y colaboradores del Laboratorio de Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos en el X aniversario de la UMDI Juriquilla, c) en el “Primer Curso de Hormigas de México” en la Estación Biológica de Chamela en julio del 2018, d) la Dra. Gabriela impartiendo la Plática de Ciencia de febrero de 2024 “Nuestras amigas las hormigas” en el Auditorio Dr. Flavio Mena Jara del CAC Campus Juriquilla, e) la Dra. Gabriela en una ceremonia de graduación de la segunda generación de estudiantes de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra en el 2016, f) en la construcción del Jardín para Polinizadores en la UMDI-J en abril del 2024, g) durante la práctica de campo del “Curso de Pheidole de México” en junio del 2017 en Jalisco, h) en la celebración de uno de sus cumpleaños y con la Dra. Norma Eugenia García Calderón en segundo plano, i) durante una convivencia en la palapa de la UMDI-J, de izquierda a derecha, uno de sus mentores el Dr. José Palacios Vargas, Mtro. Abel Ibáñez Huerta, Mtra. Magnolia Ávalos Vázquez, Dra. Gabriela Castaño Meneses, Lic. Pilar Cervantes Jiménez y el Dr. Enrique Cantoral Uriza, j) en una visita a La Pirámide de El Pueblito en Querétaro, k) la Dra. Gabriela en una jornada de reforestación en la UMDI-J y l) en el CAC con uno de sus sujetos de estudio favoritos en el fondo, en la Plática de Ciencia de febrero del 2024.

## **Dra. Gabriela Castaño Meneses, su trayectoria en la entomología**

### **Dr. Gabriela Castaño Meneses, her career in entomology**

**Andrea Herrera Navarro**

Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, [andrea.herrera@alumnos.udg.mx](mailto:andrea.herrera@alumnos.udg.mx)

#### **RESUMEN**

A manera de homenaje se presenta una semblanza sobre la trayectoria académica y laboral de la Dra. Gabriela Castaño Meneses, quien ha dedicado gran parte de su vida al estudio de los artrópodos, particularmente enfocada en microartrópodos y hormigas. A lo largo de su carrera ha destacado como investigadora y estudiosa en la entomología, publicando más de 90 artículos, 21 capítulos de libro, impartido más de 81 cursos, entre otros. Sus trabajos han resaltado por su gran cantidad de enfoques, pues ha contemplado temas como lo son la ecología y la taxonomía sobre distintos grupos de artrópodos, entre los que destacan los colémbolos, ácaros y hormigas, cubriendo los distintos gradientes de una amplia gama de hábitats. Sin duda, una investigadora sobresaliente caracterizada por su gran pasión por el estudio y su admiración por aquello desconocido.

**Palabras clave:** Microartrópodos, hormigas, Collembola, ecología, taxonomía.

#### **ABSTRACT**

As a tribute to Dr. Gabriela Castaño Meneses, who has dedicated a large part of her life to the study of arthropods, particularly focused on microarthropods and ants, we present a biographical sketch of her academic and professional career. Throughout her career, she has distinguished herself as a researcher and scholar in entomology, publishing more than 90 articles, 21 book chapters, and teaching more than 81 courses, among others. Her work has been characterized by a wide range of approaches, covering topics such as ecology and taxonomy of different groups of arthropods, including springtails, mites and ants, and covering the different gradients of a wide range of habitats. Undoubtedly, an outstanding researcher characterized by her great passion for study and her admiration for the unknown.

**Keywords:** Microarthropods, ants, Collembola, ecology, taxonomy.

Para entrar en el mundo de la biología y de la ciencia existe una cualidad que no puede faltar en las personas atraídas por estas áreas, es el amor por aprender. Para muchos se trata de un proceso complicado, dedicar muchas horas a la lectura de artículos y libros, el estar observando a la naturaleza y pasar horas intentando averiguar lo que nos quiere decir todo aquello que no habla, desde las unidades más básicas hasta ecosistemas completos. Existen aquellos privilegiados que, al crecer, se desarrollan entre libros, curiosidad y pasión. La Dra. Castaño forma parte de esas personas que estudiaron lo que más les apasionaba, algo que se ve reflejado en su carrera.

La ciencia fue algo que desde pequeña llamaba su atención, pero fue hasta la secundaria cuando comenzó su interés por estudiar biología. Aún con sus dudas siempre buscó consejo con sus profesoras y profesores, intentando guiarse antes de tomar una decisión. Fue en preparatoria cuando finalmente se definió en estudiar la carrera de biología, y en 1989 ingresó a la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde en un comienzo buscaría dedicarse a actividades de laboratorio, desconociendo que durante su

formación eso cambiaría y terminaría trabajando en campo. Realizó su servicio social en 1992 en el Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos de la Facultad de Ciencias, teniendo como asesor al Dr. José Guadalupe Palacios Vargas quien es un reconocido investigador, profesor y mentor, caracterizado por siempre motivar e incentivar a sus estudiantes. Fue este momento el que marcaría el inicio de su carrera en la entomología, pues a pesar de dedicarse a separar más de un millón de colémbolos durante su servicio social, quedó atrapada por el mundo de los artrópodos e insectos. Desde su comienzo en el área se mantuvo en constante productividad, realizando proyectos y sometiendo trabajos a publicación como lo fueron “Colección de fauna cavernícola del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos” y “Estudio preliminar de la fauna cavernícola de Yucatán”. A pesar de estar fascinada por el mundo de los microartrópodos, había un grupo que le interesaba un poco más que el resto, se rumoraba que mientras trabajaba con el Dr. Palacios, estudiaba a las hormigas a “escondidas” y siguiendo las enseñanzas de sus padres, optó por aquello que tanto la apasionaba. Las hormigas son uno de los grupos de insectos más diversos y

abundantes del mundo, aspecto que por sí solo las convierte en un grupo fascinante, pero, su ecología es aquello que las ha definido como un modelo cautivador para quienes las estudian, sus dinámicas sociales e interacciones con su entorno son atributos tan fuera de lo normal que pareciera que ellas solas se rigen bajo sus propias reglas, a pesar de esto, gran parte de las hormigas mexicanas siguen aguardando para ser estudiadas. En 1994 realizó su tesis de licenciatura titulada “Mirmecofauna de Chamela, Jal. y caracterización de dos especies de *Crematogaster* por espectroscopías Raman e Infrarroja por transformada de Fourier” siendo uno de los primeros trabajos de hormigas para la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala en la costa de Jalisco y el Occidente de México. Si bien, las tesis suelen ser consideradas como fuentes secundarias de información, son el parteaguas de una gran cantidad de proyectos de investigación y su aportación para este sector de la ciencia mexicana siempre será reconocido y valorado. Además de ser una experiencia invaluable en la formación de futuros investigadores.

Posteriormente en 1996 realizó su primer artículo titulado “Las hormigas y sus interacciones con homópteros y plantas” publicado en la revista *Dugesiana*, donde abordó el tema desde un enfoque complementario, mostrando que para poder comprender estas complejas interacciones era necesario entender el funcionamiento de cada agente de manera independiente, y así, poder analizar su relación de manera integral. Parecía que entre más se adentraba en el mundo de la investigación, más lograba desarrollarse académicamente y es que, su trabajo se veía incitado siempre por la curiosidad y fascinación por el conocimiento.

Continuando con sus estudios, la Dra. Castaño realizó su maestría (1997) y doctorado (2002) también en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Durante su maestría mantuvo su línea de investigación realizando su tesis sobre “Características ecológicas de las hormigas en la selva baja caducifolia de Chamela”, aportando nuevos conocimientos al área que previamente había trabajado, pero ahora incursionando en aspectos de biología y distribución. Para su doctorado tomó un camino diferente y abordó un área que incluso al día de hoy se encuentra poco explorada: los artrópodos del dosel y el impacto que tienen en el desarrollo de plantas epifitas, titulando su tesis como “Estructura de la comunidad de artrópodos epifitos y su papel en el crecimiento de *Tillandsia violacea* (Bromeliaceae) en un bosque templado de Hidalgo, México”. Sus enfoques formulaban tantas preguntas, que solo evidenciaban el desconocimiento que se tenía y se tiene de los artrópodos, por lo que, al tratarse de aportaciones tan significativas, recibió en ambas ocasiones (1998 y 2003) el reconocimiento de Entomología “Ricardo Coronado Padilla” a la mejor tesis. A su vez obtuvo la medalla “Alfonso Caso” al promedio más alto de calificación en estudios de Maestría en Ciencias (Biología Animal). Durante este periodo publicó al menos ocho artículos sometidos a un arbitraje, cuatro sin arbitraje y al menos dos capítulos de libros, trabajando en colaboración con varios colegas, y sobre todo con su mentor, el Dr. Palacios, quien

continuó incentivándola e integrándola en diversos proyectos de investigación.

En 2004 entró en el Sistema Nacional de Investigadores con el nombramiento de investigadora Nivel I, en ese mismo año se incorporó como profesora asociada en la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación en el campus Juriquilla de la Facultad de Ciencias de la UNAM, en el estado de Querétaro. De septiembre de 2005 a septiembre de 2006 realizó una estancia posdoctoral en la Estación de Investigación Isla Barro Colorado del Smithsonian Tropical Research Institute en Panamá, siendo parte de los 1,400 investigadores que reciben al año. A partir de ese momento, su carrera solo iría en ascenso, en 2007 ascendió como Titular A en la misma unidad de la UNAM a la que había pertenecido por tres años, en 2011 cambió a titular B y finalmente en 2015 llegaría a profesora titular C, donde continúa hasta la fecha. En 2008 se convertiría en responsable del Laboratorio de Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos, UMDI-Facultad de Ciencias, Juriquilla, donde igualmente, interesándose en el fortalecimiento académico de la institución, sería nombrada como coordinadora de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra, CGEO-Facultad de Ciencias, UNAM.

Como científicos uno de los compromisos más grandes que se tiene con la sociedad, es el de transmitir el conocimiento, se trata de un tema complejo, puesto que llega a existir mucho recelo sobre los nuevos conocimientos, pero para la Dra. Castaño compartir lo que sabe ha sido una de sus motivaciones dentro de la ciencia, permitir ese flujo de información es lo que nos ayuda a avanzar y a crecer en distintas áreas, razón por la cual no solo busca aprender sobre biología, artrópodos o insectos, sino, que se ha instruido en diversos idiomas; actualmente domina el inglés, portugués y un poco de francés, convirtiéndose poco a poco en una investigadora consolidada y reconocida a nivel mundial. Ha presentado más de 86 trabajos en eventos a nivel nacional y al menos 49 a nivel internacional en más de 15 países, ha publicado más de 90 artículos y 21 capítulos de libro, dirigido más de 20 tesis, impartido más de 81 cursos y organizado más de 10 eventos académicos. En 2013 propuso la realización de la Reunión de Formicidae de México, la cual se realiza cada dos años hasta la fecha. Todos estos logros que a lo largo de los años se han ido acumulado la llevaron a recibir los nombramientos de investigadora nacional nivel II en 2018 y nivel III para el 2023, esperamos y deseamos que, con el paso de los años, su trabajo siga siendo reconocido y recompensado. Entre este lapso de tiempo fue nombrada Coordinadora General de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Juriquilla, Facultad de Ciencias, UNAM, Campus Juriquilla, aportando como investigadora y profesora a mejorar los espacios laborales que muchas veces enfrentan muchas problemáticas que aquellos que no están relacionados con ambas áreas no podrían visualizar, entender o empatizar.

Sin duda su trayectoria puede verse como el hormiguero que poco a poco ha formado a lo largo de la vida,

cada una de sus hormigas representa a las personas con las que se ha encontrado en su camino, incluso, a las distintas versiones de sí misma que la han ayudado a atravesar diversos retos. Cada una le ha ayudado a crear una galería completa, cumpliendo con distintas funciones y aportando de alguna manera a su sistema, dejando al final una estructura que sigue en formación pero que tiene una base firme y fuerte sobre la cual puede continuar creciendo. Considero que lo aquí presentado es solo una parte de todo aquello que la Dra. Castaño ha realizado y representa; no podemos reducir sus aportaciones a simples números o nombramientos académicos, porque a lo largo de su vida ha influido

Reibido: 18 abril 2024

Aceptado: 5 de junio 2024

de distintas formas a quienes la han rodeado, estudiantes, colegas, familia y amigos, incluso a aquellos que no han tenido la oportunidad de convivir personalmente con ella. Finalmente, como una mujer investigadora, profesora y entomóloga, representa todas esas posibilidades para las niñas y mujeres jóvenes que empiezan en la ciencia, su dedicación y pasión siempre serán motivo de admiración. Gracias por haber mantenido siempre esa curiosidad, por todas esas preguntas formuladas y compartidas, por la amabilidad y autenticidad que la caracterizan, y, sobre todo, por haber persistido y ser resiliente cuando más se dificultó el camino.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Con afecto para la Dra. Gabriela Castaño Meneses en reconocimiento a su dedicación y pasión por el estudio de los artrópodos. Agradezco la invitación del editor de la revista por la invitación para participar en este número especial dedicado a la Dra. Castaño Meneses.



Figura 1. A. Durante la inauguración de las Jornadas de Entomología Cultural, Juriquilla, Querétaro. B. Degustación de insectos. C. Partiendo el pastel durante el festejo de su cumpleaños. D. Colocando la primera piedra de lo que ahora es la Unidad Multidisciplinaria de Investigación y Docencia, Facultad de Ciencias, Campus Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México. E. Compartiendo ideas con sus colegas. F. Durante la exposición de alebrijes en la ciudad de Querétaro.

## Degradation time of organic matter in a high medium tropical forest of Petcacab, Quintana Roo, Mexico

### Tiempo de degradación de la materia orgánica en una selva mediana de Petcacab, Quintana Roo, México

Ma Magdalena Vazquez, Lidia G. Valdez Chan, Nancy E. Hernández Magaña y Daniel A. May Uicab

<sup>1</sup>División de Desarrollo Sustentable, Universidad Autónoma Del Estado de Quintana Roo. Av. Boulevard Bahía S / N Col. Del Bosque, CP 77009. Chetumal, Quintana Roo, México.

#### RESUMEN

Se presentan resultados de un estudio efectuado para conocer el tiempo de degradación de la materia orgánica en tres sitios: un área perturbada, un acahual y una selva mediana del ejido forestal de Petcacab, Quintana Roo, México. Se enlistan las familias, géneros y especies encontrados durante el desarrollo del proyecto. Se analizan los índices de diversidad de Shannon ( $H'$ ), dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) y equitatividad de Pielou ( $J'$ ) de los ácaros y colémbolos presentes durante las tres temporadas de muestreo (lluvias, nortes y secas).

Se colectó un total de 11,528 artrópodos correspondientes a 50 familias, 51 géneros y 54 especies, siendo el orden Cryptostigmata el más diverso con 26 familias. El sitio con mayor abundancia fue el acahual con 4,145 organismos y así mismo este sitio presentó el valor más alto de dominancia  $\lambda=0.0771$ . El área perturbada presentó la mayor diversidad de acuerdo con el índice de Shannon con  $H'=3.0931$  y mayor equitatividad  $J'=0.5666$ .

**Palabras clave:** degradación, materia orgánica, abundancia, microartrópodos.

#### ABSTRACT

The results of a study carried out to know the decomposition time of organic matter in 3 different sites are presented: 1. Perturbed area, 2. Regeneration site (acahual), 3. High medium tropical forest in Petcacab, Quintana Roo state Mexico. A check list of families, genera and species found during the developmental time of the project is giving, the Shannon ( $H'$ ) index of biodiversity, the Simpson's dominance ( $\lambda$ ) and Pielou's ( $J'$ ) equitability of mites and collembola during 3 seasons of year (rain, dry and norths) are analyzed.

A total of 11, 528 organisms were collected of which were identified 50 families, 54 genera and 54 species. The Cryptostigmata was the most diverse and abundant with 26 families and organisms. The site in regeneration vegetation (acahual) present the higher abundancy with 4,145 organism and also with higher dominancy  $\lambda=0.0772$ . The perturbed site register the higher diversity ( $H'$ ) =3.0931 and higher equitability  $J'=0.5666$ .

**Key words:** degradation, organic matter, abundance, microarthropods.

Las selvas de Quintana Roo constituyen un recurso natural de gran importancia, económica, ecológica y cultural no sólo para el Estado, sino para todo México. El manejo y la conservación de dichos ecosistemas resulta imprescindible para el desarrollo sostenible de los recursos forestales y del suelo de esta región (Rodríguez *et al.* 2001).

Los suelos son un recurso natural limitado que constituye la base para el cultivo de alimentos; almacenaje y filtración de agua; además de albergar importantes grupos de organismos entre los que están incluidas: bacterias y hongos, algas microscópicas, así como microartrópodos edáficos, que incluye muchas especies poco conocidas (Vázquez *et al.* 1999; Palacios-Vargas 2003).

El objetivo principal de esta investigación fue conocer el tiempo de degradación de la materia orgánica, y de descomposición de la hojarasca, así como su relación con la

biota edáfica en tres sitios diferentes: un área perturbada, un acahual y una selva mediana.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

El ejido de Petcacab Quintana Roo, México (19° 17' 20" N - 88° 13' 31" O) se encuentra en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, y tiene por coordenadas (Fig. 1).

**Bolsas de descomposición.** Para evaluar la pérdida y tasa de descomposición de hojarasca, se utilizó el método de bolsas de descomposición (Bärlocher 2005). Se elaboraron 9 bolsas con material de malla mosquitero de 1 mm de luz, con medidas de 25 cm x 25 cm, se cosieron las partes laterales de la bolsa con ayuda de una aguja capotera y cordel, dejando un espacio donde posteriormente se introdujo la hojarasca, la hojarasca que se tomó del suelo para depo-

sitar en la muestra abarcaba ramas, semillas hojas y dependiendo del sitio con mayor o menor humedad, por ejemplo, en el área perturbada la hojarasca estaba menos húmeda mientras que la del área bien conservada era la que tenía mayor humedad, al final nuevamente se costuró el espacio por donde se introdujo la hojarasca (Fig. 2).

**Trabajo de campo.** Se seleccionaron tres sitios: una selva mediana, un acahual y un área perturbada o de aprovechamiento (área cultivada). La distancia entre los 3 sitios fue de aproximadamente 15 km entre ellos, el área perturbada es un sitio donde se ha llevado a cabo cultivo de frutales, el acahual es un sitio en regeneración con 20 años de abandono de las prácticas antropogénicas, y el sitio bien conservado es una selva mediana subperennifolia sin ninguna intervención humana. En cada sitio se colocaron tres bolsas de malla en las que se depositaron 300 g de hojarasca en cada una de ellas, teniendo un total de 9 bolsas que se revisaron y pesaron cada mes.

Se colocaron tres trampas de malla (mosquitero) de 1 x 1 m para la obtención y acumulación de hojarasca en cada sitio, teniendo un total de tres trampas sostenidas en los árboles obteniendo el peso de la caída de hojarasca en un determinado tiempo (un mes) (Fig. 3).

**Colecta.** Se tomaron tres muestras de hojarasca por sitio cerca de las bolsas de malla que se habían colocado para evaluar la tasa de descomposición. Las muestras de hojarasca se pusieron en bolsas de manta, se etiquetaron con los datos del sitio que fue colectado: fecha, tipo de vegetación, y número de muestra. Estas muestras de hojarasca se trasladaron al Laboratorio de Microartrópodos Edáficos (Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo), para ser procesados por medio de los embudos de Berlesse-Tullgren (Palacios-Vargas y Mejía-Recamier 2007), la hojarasca se colocó en el embudo con una malla de 1 mm de diámetro (Fig. 4). En la parte inferior del embudo se colocó un frasco con alcohol al 70% para coleccionar la fauna que va cayendo por las paredes del embudo, no se utilizó una fuente de luz sobre el embudo (Krantz 2009), se dejaron secar a temperatura ambiente por ocho días, para obtener los microartrópodos en todas sus etapas de desarrollo, estos bajaron por las paredes del embudo por el principio biológico del fototropismo negativo y geotropismo positivo presente en los organismos edáficos, al frasco colector (Krantz y Ainscough, 1990; Krantz 2009). Se separaron a grandes grupos, se cuantificaron, e identificaron con ayuda del microscopio estereoscópico y se colocaron en viales con alcohol.

**Observación, montaje e identificación de los microorganismos.** Se realizaron preparaciones con algunos de los ácaros colectados, para esto fue necesario aclarar los organismos. En la aclaración se utilizó lactofenol, un reactivo que ayuda a la maceración de los tejidos internos y la preservación del exoesqueleto o cutícula en donde se encuentran las estructuras para su identificación. Con un microscopio de la marca ZEISS Scope.A1 AXIO se hizo la identificación y clasificación taxonómica de los organismos, al igual que con las claves especializadas, para Oribatida (Balogh

y Balogh 1990, 2012; Vázquez 1999), Prostigmata (Vázquez-Rojas *et al.* 2020), Mesostigmata (Krantz 2009) y Collembola (Vázquez y Palacios-Vargas 2004).

**Temperatura y humedad.** Se midió la temperatura de cada muestra en cada uno de los sitios, utilizando un termómetro de vástago, que fue introducido en el suelo a una profundidad de 5 cm. Para la humedad se tomaron muestras adicionales de 150 g de suelo que fueron pesadas con una balanza granataria de laboratorio (Fig. 5A), y posteriormente se llevaron a la estufa del laboratorio a 50°C (Fig. 5B) dejándolas cinco días para que procedieran a secarse, así volver a pesar y observar cuánto se perdió de humedad (Mira *et al.* 2007). Cada mes se midió el peso de la hojarasca contenida en la bolsa y se fue registrando la pérdida de peso como indicador de descomposición, debajo de cada bolsa, se tomaba una muestra de los detritos que se acumulaban bajo la bolsa para conocer las biocenosis de microartrópodos presentes en el proceso, así también se llevaron a cabo observaciones cualitativas del cambio de color y la fracturación y descomposición de la hojarasca.

**Análisis estadísticos.** Se calculó la pérdida de peso de la materia orgánica, y se relacionó con la abundancia total de los organismos, la abundancia relativa y los índices de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), dominancia de Simpson, ( $\lambda$ ) y equitatividad de Pielou ( $J'$ ).

## RESULTADOS

Porcentaje de pérdida de peso de la materia orgánica a través del tiempo. Los porcentajes de degradación de la materia orgánica por sitio fueron del 76.44% para el sitio 1 (área perturbada), 73.89 % para el sitio 2 (acahual), y 68.11% para el sitio 3 (selva mediana) (Fig. 6), quedando como materia orgánica sin descomponer el 23.56 %, 26.11% y 31.80 % para los sitios 1, 2 y 3 respectivamente.

En el área perturbada, las muestras presentaron un aumento de peso ya que en esa temporada iniciaron las lluvias y el peso de la hojarasca de 300 g aumentó a 425 g. A partir del mes de marzo y abril las 3 muestras mostraron una disminución notoria ( $m_1=146$  g,  $m_2=113$  g,  $m_3=133$  g) debido a que son los meses secos de acuerdo a la temporada. Por lo que la pérdida de materia orgánica llegó a ser de 55 g en la muestra 3, esta pérdida se corresponde a la degradación de la hojarasca (Fig. 7).

En el acahual, en las 3 muestras se registró un aumento al igual que el sitio 1 siendo de 553 g, a partir del mes de marzo las muestras presentaron una ligera disminución de peso; en el mes de abril y mayo el peso de las muestras presentó una disminución, siendo mayo donde se presentó una mayor disminución con 60 g para la muestra 1 (Fig. 8).

En la selva mediana nuevamente en el mes de diciembre y febrero las muestras incrementaron su peso a 568 g en la muestra 3, en el mes de marzo las muestras empezaron a mostrar una disminución, para el mes de abril y mayo las muestras llegaron a un peso de 91 g en la muestra 3, siendo ésta la que disminuyó más de las 3 que se depositaron en el suelo, mostrando una aceleración en la degradación de la

hojarasca (Fig. 9).

Cuantificación e identificación de ácaros y colémbolos. Se colectó un total de 11, 528 microartrópodos edáficos correspondientes a 50 familias (Tabla 1); el grupo más abundante fueron los ácaros Cryptostigmata con 26 familias, que constituyen el 52%; en segundo lugar, los ácaros Mesostigmata con el 22% y un total de 11 familias, en tercer lugar, los ácaros Prostigmata con 9 familias y el 18% del total; por último, los insectos colémbolos con 4 familias y el 8% de abundancia (Fig. 10).

Durante las tres temporadas (lluvias, nortes y secas) el sitio con mayor abundancia de microartrópodos fue el acahual, con un total de 4,145 organismos, seguido por la selva mediana con un total de 3,746 organismos y por último el área perturbada con un total de 3,637 organismos (Fig. 11).

Variación de la abundancia absoluta de microartrópodos edáficos en temporada de lluvias, nortes y secas. Se presentan variaciones en la abundancia de los organismos durante las tres temporadas en los tres sitios; En el área perturbada durante la temporada de lluvias se contabilizaron 1,992 individuos, en la temporada de nortes se registraron 1,212 individuos y en la época de secas solo se cuantificaron 433 individuos. Para la temporada de lluvias en el acahual se registraron 2,064 individuos, en la temporada de nortes se cuantificaron 433 individuos, y en la temporada de secas se registraron 1,648 individuos. En el área conservada (selva mediana), se contabilizaron 2,431 individuos, siendo esta la mayor abundancia de organismos durante la temporada de lluvias, en la temporada de nortes se registraron 222 individuos, constituyendo la menor abundancia de organismos en esta temporada, y 1,093 individuos en la temporada de secas. Por lo antes mencionado, se encontraron variaciones en las familias de microartrópodos edáficos por cada sitio en las tres temporadas (Fig. 12).

Índices de diversidad por sitio. El índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) presentó el valor más alto con  $H' = 3.0931$  en el área perturbada, siendo así el área que presenta una mayor riqueza de familias; el acahual presentó el valor más alto de dominancia  $\lambda = 0.0771$  y para la equitatividad el valor más alto de también se presentó en el área perturbada  $J' = 0.5666$ . La selva mediana presentó el valor más bajo en la diversidad de Shannon-Wiener  $H' = 2.4482$  y también obtuvo el menor índice de equitatividad con  $J' = 0.4600$ , y el menor índice de dominancia se presentó en el área perturbada  $\lambda = 0.0636$  (Tabla 2).

Índices de diversidad por temporada. Conforme al análisis estadístico el valor más alto del índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) se obtuvo en el área perturbada en la temporada de lluvias  $H' = 3.0781$ , a lo que se refiere que en esta temporada y en este sitio se obtuvo la mayor riqueza de familias; el menor índice de diversidad se presentó en la selva mediana en la temporada de secas  $H' = 2.8581$ . El índice de dominancia de Simpson ( $\lambda$ ) el área perturbada presentó una mayor dominancia en la temporada de secas  $\lambda = 0.1263$ , y la selva mediana en la temporada de nortes presentó el menor índice de dominancia  $\lambda = 0.0920$ . El valor

más alto del índice de equitatividad de Pielou  $J' = 1.7419$  se obtuvo en el acahual en la temporada de secas, el menor valor del índice de equitatividad se obtuvo en el área perturbada  $J' = 0.5909$  en la temporada de lluvias (Tabla 3).

Regresión lineal simple. Degradación de la materia orgánica con la abundancia y diversidad de los microartrópodos edáficos. Se determinó que existe una pequeña relación significativa entre la degradación de la materia orgánica y la diversidad de los microartrópodos edáficos. Siendo  $R^2 = 0.035$   $p < 0.05$ . A mayor diversidad de organismos hay una alta degradación de la materia orgánica (Fig. 13).

## DISCUSIÓN

En el presente trabajo se obtuvo que el porcentaje de pérdida de hojarasca en el área perturbada fue de 76.44 % en 7 meses, mientras que Marmolejo-Moncivais *et al.* (2013) en su estudio realizado en vegetación primaria y secundaria de matorral espinoso los porcentajes de degradación de hojarasca fueron de 25.92% y, 24.58 % en 300 días. En este estudio se observó que la aceleración fue más rápida debido a que las selvas tropicales se caracterizan por tener una humedad más elevada, temperaturas medias de 25° y las importantes actividades de la biota del suelo de acuerdo con estudios realizados de Vázquez (1999, 2016, 2017). Mientras tanto la pérdida para los otros sitios como el acahual se obtuvo un porcentaje del 73.89%, y 68.11 % para la selva mediana subperennifolia, comparándolo con García-Domínguez *et al.* (2020) donde señala que en los acahuales existe una disminución del 50% del peso inicial en 8 meses, y la selva mediana subperennifolia pierde el 50% de su peso inicial después de 6 meses, teniendo así resultados relativamente similares a los de este estudio.

Para este estudio, el índice de diversidad más alto se registró en el área perturbada o de cultivo con un valor de  $H' = 3.093$ , coincidiendo con lo reportado por Che-Uc *et al.* (2019) donde menciona que en el cultivo de maíz obtiene el índice de diversidad más alto, con un valor de  $H' = 2.23$ , mientras que para la vegetación secundaria, registra una dominancia de  $\lambda = 0.79$ , seguido por la selva mediana  $\lambda = 0.0748$  al igual que en el presente, donde la dominancia de Simpson se registra para el acahual siendo el más alto con  $\lambda = 0.0771$ .

Finalmente, se registraron un total de 50 familias de microartrópodos, siendo el orden Cryptostigmata u oribátida de mayor riqueza y abundancia, en diversos estudios realizados en Quintana Roo como los de Alamilla-Pastrana y May (2013), Cauich-Gerónimo (2018), Hernández-Magaña y Argüelles-Marín (2022) mencionan que los ácaros Cryptostigmata son los más abundantes en los suelos de las regiones tropicales.

De acuerdo con David (1987) y Bertrand *et al.* (1987), los diplópodos son el grupo de artrópodos que consumen la mayor cantidad de biomasa total de la hojarasca (30%), en las selvas tropicales de México son muy abundantes y diversos (Bueno-Villegas (2003).

Los diplópodos conjuntamente con los colémbolos y los

ácaros participan activamente en los procesos de descomposición de la materia vegetal y el reciclaje de nutrientes del suelo (Ponge 1980; Lavelle *et al.* 1981; Palacios-Vargas 2003) y son los grupos más abundantes y diversos de la mesofauna y microartrópodos respectivamente en las selvas tropicales (Bueno-Villegas 2003; Palacios-Vargas 2003; Vázquez *et al.* 1999).

### CONCLUSIONES

En las regiones tropicales el proceso de degradación de la hojarasca se lleva a cabo de manera muy acelerada, esto se debe a factores como: la temperatura, la humedad, el oxígeno en el ambiente los cuales son cruciales para el proceso de descomposición. En el presente estudio, en un término de 210 días se redujo hasta un 76.44% de la biomasa vegetal, obteniendo el mayor porcentaje de degradación en el área perturbada, el menor porcentaje fue de 68.11% en una selva mediana en el mismo periodo de tiempo, ambos resultados son mayores a lo reportados por otros estudios y ambientes similares.

Los análisis realizados sobre la diversidad y abundancia de microartrópodos muestran que estos organismos no se encuentran durante todo el año y, por lo tanto, dependen de la temperatura y la temporada. Cada especie o grupo existe donde hay un suministro adecuado de espacio, nutrientes y humedad. Estas condiciones se dan en ecosistemas donde hay mayor abundancia de materia orgánica. Las selvas tropicales del sur de México presentan todas las condiciones para exista una mayor diversidad de microartrópodos y los factores ambientales favorecen la rápida degradación del material vegetal.

### AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se llevó a cabo gracias al apoyo otorgado por la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo a través del programa "Proyectos semilla". Con mucho cariño, respeto y admiración dedicamos este trabajo a la Dra. Gabriela Castaño-Meneses, por su gran trayectoria académica, por su incansable tarea en la formación de recursos humanos, por su amistad y por su apoyo a lo largo de muchos años, así como su colaboración en numerosos proyectos llevados a cabo para el estudio y conocimiento de la biodiversidad edáfica en las selvas tropicales de México, en especial en Quintana Roo.

### LITERATURA CITADA

- Alamilla-Pastrana, E. y D. May. 2013. *Relación entre la riqueza y abundancia de los ácaros oribátidos edáficos y el contenido de materia orgánica en suelos de Cozumel, Quintana Roo*. Tesis de Licenciatura. Manejo de Recursos Naturales. Universidad Autónoma del estado de Quintana Roo.
- Balogh, J. and P. Balogh 1990. *Oribatid Mites of the Neotropical Region II*. Amsterdam: Elsevier, 332 pp.
- Balogh, P. and J. Balogh. 2012. *The soil mites of the world: Vol. 3: Oribatid mites of the neotropical region II* (Vol. 3). Elsevier.
- Bärlocher, F. 2005. Leaf mass loss estimated by litter bag technique In: Graça Mas, Bärlocher, F. and M. Gessner. (Eds.), *Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide* (pp. 37–42). Dordrecht, the Netherlands.
- Bertrand, M., A. Janati-Idrissi and J. P. Lumaret. 1987. Etude expérimentale des facteurs de variation. *Revue d'écologie et de biologie du sol*, 24(3), 359-368.
- Bueno-Villegas, J. 2003. Los diplópodos del suelo en la selva alta de Los Tuxtlas. *Ecología del suelo en la selva tropical húmeda de México*. Instituto de Ecología, AC, Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, UNAM. Xalapa, México, 226-236.
- Cauich-Gerónimo, P. A. 2018. *Variación de la mesofauna edáfica (Acari y Collembola) en tres especies de manglar en el margen costero de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo*. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Che-Uc, W.I., L.Q. Cutz-Pool, L.E. Armenta-Tirado y S.E. Rosado-Martín. 2019. Ácaros Oribátidos de una Selva Secundaria y un Cultivo de Maíz en el Ejido de Nicolás Bravo, Quintana Roo, México. *Agroecosistemas Tropicales*, 317.
- David, J. F. 1987. Relations entre les peuplements de Diplópodes et les types d'humus en forêt d'Orléans. *Revue d'écologie et de biologie du sol*, 24(4), 515-525.
- García-Domínguez, A., L.D. Cámara-Cabrerales, J.C. Van Der Wal y J.L. Martínez-Sánchez. 2020. Producción y tasa de descomposición de hojarasca en acahuales de Tabasco, México. *Madera y bosques*, 26(1).
- Hernández-Magaña, N.E. y N.G. Argüelles-Marín. 2022. *Diversidad y riqueza específica de microartrópodos edáficos en Raudales, Quintana Roo, México*. Tesis de Licenciatura, Manejo de Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo.
- Krantz, G. 2009. *A Manual of Acarology*, 2nd ed.; Oregon State University Book Stores, Inc.: Corvallis, OR, USA, 1978.
- Krantz, G. and B. Ainscough. 1990. Acarina: Mesostigmata (Gamasida). In Dindal, D. L. (ed.) *Soil biology guide*. Wiley, New York.
- Lavelle, P., M.E. Maury y V. Serrano. 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la región de Laguna Verde, Veracruz: Época de lluvias. *Instituto de Ecología de México Publicaciones*, 6, 75-105.
- Marmolejo-Moncivais, J.G., C.M. Cantú-Ayala y M.A. Gutiérrez-Suárez. 2013. Degradación de la hojarasca en sitios con vegetación primaria y secundaria del Matorral Espinoso Tamaulipeco. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4(17), 174-181
- Mira, M., E. Valor, R. Boluda, V. Caselles y C. Coll. 2007. Influencia del efecto de la humedad del suelo en la emisividad del infrarrojo térmico. *Tethys* (4), 3-10. <https://roderic.uv.es/handle/10550/2317>.
- Palacios-Vargas, J.G. 2003. Los microartrópodos (Collembola) de la selva tropical húmeda. *Ecología del suelo en*

*la selva tropical húmeda de México*, Álvarez-Sánchez, J. y E. Naranjo-García (eds.). Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz/. Instituto de Biología, UNAM/Facultad de Ciencias, UNAM, México, DF, 217-225.

Palacios-Vargas, J.G. y B.E. Mejía-Recamier. 2007. *Técnicas de colecta, montaje y preservación de microartrópodos edáficos*. Pág 36. UNAM, Facultad de Ciencias.

Ponge, J. F. 1980. Les biocénoses des Collemboles de la forêt de Sénart. *Actualités d'écologie forestière: sol, flore, faune*, 151-176.

Rodríguez A.C., D. Prieto-Trueba y M.M. Vázquez. 2001. Producción y descomposición de hojarasca en una selva baja inundable de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo México. (pp. 25-30) en Vázquez, M.M. (Ed.). *Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo*. UQROO.

Reibido: 19 de enero 2024

Aceptado: 4 de junio 2024

Vázquez, M.M. 1999. *Fauna edáfica de las selvas tropicales de Quintana Roo*. Chetumal, Quintana Roo, México: *Universidad de Quintana Roo, UQROO-Conacyt*.

Vázquez, M.M. 2017. *Riqueza de especies y biodiversidad edáfica de una zona de humedales del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo, México*. Universidad de Quintana Roo. Departamento de Ciencias Naturales. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. LH012. Ciudad de México.

Vázquez M.M. y J.G. Palacios-Vargas. (2004). *Catálogo de colémbolos (Hexapoda: Collembola) de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*.

Vázquez, M.M., D. May y E. Alamilla-Pastrana. 2016. Riqueza específica y biodiversidad de Cozumel, Quintana Roo, México. *Teoría y Praxis*, (19), 137-171. <https://doi.org/10.22403/uqroomx/typ19/07>.

Vázquez-Rojas, M., M.M. Vázquez, F. Medina, A. Bieler, B.E. Mejía-Recamier, E. Alamilla-Pastrana y D. May. 2020. *Ácaros Prostigmata y Endeostigmata de las selvas tropicales de Quintana Roo, México*. (1ª. ed). Facultad de Ciencias de la UNAM.

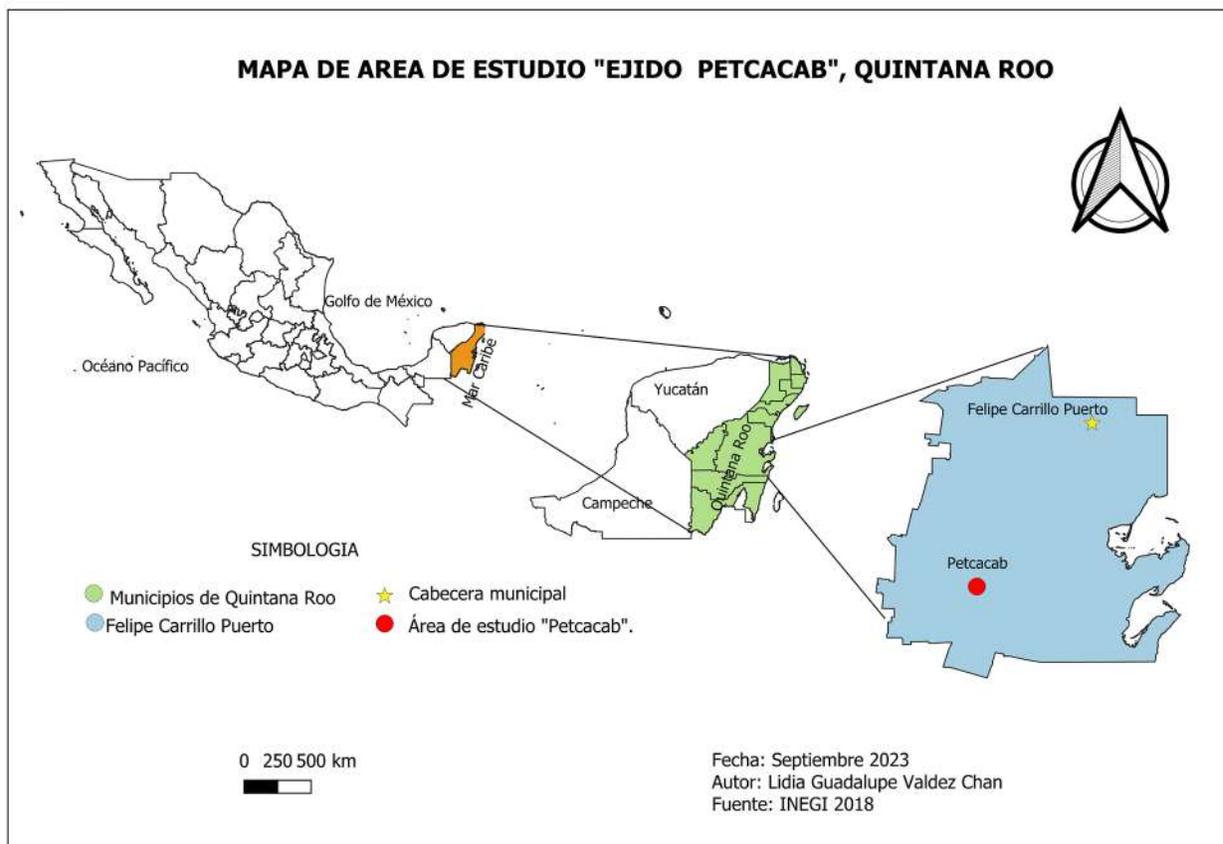


Figura 1. Área de estudio. Petcacab, Quintana Roo (19° 17' 20" N - 88° 13' 31" O), México. Elaboración, Valdez, L.



Figura 2. Materiales para la elaboración de las bolsas de malla. Fotografía: Valdez, L.



Figura 3. Malla extendida para la obtención de Hojarasca. Fotografía: Valdez, L.



Figura 4. Método embudo de Berlesse-Tullgren la obtención de los microartrópodos edáficos. Fotografía: Valdez, L.

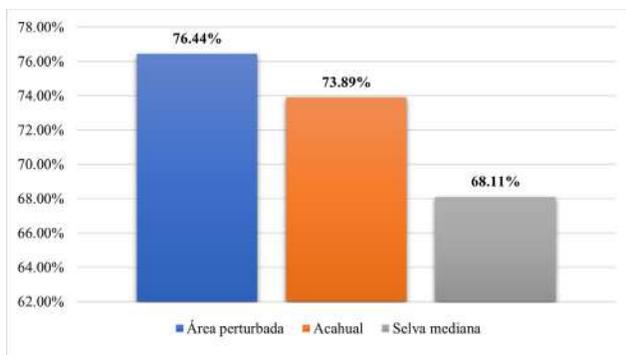


Figura 6. Porcentajes de degradación de la materia orgánica por sitio, en el ejido de Petcacab, Quintana Roo, México.



A



B

Figura 5 AB. A. Pesaje de las muestras de suelo, B. Introducción de las muestras de suelo a la estufa para el secado. Fotografía: Valdez, L.

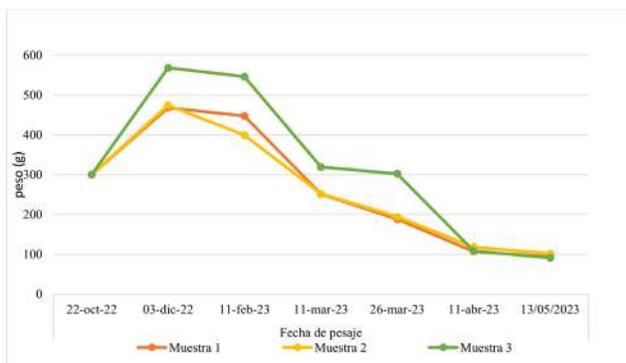


Figura 7. Degradación de la materia orgánica, sitio 1. Área perturbada, en el ejido de Petcacab, Quintana Roo, México.

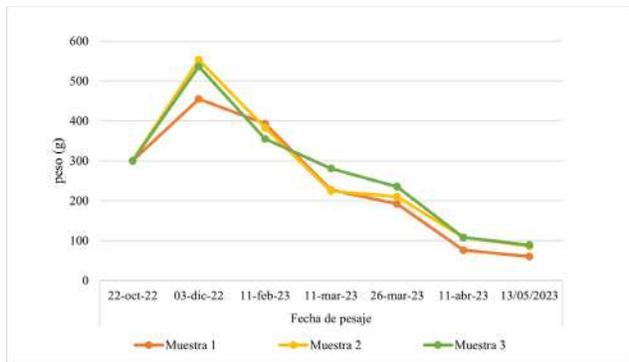


Figura 8. Degradación de la materia orgánica, sitio 2. Acahual, en el ejido de Petcacab, Quintana Roo, México.

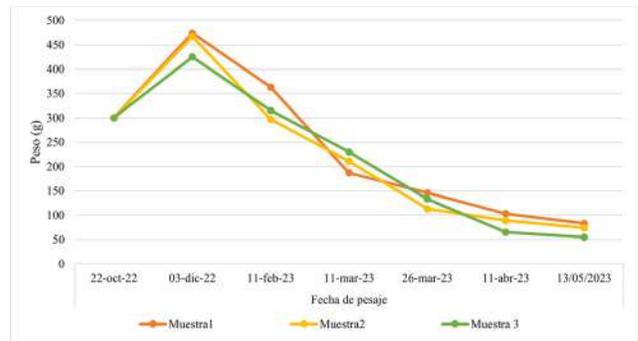


Figura 9. Degradación de la materia orgánica, sitio 3. Selva mediana, en el ejido de Petcacab, Quintana Roo, México.

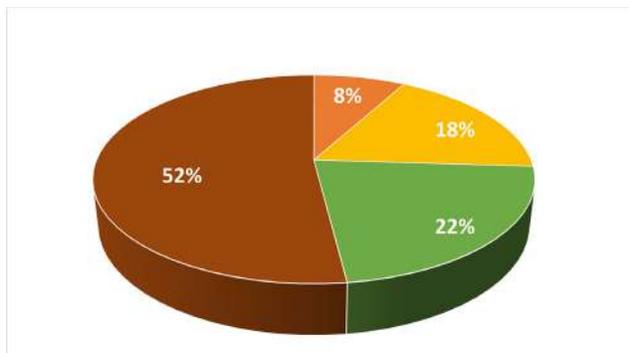


Figura 10. Distribución del porcentaje de microartrópodos edáficos en los tres tipos de vegetación en el ejido de Petcacab, Quintana Roo, México.

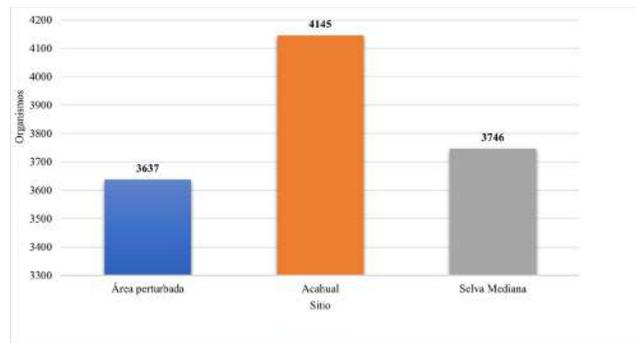


Figura 11. Distribución de la abundancia absoluta de microartrópodos edáficos en un Área perturbada, en un Acahual y en una Selva Mediana.

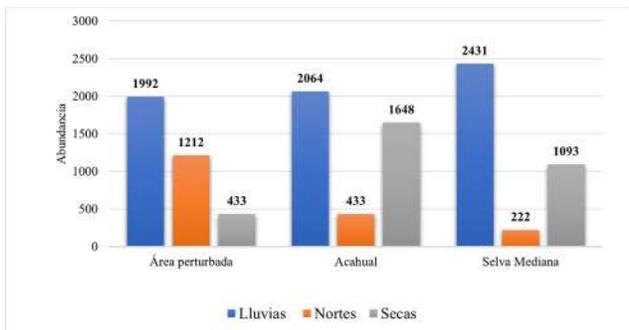


Figura 12. Variación de la abundancia absoluta de microartrópodos edáficos en las tres temporadas por tipo de vegetación.

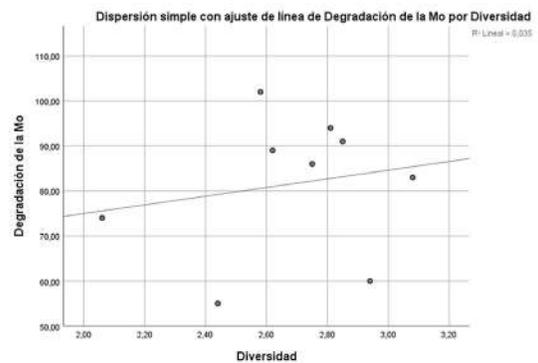


Fig. 13. Análisis de regresión lineal entre la degradación de la materia orgánica y la diversidad de los microartrópodos edáficos en el ejido de Petcacab Quintana Roo.

Tabla 1. Lista de especies de microartrópodos edáficos encontrados en el área de estudio.

		<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>
<b>Clase</b>				
<b>Insecta</b>				
	<b>Collembola</b>			
		<b>Hypogastruridae</b>	<i>Xenylla</i>	<i>grisea</i>
		<b>Entomobryidae</b>	<i>Lepidocyrtus</i>	<i>violaceus</i>
		<b>Isotomidae</b>	<i>Folsomia</i>	<i>candida</i>
		<b>Sminthuridae</b>	<i>Sphaeridia</i>	<i>pumilis</i>
<b>Clase</b>				
<b>Acari</b>				
	<b>Prostigmata</b>			
		<b>Eupodidae</b>	<i>Eupodes</i>	Sp.
		<b>Bdellidae</b>	<i>Bdella</i>	Sp. 1
		<b>Cunaxidae</b>	<i>Cunaxa</i>	Sp.
		<b>Nanorchestidae</b>	<i>Nanorchestes</i>	Sp.
		<b>Cryptognathidae</b>	<i>Cryptognathus</i>	Sp.
		<b>Caeculidae</b>	<i>Caeculus</i>	Sp.
		<b>Smaridiidae</b>	<i>Smaris</i>	Sp.
		<b>Trombidiidae</b>	<i>Microtombidium</i>	Sp.
		<b>Trombiculidae</b>	<i>Neotrombicula</i>	Sp.





## Hidden in the cracks, a new species of Scorpion from Michoacan, Mexico (Scorpiones: Vaejovidae)

### Escondido en las grietas, una nueva especie de alacrán de Michoacán, México (Scorpiones: Vaejovidae)

Gerardo A. Contreras Félix<sup>1,\*</sup> and José L. Navarrete Heredia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudios en Zoología (CZUG), Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUC-BA), Universidad de Guadalajara (UdG), Zapopan, Jalisco. \*contrerasfelixga@gmail.com

#### ABSTRACT

A new species of *Vaejovis* is described for Michoacan, Mexico belonging to the *nigrescens/nitidulus* group, the less diverse group of species from the genus. This species has a preference for synanthropic environments and inhabits rock walls within the city limits. Additionally, the pictures of the hemispermaphore are presented and characters are named according to new terminology. This species is named honoring Dr. Gabriela Castaño Meneses for her great contributions to arthropods research in Mexico and the world.

**Key words:** diversity, endemism, sympatry, lithophilous.

#### RESUMEN

Se describe una nueva especie de *Vaejovis* de Michoacán, México la cual pertenece al grupo *nigrescens/nitidulus*, el grupo con menor diversidad del género. Esta especie tiene una preferencia por ambientes sinantrópicos y habita en paredes de piedra dentro de la ciudad. Adicionalmente se presentan fotografías del hemispermatóforo y las características se nombran de acuerdo con la nueva terminología. Esta especie es nombrada en honor a la Dra. Gabriela Castaño Meneses, por su gran contribución a la investigación en artrópodos de México y el mundo.

**Palabras clave:** diversidad, endemismo, simpatria, litófilo.

Scorpions are one of the most adaptable species of animals, as they can inhabit different types of areas. Although most of the species can be found living under rocks, stumps or other litter in the floor; others inhabit the fallen leaves, the vegetation or even caves; but some species are specialized in inhabiting rock crevices.

The genus *Vaejovis* C.L. Koch, 1836 is the most diverse of the family with more than 70 species, all of them distributed between Mexico and the United States. The great diversity of this genus traditionally is divided in groups. Nowadays only three groups remain: *mexicanus* (36 spp.), *nigrescens/nitidulus* (13 spp.) and *vorhiesi* (26 spp.) (Contreras-Félix and Francke, 2019) (Table. 1). Only the *mexicanus* group has been revised recently (Contreras-Félix and Francke 2019), whereas the *vorhiesi* group has 9 species described on the last 10 years (Table 1); this left the *nigrescens/nitidulus* group neglected for almost 20 years since its last description of species and more than 30 years since its last revision (Sissom and Francke, 1985; Sissom, 1991; Zárate-Gálvez y Francke, 2009); although Soleglad and Fet (2005) split this group into the genus *Franckeus* and the group *nigrescens*, this separation must be proven with further research.

The *nigrescens/nitidulus* group can be distinguish for the following characters: smooth ventral medial carina on

metasomal segment I-V, the presence of a sclerotized mating plug, the long pedipalp chela and fingers (Sissom and Francke, 1985; Contreras-Félix and Francke, 2019) and finally the glandular white tips on each fingertip of pedipalp chela. Although, it has not been properly reviewed in almost 40 years, it remains a group with well-set characters that provide enough evidence to clearly incorporate new species, provide them resemble such characters. Here is described the newest species to be included in the *nigrescens/nitidulus* group, from Michoacan, Mexico.

#### MATERIAL AND METHODS

Nomenclature mensuration follows Stahnke (1970); trichobothrial, metasomal and pedipalps carinae terminology follows González-Santillán and Prendini (2013); lateral ocelli terminology follows Loria and Prendini (2014). Variation metasomal segment carina follows Santibáñez-López and Sissom (2010), leg telotarsi setae follows Contreras-Félix *et al.*, (2015). The hemispermaphore was dissected following Vachon (1952) and cleaned by hand with two entomological needles; terminology follows Chávez-Samayoa *et al.* (2022). Surfaces of the carapace, metasoma, and pedipalp were observed and photographed under UV light as described in Prendini (2003) and Volschenk (2005). Higher-level taxonomy of scorpions fol-

lows Santibáñez-López *et al.*, (2019). Measurements were taken with an ocular micrometer calibrated at 10X and are given in millimeters. Measurements and proportion are given inside parenthesis.

Abbreviations for depositories are as follows: CZUG—Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara and with codes according given according to the database of the collection (CZUG-Holotypes Arachnida “HA”-XXXX or Sco-XXXX); CNAN—Colección Nacional de Arácnidos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Other abbreviations used: L=length, W=width, D=Depth, C=carapace, MSI=metasomal segment I, MSV=metasomal segment V, V=vesicle, CG=caudal gland, F=pedipalp femur, P=pedipalp patella, CM=chela manus, FF=fixed finger. Proportions given in round brackets and variation ranges for females, if presents, are given after a hyphen -(2-2.1).

## RESULTS

**Scorpiones Linnaeus, 1752**

**Vaejovoidea Thorell, 1876**

**Vaejovidae Thorell, 1876**

**Vaejovinae Thorell, 1876**

**Vaejovis C.L. Koch, 1836**

***Vaejovis castanoae* sp. nov.**

Figures: 1 a-d; 2 a-d; 3 a-d; 4 a-d; 5 a-d; 6 a-d; 7 a-d; 8 a-c; 9 a-c; 10; table 2-4

<http://zoobank.org/2D433823-AC3B-48D1-BEF4-3387FC6C3F9F>

**Etymology:** The species epithet is a patronym named after Dr. Gabriela Castaño Meneses, one of the most prominent scientists in Mexico working on Arthropods communities in different environments.

**Holotype.** MEXICO, Michoacan, *Mpio:* Marcos Castellanos, perimetral wall of the local graveyard (N 19.99129, W 103.02834, 1965 masl.). October 20th, 2020. Collectors: J. Vargas and G. Contreras. 1 male, CZUG Types #CZUG-HA-0004. Paratypes: Same data as the holotype. 5 females (CZUG-HA-0005), 2 females (CNAN). Other material examined: MEXICO, Michoacan, *Mpio:* Marcos Castellanos, perimetral wall of the local graveyard (N 19.99129, W 103.02834, 1965 masl.). September 16th, 2020. Collectors: O. del-Pozo and G. Contreras, 4 females (Sco-00304). *Vaejovis nigrescens:* MEXICO, Michoacán, *Mpio:* Morelia, Colonia Obrera (19.710306, -101.182561, 1919 masl.). 3 males, 1 female. *V. intermedius:* MEXICO, Durango, *Mpio:* Mezquital, “La Joya” resort, on the way to aldea de los Pigmeos (23.46611, -104.36805, 1480 masl.). 3 males, 3 females. *V. janssi:* MEXICO, Socorro Island, Revillagigedo achipelago (18.79797, -110.97545, 922 masl.). 1 male, 5 females. *V. mitchelli:* MEXICO, Querétaro, *Mpio:* Jalpan de Serra, Concá river bank (21.45976, -99.6446, 571 masl.). 2 males, 2 females. *V. pococki:* MEXICO, Querétaro, *Mpio:* San Juan del Río, 2 km. south from Galindo (20.37671, -100.07878, 1959 masl.). 3 males, 3 females

**Diagnosis:** *Vaejovis castanoae* sp. nov. can be distin-

guished from *V. nigrescens* by the trochanter, femur, patella, and chela manus noticeable infuscate, whereas on *V. castanoae* sp. nov. those four segments are feebly infuscate to immaculate: *V. castanoae* sp. nov. presents shorter chela fingers compared with the chela manus length (fixed finger: 1-1.1; movable finger: 1.2-1.3), whereas on *V. nigrescens* fingers are larger (fixed finger: 1.2; movable finger: 1.5); basal lateral trough on *Vaejovis nigrescens* is broad and rounded, whereas on *V. castanoae* sp. nov. Blt is narrow and noticeable pointed, nearly on an angle of 45°. Other species geographically and morphologically close to *V. castanoae* sp. nov. is *V. intermedius*, but they can be differentiated by the infuscation on the carapace and tergites in *V. castanoae* sp. nov., whereas on *V. intermedius* if this coloration is present it is reduced to the margins of each part and the rest of the segments are immaculate; mesosomal sternite VII on *V. intermedius* presents more than 40 macrosetae, whereas *V. castanoae* always presents less than 20 macrosetae; lamina equal or longer than the 60% total length of hemispermatophore on *V. intermedius*, whereas on *V. castanoae* sp. nov. lamina is equal, never longer than the 50% of the hemispermatophore total length. *V. janssi* is another species closer to *V. castanoae* sp. nov. but can be differentiated by the presence of crenulate ventral median carinae on metasomal segment I on *V. janssi*, whereas on *V. castanoae* sp. nov. these carinae are obsolete; additionally, *V. janssi* presents a ventral retrolateral, ventral median and prolateral ventral carinae on chela manus complete and granular, whereas on *V. castanoae* sp. nov. these carinae are smooth to crenulate. *V. mitchelli* is another geographically and morphologically close species to *V. castanoae* sp. nov. but can be differentiated by the pectinal counts, *V. castanoae* sp. nov. has 21-21 in males and 18-20 in females, whereas *V. mitchelli* has 27-28 in males and 25-26 in females; the metasomal segment III is as long as wide in *V. castanoae* sp. nov, whereas on *V. mitchelli* is longer than wide (metasomal segment III L/W ratio in *V. castanoae* sp. nov. is 1-0.9 and in *V. mitchelli* is 1.10-1.13): fixed and movable fingers also differ between these two species, as *V. castanoae* sp. nov. does has 6 subrows of denticles on fixed finger and seven in movable finger, whereas *V. mitchelli* has 7 subrows of denticles on fixed finger and eight in movable finger. Finally, *V. pococki* is the last species close geographically and morphologically to *V. castanoae* sp. nov. but they differ as follows. Sternite VII with lateral carinae faint to obsolete on *V. pococki*, whereas on *V. castanoae* sp. nov. these carinae are evidently granular to crenulated; metasomal segment V is shorter, never twice longer than wide, in *V. castanoae* (ratio L/W 1.9-1.7), whereas on *V. pococki* is twice longer than wide (ratio L/W 2-2.1); additionally, metasomal segment V has all carinae weak to obsolete in *V. pococki*, whereas *V. castanoae* sp. nov. has all carinae granular.

**Description:** The following description is based on the type series including one male and five females adults of both sexes and additional material examined (4 females)

(Fig: 1).

*Color and infuscations:* Body base color yellowish (maintained on alcohol). Cheliceral manus dorsal surface densely infuscate on the anterior edge, becoming diffuse and reticular pigment on the two posterior thirds. Carapace densely infuscate on the margins, becoming diffuse toward the posterior third (Fig. 1). Pedipalp femur, dorsal prolateral carina densely infuscate, the rest of the carinae feebly infuscate; patella carinae faintly infuscate, except for the posterior third of the dorsal prolateral carina, which is densely infuscate; chela carinae noticeable infuscate in females, whereas on males they are faintly infuscate, base of the fixed and movable fingers densely infuscate. Coxosternal region, genital operculum and pectines immaculate (Fig: 1b). Legs noticeable infuscate. Mesosomal tergites infuscated, except for an immaculate line, running longitudinally just at the middle; sternites immaculate, except for the lateral carinae and the posterior edge of the tergite VII. Metasomal segments I-IV, dorsal lateral and lateral median carinae, faintly infuscate, lateral inframedian carina noticeable infuscate; ventral lateral and ventral submedian carinae completely infuscate; metasomal segment I, dorsal lateral and the two anterior thirds of the ventral face weakly infuscate, whereas on the posterior third is densely infuscate; segments II-IV, dorsal face, weakly infuscate, lateral faces densely infuscate and ventral face infuscate completely; segment V dark, completely infuscate. Telson vesicle base color yellowish to reddish, ventral and dorsal surfaces faintly infuscate.

*Chelicerae:* Manus dorsal surface smooth, with one macrosetae located on medially on anterior flat plate of manus (Fig. 2A). Movable finger ventral surface with serrula, comprising 23-25 times in distal fifth.

*Carapace* (Fig: 2a): Length equal or slightly shorter than posterior width (0.96), carapace length equal to slightly shorter than the metasomal segment V length (0.95) and equal to shorter than femur length (0.96). Surface granular, except for the anterior ocular area, which is smooth to feebly granular. Anterior margin concave and straight and three macrosetae on each side (Fig: 2a). Lateral ocelli conform type 3A, PDMi small, almost vestigial, PLMA and MLMA subequal in size. Median tubercle prominent, situated in anterior half of carapace, superciliary carinae granular to crenulated. Median ocelli approximately two times the size of the anterolateral ocelli. Anteromedian and posteromedian sulcus deep and narrow, posterolateral sulcus shallow, and posterior transverse sulcus shallow.

*Coxosternal region* (Fig: 2b): Sternum subequilateral pentagonal, anterior width slightly greater than length (1.33-1.25). Median sulcus deep, ventral surfaces smooth with three pairs of macrosetae (Fig: 2b). Coxae ventral surface entirely smooth. Coxa II, prolateral proximal margin smooth, subproximally with two pairs of macrosetae on each side. Coxa IV length 1.5 the length of coxa II (1.5).

*Pedipalps:* Femur length more than three times greater than width (3.6) (Table 2); intercarinal surfaces shagreened to granular; dorsal prolateral, dorsal retrolateral and ventral

prolateral carinae complete granular (Fig: 3 a-d); ventral median and retrolateral ventral carinae complete granular; ventral retrosubmedian carina granular, on the proximal half of the segment; retrolateral dorsosubmedian carina partial, present only on the median part of the segment, comprising 10 to 14 granules; prolateral ventral and prolateral ventrosubmedian carinae vestigial, reduced to three to four conical granules with one macrosetae (Fig: 3d). Patella (Fig: 4 a-d) length more than three times greater than the width (3.4-3.3) and slightly wider than the femur (1.1); intercarinal surfaces shagreened; dorsal prolateral, dorsal retrolateral, ventral prolateral and ventral retrosubmedian carinae granular and complete; ventral median carina granular, present on the proximal third of the segment; prolateral ventral carina obsolete, only present by one or two macrosetae; prolateral process developed, prolateral median carina complete and granular, comprised by a line of isolated granules; retrolateral median carina weak and partial, comprising a broken row of granules; retrolateral dorsosubmedian carina vestigial, barely recognized by some granules on the middle of the segment. Chela length (1.8-1.7) times greater than patella length, (1.8-1.9) times greater than femur length; width (1.3-1.1) times greater than patella width, (1.5-1.3) times greater than the femur width. Manus tubular (Fig: 5 a-d); all intercarinal surfaces shagreened to minutely granular, with smaller granules than femur and patella; dorsal retrolateral, dorsal median and retrolateral median carinae complete, crenulate to costate, may present by unordered rows of faint granules; prolateral dorsal, dorsal prosubmedian and dorsal prolateral carinae fused, granular; prolateral median and prolateral ventrosubmedian carinae fused and noticeable granular; ventral prolateral and prolateral ventral carinae fused crenulated, becoming granular on the posterior half of the manus; ventral retrolateral and ventral retrosubmedian carinae partial, only present on the median half of the manus, comprised of an irregular row of granules; retrolateral median carina partial, granular, comprising three irregular rows of small granules; other carinae obsolete (Fig: 5 a-d). Fixed and movable fingers dentate margin linear, notches and lobes absent; fixed finger median denticle row comprising six denticle subrows flanked by six prolateral and retrolateral denticles, retrolateral denticles aligned with subrows; movable finger denticle row six denticle subrows, flanked by seven prolateral and six retrolateral denticles, terminal subrow usually comprising one single denticle; retrolateral denticles proximal to the prolateral denticles.

Trichobothrial pattern orthobothriotaxic type C; chela trichobothrium *Db* situated under dorsal retrolateral carina, in proximal fifth of manus; *Dt* situated in proximal half of manus above dorsal retrolateral carina (Fig: 5a); *ib* and *it* situated on the base of the fixed finger (Fig: 5d).

*Legs:* Basitarsi, prolateral ventral spinule rows on leg I-II complete, extending the whole length of the leg, incomplete in III absent on IV; retrolateral ventral spinule row on legs I-II partial, incomplete on III and absent on IV; ret-

rolateral dorsal spinule row on leg I, partial, only present on the posterior fifth, on leg II-III incomplete, absent on leg IV. Telotarsi, macrosetal count on I-IV, prointernal and retrointernal side: 1/0:2/1:2/1:3/2 (males), 1/0:1/1:2/1:3/2 (females). Two pairs of ventrodiscal spinules (Fig: 6 a-d).

*Genital operculum*: genital operculum (2-1.9) times wider than long with two to three macrosetae on the lateral half of each sclerite and several minor macrosetae on the near the median part of the sclerite; sclerites free longitudinally on anterior third, fused distally (male) or longitudinally (females); genital papillae present, protruding posteriorly (males) (Fig: 2b) or absent (females) (Fig: 2d).

*Hemispermaphore* (Fig: 7a-b): laminar measurements (mm), lamina length equal to the stem (1); Blt<sub>AL</sub>, 1.2; Clt<sub>AL</sub>, 0.6; Lcdc absent. Laminar antero-distal process vestigial, almost straight; laminar hooks bilobated. Capsular distal carina vestigial, never protruding from de lamina; basal lateral trough deep; capsular basal carina straight, without hooklets; clasper rounded and not evident. Stem axial carina prominent, slightly perpendicular to the posterior margin. Hemimating plug developed from the inner lobe; distal barb margin straight.

*Pectines*: basal piece with two pairs of macrosetae, eventually three pairs can be found. Marginal lamella comprising three sclerites (Fig: 2b, d). Medial lamella proximal four to five sclerites fused, thirteen (males and females). Fulcra, 20/20 (males) or 18/19 (females). Pectinal tooth count: 21 (males), 18-20 (females, n=10).

*Tergites*: tergites I-VII intercarinal surfaces pretergites and margin of anterior pretergites shagreened; tergite I granular on the posterior edge, tergite II-IV, postergite granular; dorsal median carina obsolete on I-II, weak on III and strong on IV-VII, dorsal lateral carina obsolete on I-VI. *Sternites*: sternites III-VI surfaces smooth, slit-like, minute spiracles minute more than three times longer than wide; sternite V, with a noticeable semicircular white glandular area, semicircular, present on the posterior margin (males); sternite VII intercarinal median surface smooth, shagreened to feebly granular laterally, 19 setae including one pair on posterior margin (Fig: 2c); ventral submedian carina well-developed, crenulated to granular, never reaching anterior or posterior edges on males, whereas females present it closer to posterior margin. Posterior margin of sternite VII slightly elevated at the middle.

*Metasoma* (Fig 8 a-c): length (1.6 -1.2) times greater than mesosoma length. Segment I-V length (0.8), (1-0.9), (1-0.9), (1.2-1.1), (1.7-1.9) times greater than width respectively; ventral intercarinal surfaces completely smooth, lateral and dorsal surfaces shagreened, with some scattered granules dispersed along each face mostly smooth; dorsal lateral carinae complete granular terminating in enlarged spiniform granules posteriorly on segments I-IV, on V comprising several unordered rows of rounded granules; lateral median carinae complete, granular terminating in enlarged spiniform granules posteriorly on I-III, lobate posteriorly on IV, partial, granular on the anterior four fifths on V; lat-

eral inframedian carinae complete, granular on I, partial restricted to posterior third, granular on II-III, absent on IV; ventral lateral carinae complete, granular (males), granular to crenulated (females) on I-V; ventral submedian carinae complete, smooth (males), smooth to obsolete (females) on I-IV; ventral median carina complete granular on V (Fig. 8c). Macrosetal count on carinae segments I-V, respectively: dorsal lateral 0/1/1/2/6; lateral median, 0-1/1/2/4/3; lateral inframedian, 3-2/2/2-1/1; ventral lateral, 3/3/3/3/6; ventral lateral, 2/3/3/3/5; full variation is presented on table 3.

*Telson* (Fig: 9 a-c): vesicle elongated, length (2.3-2.1) greater than width, (4.7-4.3) times greater than aculeus length. Dorsal surface smooth, except for the lateral edges that are crenulated, without hyaline glandular area, flat. Ventral surface finely granular; subaculear tubercle obsolete. Aculeus laterobasal microserration absent.

*Natural history*: The adults of this species were collected past the rain season at the beginning of the fall and is sympatric with *Centruroides ornatus* Pocock, 1902, as both species are occupying the same habitat, although *C. ornatus* is more abundant than *V. catanae* sp. nov.

*Habitat*: *Vaejovis castanae* sp. nov. is a species that inhabits exclusively on the crevices of rock wall. It was collected during the night, with the aid of UV lights. This species was only located on the wall of the town graveyard. *Distribution*: This species is only known from the type locality. Although further collections were made on the surrounding areas, but these collections were unsuccessful (Fig: 10).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The first author would like to acknowledge CONAHCYT for the financial support and the postdoctoral grant (CVU 419284). The research was conducted under scientific collecting permit FAUT-027 issued by SEMARNAT to Tila María Pérez Ortiz. We would thank to all the people who assisted during the field work and to Universidad de Guadalajara for the facilities where this work was done.

#### LITERATURE CITED

- Chávez-Samayoa, F., J.E. Díaz-Plascencia and E. González-Santillán. 2022. Two new species of *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) belonging to the *mexicanus* group from Aguascalientes, Mexico, with comments on the homology and function of the hemispermaphore. *Zoologischer Anzeiger* 298: 148–169. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2022.04.005>
- Contreras-Félix, G.A. and O.F. Francke. 2019. Taxonomic revision of the “*mexicanus*” group of the genus *Vaejovis* C.L. Koch, 1836 (Scorpiones: Vaejovidae). *Zootaxa*, 4596(1): 1–100. <https://doi.org/10.7550/rmb.37437>
- Contreras-Félix, G.A., O.F. Francke and R.W. Bryson Jr. 2015. A new species of the “*mexicanus*” group of the genus *Vaejovis* C.L. Koch, 1836 from the Mexican state of Aguascalientes (Scorpiones: Vaejovidae). *Zootaxa*,

- 3936(1): 131–140.  
<https://doi.org/10.3958/059.046.0119>
- González-Santillán, E. and L. Prendini. 2013. Redefinition and generic revision of the North American Vaejovid Scorpion subfamily Syntropinae Kraepelin, 1905, with description of six new genera. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 380: 1–71.  
<https://doi.org/10.1206/830.1>
- Loria, S.F. and L. Prendini. 2014. Homology of the lateral eyes of Scorpiones: A six-ocellus model. *PLoS One*, 9(12): e112913.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112913>
- Prendini, L. 2003. Revision of the genus *Liposoma* Lawrence, 1928 (Scorpiones: Bothriuridae). *Insect Systematics and Evolution*, 34(3): 241–264.  
<https://doi.org/10.1163/187631203788964764>
- Santibáñez-López, C.E. y D.W. Sissom, 2010. A new species of the *Vaejovis eusthenura* group in Oaxaca, Mexico (Scorpiones: Vaejovidae). *Zootaxa*, 2493(1): 49–58.  
[10.11646/ZOOTAXA.2493.1.4](https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.2493.1.4)
- Santibáñez-López, C.E., E. González-Santillán, L. Monod and P. Sharma. 2019. Phylogenomics facilitates stable Scorpion systematics: Reassessing the relationships of Vaejovidae and a new higher-level classification of Scorpiones (Arachnida). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 135: 22–30.  
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.02.021>
- Sissom, W.D. 1991. Systematic studies on the *Nitidulus* group of the genus *Vaejovis*, with description of seven new species (Scorpiones, Vaejovida). *The Journal of Arachnology*, 19(1):4–28.
- Sissom, W.D. and O.F. Francke. 1985. Redescription of some poorly known species of the *Nitidulus* group of the genus *Vaejovis* (Scorpiones, Vaejovidae). *Journal of Arachnology*, 13(2): 243–266.
- Soleglad M.E. and V. Fet. 2005. A new scorpion genus (Scorpiones: Vaejovidae) from Mexico. *Euscorpius*, 24: 1–13.  
<https://dx.doi.org/10.18590/euscorpius.2005.vol2005.iss24.1>
- Stahnke, H.L. 1970. Scorpion nomenclature and mensuration. *Entomological News*, 81(12): 297–316.
- Vachon, M. 1952. *Étude sur les Scorpions*. Institut Pasteur d'Algérie. Algeria.
- Volschenk, E.S. 2005. A new technique for examining surface morphosculpture of Scorpions. *Journal of Arachnology*, 33(3): 820–825.  
<https://doi.org/10.1636/s03-047.1>
- Zárate-Gáavez, K. and O. F. Francke. 2009. A new *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) from Chiapas, México. *Zootaxa*, 2313(1):61–68.  
[10.11646/ZOOTAXA.2313.1.3](https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.2313.1.3)

Reibido: 30 de abril 2024

Aceptado: 5 de junio 2024

Table 1. List of species of the three recognized groups of the genus *Vaejovis* C.L. Koch, 1836.

Species of <i>Vaejovis</i> and the group where they are affiliated		
“mexicanus” group	“nigrescens/nitidulus” group	“vorhiesi” group
<i>V. aguazarca</i> Díaz-Plascencia & González-Santillán, 2022	<i>V. carolinianus</i> (Beauvois, 1805)	<i>V. baggins</i> Azzinnari, Bryson, Graham, Solís-Rojas & Sissom, 2021
<i>V. aquascalentensis</i> Chávez-Samayoa & González-Santillán, 2022	<i>V. curvidigitus</i> Sissom, 1991	<i>V. bandido</i> Graham, Ayrey & Bryson, 2012
<i>V. ceboruco</i> Contreras-Félix & Francke, 2019	<i>V. davidi</i> Soleglad & Fet, 2005	<i>V. bigelowi</i> Sissom, 2011
<i>V. chiapas</i> Sissom, 1989	<i>V. decipiens</i> Hoffmann, 1931	<i>V. cashi</i> Graham, 2007
<i>V. coalcoman</i> Contreras-Félix & Francke, 2014	<i>V. gracilis</i> Gertsch & Soleglad, 1972	<i>V. chisos</i> Sissom, 1990
<i>V. darwini</i> Santibáñez-López & Francke, 2010	<i>V. intermedius</i> Borelli, 1915	<i>V. crumpi</i> Ayrey & Soleglad, 2011
<i>V. dugesi</i> Pocock, 1902	<i>V. janssi</i> Williams, 1980	<i>V. deboerae</i> Ayrey, 2009
<i>V. dzahui</i> Santibáñez-López & Francke, 2010	<i>V. jonesi</i> Stahnke, 1940	<i>V. electrum</i> Huges, 2011
<i>V. franckei</i> Sissom, 1989	<i>V. mauryi</i> Capes, 2001	<i>V. elii</i> Ayrey, 2020
<i>V. granulatus</i> Pocock, 1898	<i>V. mitchelli</i> Sissom, 1991	<i>V. feti</i> Graham, 2007
<i>V. maculosus</i> Sissom, 1989	<i>V. nigrescens</i> Pocock, 1898	<i>V. grahami</i> Ayrey & Soleglad, 2014
<i>V. macwesti</i> Sissom, Graham, Donaldson & Bryson Jr., 2016	<i>V. ocotensis</i> Zárate-Gálvez & Francke, 2009	<i>V. grayae</i> Ayrey, 2014
<i>V. mendozai</i> Contreras-Félix & Francke, 2021	<i>V. pococki</i> Sissom, 1991	<i>V. halli</i> Ayrey, 2012
<i>V. mexicanus</i> C.L. Koch, 1836	<i>V. solegladi</i> Sissom, 1991	<i>V. islaserrano</i> Barrales-Alcalá, Francke, Van Devender & Contreras Félix, 2018
<i>V. montanus</i> Graham & Bryson Jr., 2010		<i>V. lapidicola</i> Stahnke, 1940
<i>V. monticola</i> Sissom, 1989		<i>V. miscionei</i> Mayers & Ayrey, 2021
<i>V. morelia</i> Miranda-López, Ponce-Saavedra & Francke, 2012		<i>V. patagonia</i> Ayrey, 2018
<i>V. nanchititla</i> Contreras-Félix & Francke, 2019		<i>V. paysonensis</i> Soleglad, 1973
<i>V. nigrofemoratus</i> Hendrixson & Sissom, 2001		<i>V. pequeno</i> Hendrixson, 2001
<i>V. norteno</i> Sissom, González-Santillán & Pérez, 2004		<i>V. stetsoni</i> Ayrey & Mayers, 2019
<i>V. prendinii</i> Santibáñez-López & Francke, 2010		<i>V. tenuipalpus</i> Sissom, Hughes, Bryson Jr. & Prendini, 2012
<i>V. pusillus</i> Pocock, 1898		<i>V. trinityae</i> Ayrey, 2013
<i>V. rossmani</i> Sissom, 1989		<i>V. troupi</i> Ayrey & Soleglad, 2015
<i>V. santibagnezi</i> Contreras-Félix & Francke, 2019		<i>V. vaquero</i> Gertsch & Soleglad, 1972
<i>V. setosus</i> Sissom, 1989		<i>V. vorhiesi</i> Stahnke, 1940
<i>V. sierrae</i> Sissom, Graham, Donaldson & Bryson Jr., 2016		
<i>V. smithi</i> Pocock, 1902		
<i>V. sprousei</i> Sissom, 1990		
<i>V. tenamaztlei</i> Contreras-Félix, Francke & Bryson Jr., 2015		
<i>V. tessellatus</i> Hendrixson & Sissom, 2001		
<i>V. talpa</i> Contreras-Félix & Francke, 2019		
<i>V. tapalpa</i> Contreras-Félix & Francke, 2019		
<i>V. tilae</i> Contreras-Félix, del-Pozo & Navarrete-Heredia, 2023		
<i>V. trespicos</i> Zárate-Gálvez & Francke, 2009		
<i>V. zapoteca</i> Santibáñez-López & Francke, 2010		

Table 2. Measurements of the type series of *V. castanoae* sp. nov.

	<b>Holotype</b> ♂ CZUG- HA-0004	Sco-0304 ♀	Sco-0304 ♀	Sco-0304 ♀	Sco-0304 ♀	CZUG- HA-0005 ♀	CZUG- HA-0005 ♀	CZUG- HA-0005 ♀	CZUG- HA-0005 ♀
Total L	39	46.6	45.2	45.9	38.6	42.5	43.4	45.5	43.4
Carapace L	4.7	5.8	5.5	5.3	5	5.2	5.2	5.3	5.3
Carapace W	2	3.1	3	3.2	2.7	2.9	3	3.3	3.1
Carapace posterior W	4.8	6	5.9	5.7	5	5.5	5.5	5.5	5.7
Mesosoma L	11	14.9	15.2	15.3	12.7	14.3	14	15.1	13.9
MSI L	2.6	2.8	2.6	2.7	2.3	2.5	2.4	2.7	2.7
MSII L	2.9	3.1	2.9	3	2.5	2.8	2.9	3	3
MSIII L	3.2	3.4	3.2	3.3	2.6	3	3.2	3.3	3.2
MSIV L	3.6	4	3.9	4	3.2	3.5	3.8	3.9	3.8
MSV L	5.3	6.2	5.8	5.9	5.1	5.2	5.7	5.9	5.4
Metasoma total L	17.6	19.5	18.4	18.9	15.7	17	18	18.8	18.1
SM I/V W	3/2.8	2.7/2.7	3.6/3.5	3.5/3.4	2.9/2.8	3.5/3.5	3.5/3.4	3.5/3.5	3.4/3.3
SM I deepth	2.4/2.3	3/2.9	2.7/2.6	2.8/2.7	2.8/2.3	2.8/2.8	2.8/2.8	2.8/2.7	2.8/2.6
Telson to- tal L	5.7	6.4	6.1	6.4	5.2	6	6.2	6.3	6.1
Vesicle L/W/D	4.7/2/1.7	5.3/2.7/2	5/2.5/2	5.1/2.4/1.8	4.2/2.1/1.5	5/2.3/1.8	5/2.3/1.8	5.1/2.5/1.9	5/2.4/1.8
Femur L/W/D	5/1.3/0.8	5.9/1.7/1	5.6/1.6/1	5.6/1.5/0.9	5/1.3/0.8	5.5/1.4/0.9	5.4/1.6/1	5.6/1.5/0.9	5.5/1.5/0.9
Patella L/W/D	5.2/1.5/1	6.3/1.9/1.4	5.9/1.8/1.2	5.8/1.8/1.1	5.2/1.5/1.1	5.8/1.7/1.2	5.8/1.6/1.1	5.9/1.8/1.2	5.9/1.7/1.2
Chela manus L/W/D	4.2/2/1.9	4.8/2.1/2.2	4.5/2/2	4.5/2/2	4/1.7/1.7	4.4/2/2.1	4.4/2/2	4.4/2/2.1	4.4/2/2.1
Fixed finger length	4.3	5	4.5	4.8	3.9	4.3	4.5	5	4.7
Movable finger length	5.2	6.1	6	6	5	5.8	5.8	6.2	6.1
Pectinal tooth count	21-21	18-19	18-18	18-20	18-18	19-20	18-18	18-19	18-18

Table 3. Telotarsal macrosetal counts of the type series of *V. castanoae* sp. nov.

Metasomal carinae	Holotype ♂					
	CZUG-HA-0004	Sco-0304	Sco-0304	Sco-0304	Sco-0304	
DL	0/1/1/2/6	0/1/1/3/6	0/1/1/3/6	0/1/1/2/7	0/1/1/2/7	
LM	0-1/1/2/4/3	0/2/2/3-4/3-4	0/2/2/4/4	0/2/2/3-4/3-4	0/2/2/4/4	
LI	3-2/2/2-1/1	2/1/1/2-1	1/2/2/1	2/2-1/2 <sup>o</sup>	2-3/2/2/1	
VL	3/3/3/3/6	2/3/3/3/5-6	3/3/3/4/6	2/3/3/3-4/6	3/3/3/5/7	
VS/M	2/3/3/3/5	3/3/3/3/4	3/3/3/3/5	2/3/3/3/6	3/3/3/3/6	
Segment 7		14	13	18	19	16
Metasomal carinae	CZUG-HA-0005					
	CZUG-HA-0005	CZUG-HA-0005	CZUG-HA-0005	CZUG-HA-0005	CZUG-HA-0005	
DL	0/1/2/3/6	0/1/1/2/6-7	0/1/1-2/3/5	0/1/1/2-3/7	0/1/1/2/6-7	
LM	0/2/2/4/3-4	0/2/2/4/4	0/1-2/2/4/3	0/2/2.3/4-5/3	0/2/2/3-4/3	
LI	3-2/2/2/2-1	3/2/2/2-1	2/2/1-2/1	3-2/2/2/1	2/2/2/1	
VL	3-2/3/4-3/4-3/7	3/3/3/4/7	3/3/3/4/5	3/3/3/5/7	3/3/3/3/6	
VS/M	2/3/3/3/6-5	2/3/3/3/6	2/3/3/3/6-4	2/3/3/4/5	3/3/3/3/6	
Segment 7		17	17	16	17	19



Figure 1. Habitus of *V. castanoae* sp. nov. a- Holotype male, dorsal view; b- holotype male, ventral view; c- female paratype, dorsal view; d- female paratype, ventral view. Scale 1 cm.

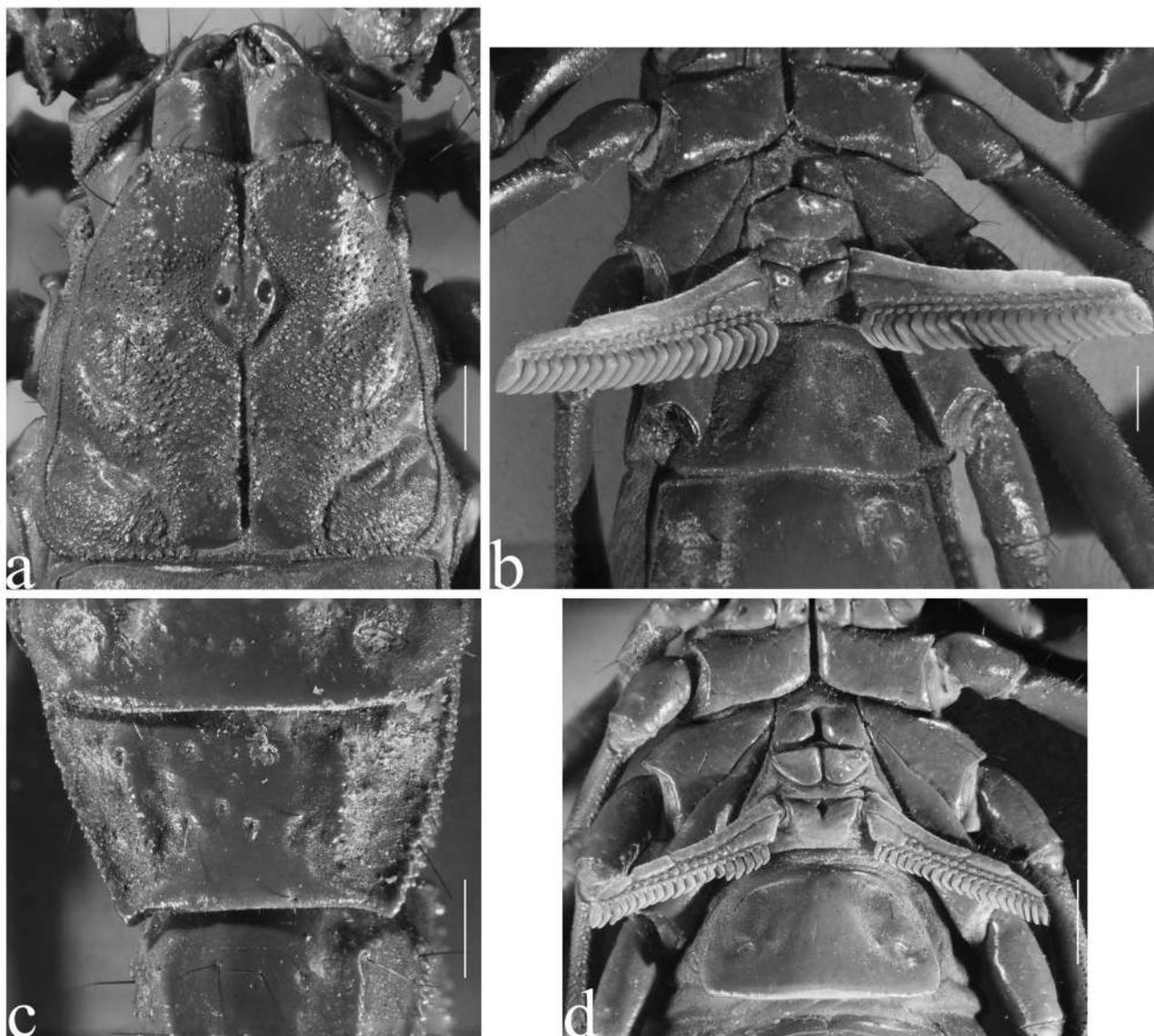


Figure 2. Different characters of *V. castanoae* sp. nov. a- Carapace holotype male, dorsal view; b- pectens, holotype, male, ventral view; c- mesosomal segment VII, holotype male, ventral view; c- pectens, paratype female, ventral view. Scale 1 mm.

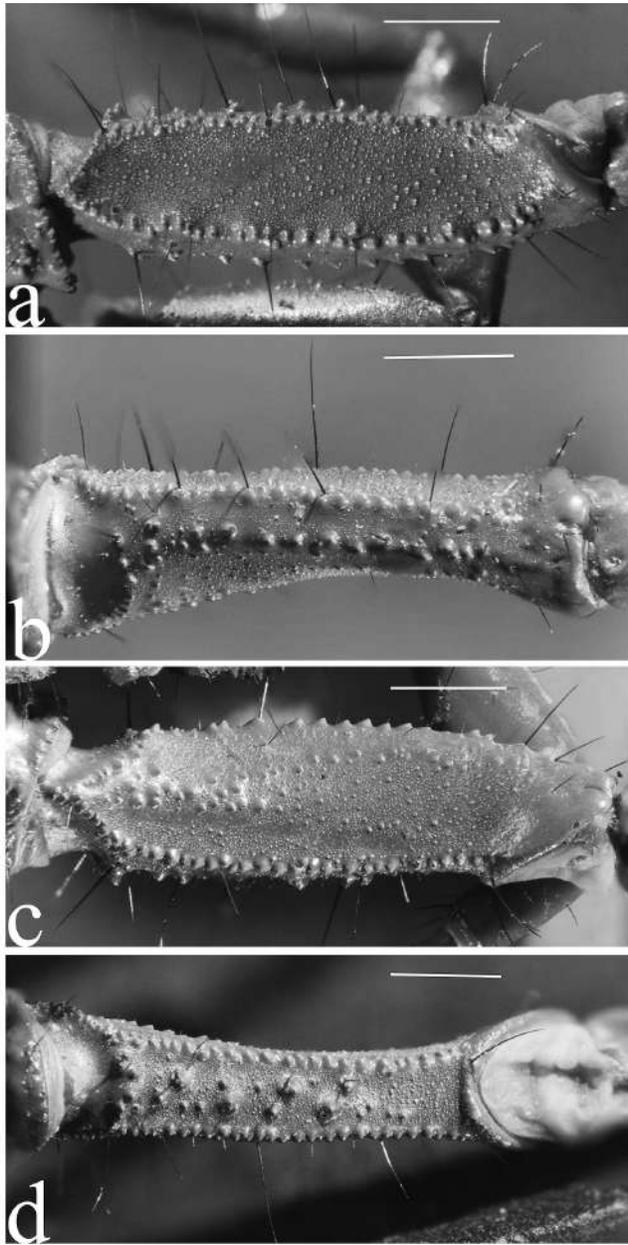


Figure 3. Femur, holotype male. a- Dorsal view; b- retrolateral view; c- ventral view; d- prolateral view. Scale 1 mm.

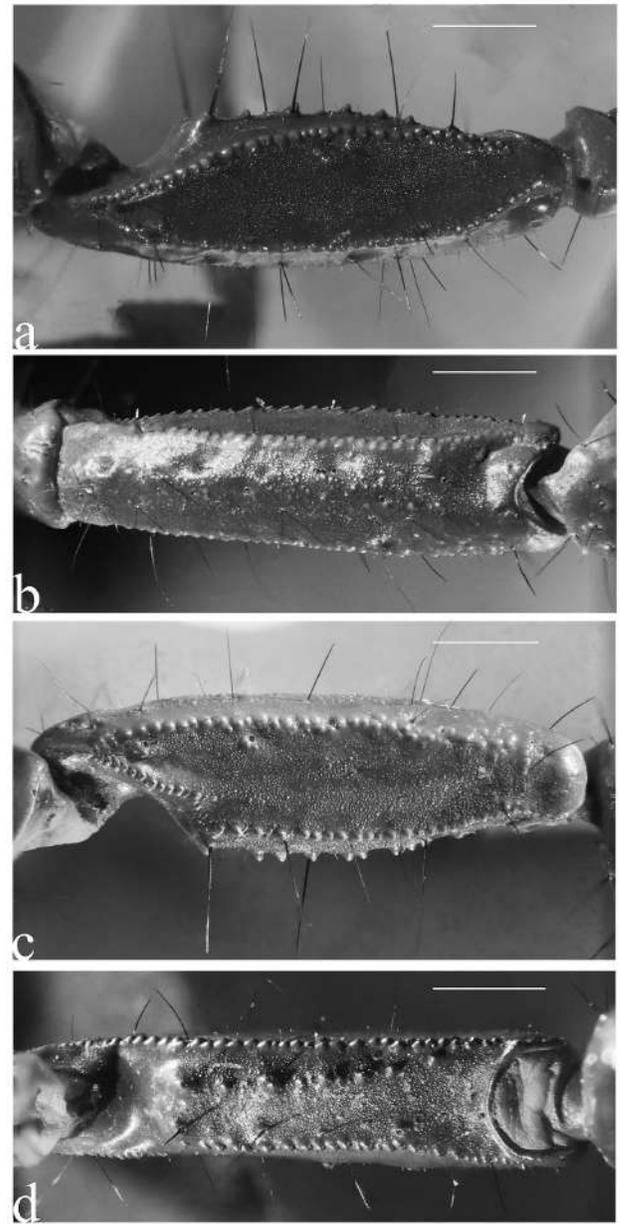


Figure 4. Patella, holotype male. a- Dorsal view; b- retrolateral view; c- ventral view; d- prolateral view. Scale 1 mm.

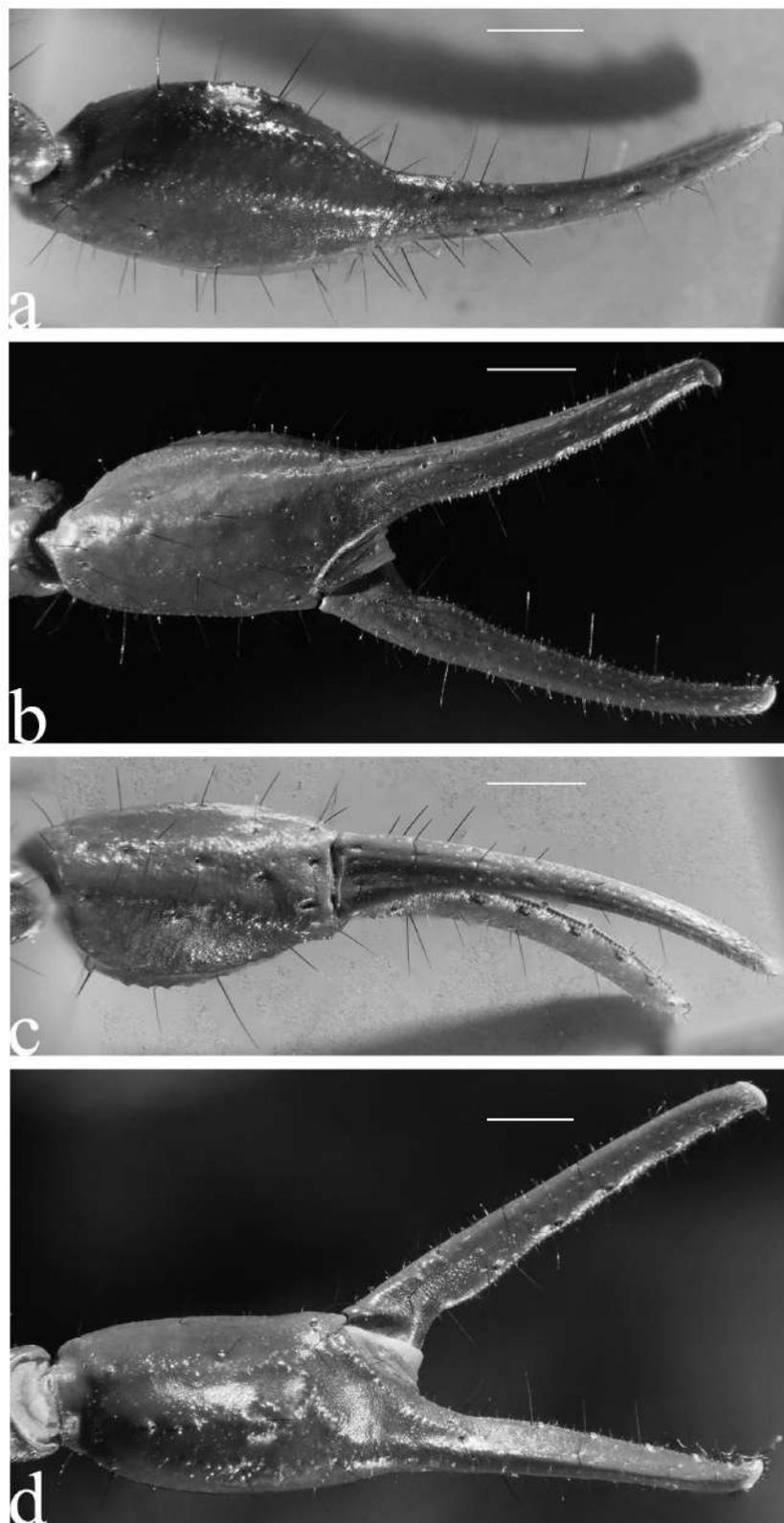


Figure 5. Chela, holotype male. a- Dorsal view; b- retrolateral view; c- ventral view; d- prolateral view. Scale 1 mm.

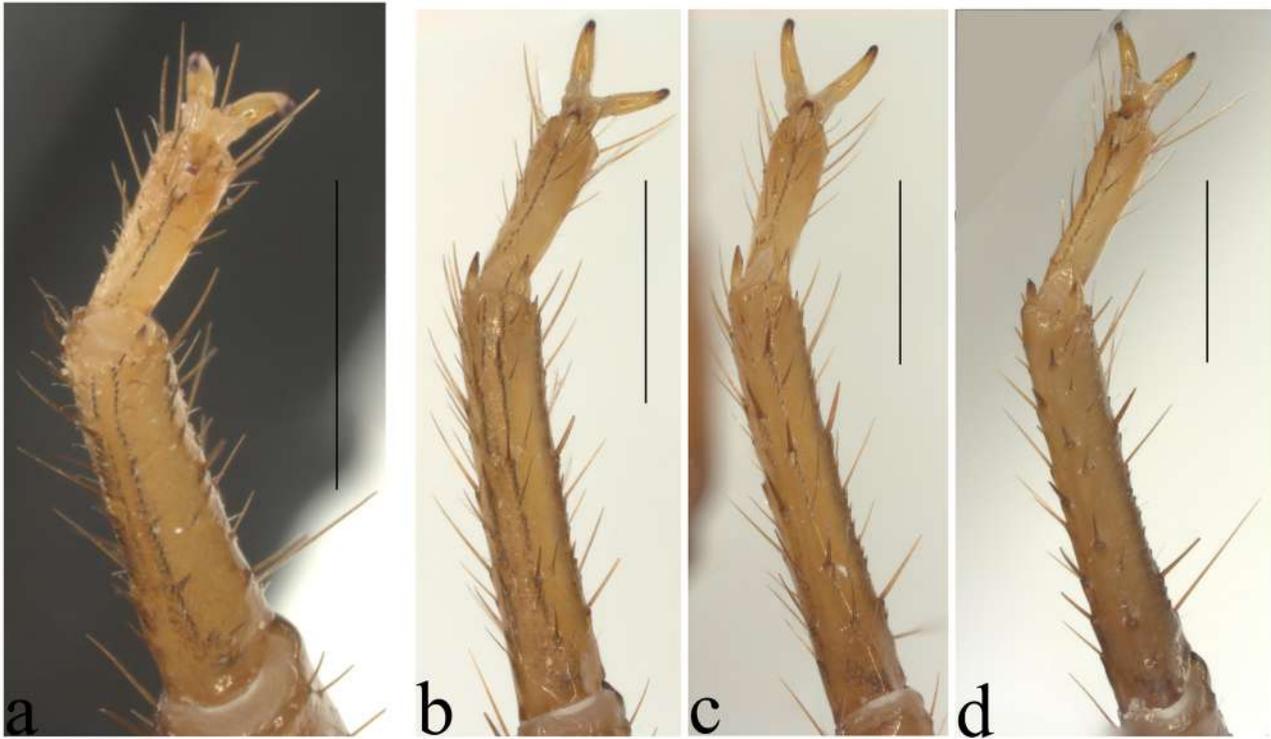


Figure 6. Legs, holotype male. a- leg I, ventral view; b- leg II, ventral view; c- leg III, ventral view; d- leg IV, ventral view. Scale 1 mm.

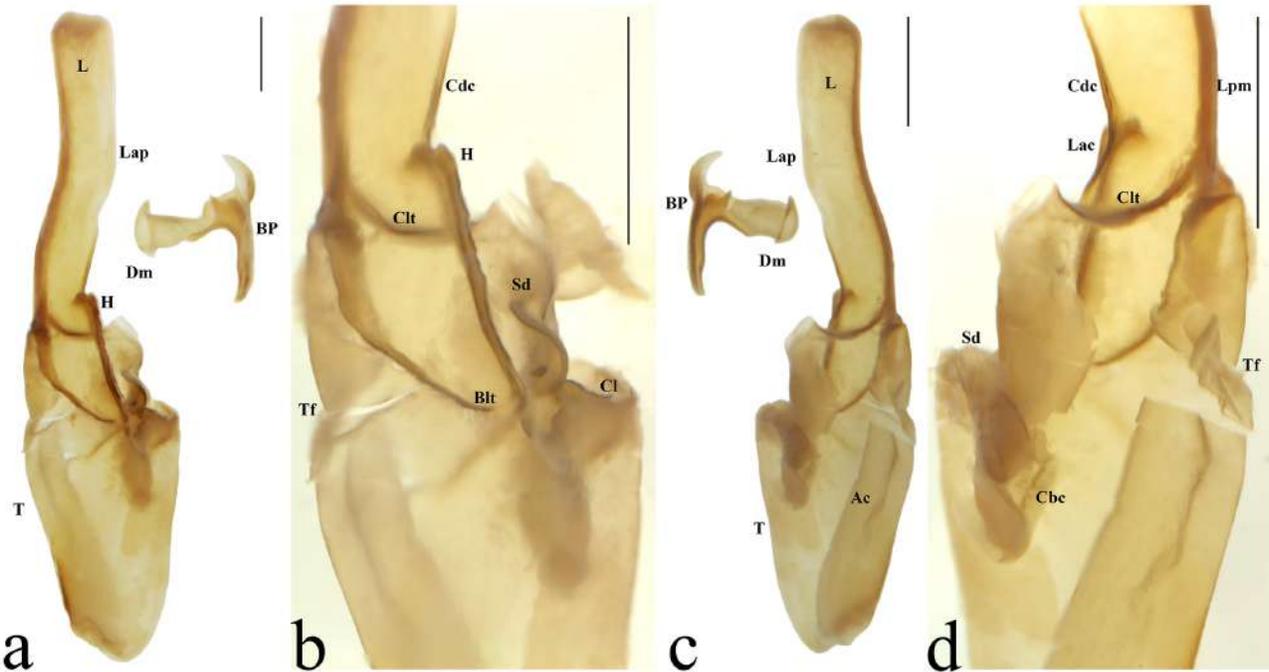


Figure 7. Hemispermatophore holotype male. a- Hemispermatophore and heminating plug, ectal view; b- close up to the hemispermatophore, ectal view; c- hemispermatophore and heminating plug, ental view; d- close up to the hemispermatophore, ental view. Scale 1 mm. Abbreviations: **Ac**, axial carina. **Bp**, basal plate. **Blt**, basal lateral trough. **Cbc**, capsular basal carina. **Cdc**, capsular distal carina. **Cl**, clasper. **Clt**, contralateral trough. **Dm**, distal margin. **H**, laminar hooks. **L**, lamina. **Lap**, laminar antero-distal process. **Lpm**, laminar posterior margin. **Sd**, sperm duct. **T**, trunk. **Tf**, truncal flexure.

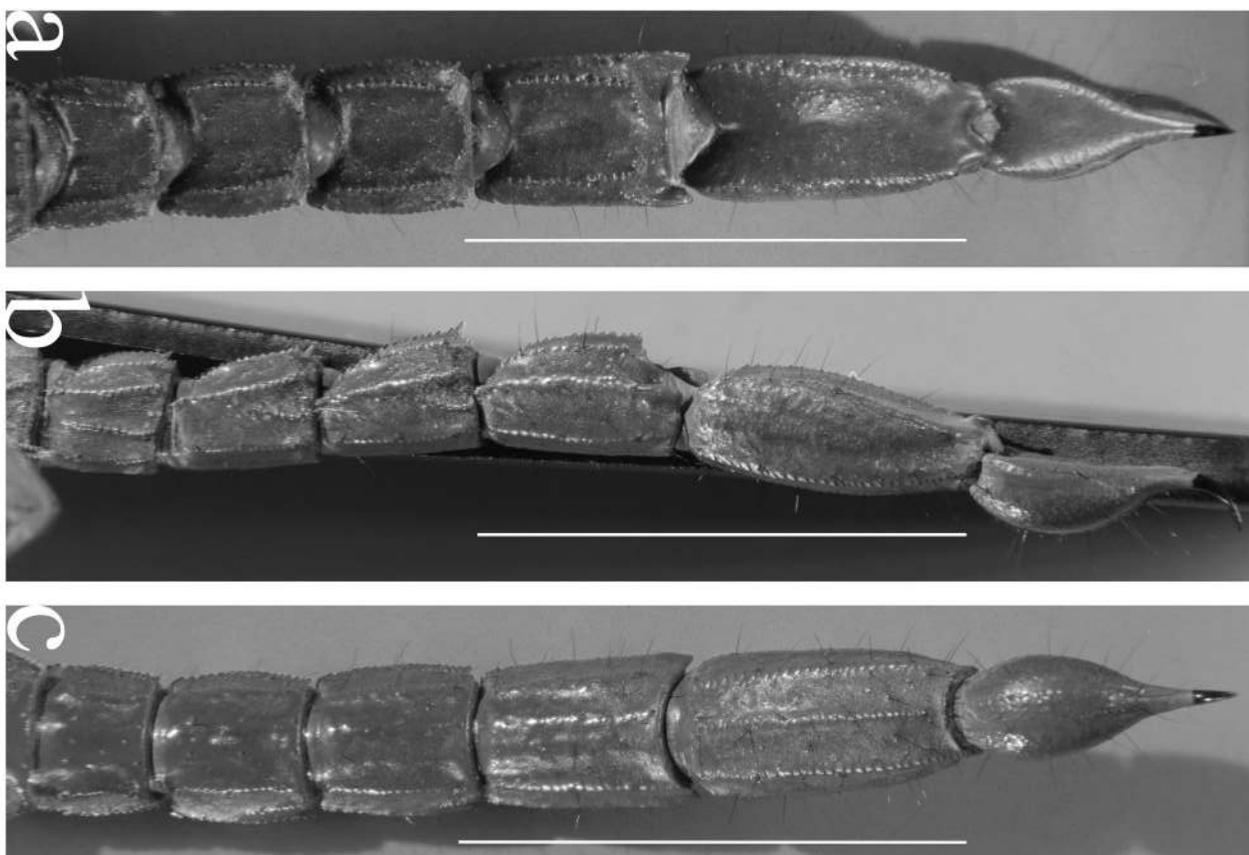


Figure 8. Metasoma, holotype male. a- Dorsal view; b- lateral view; c- ventral view. Scale 1 cm.

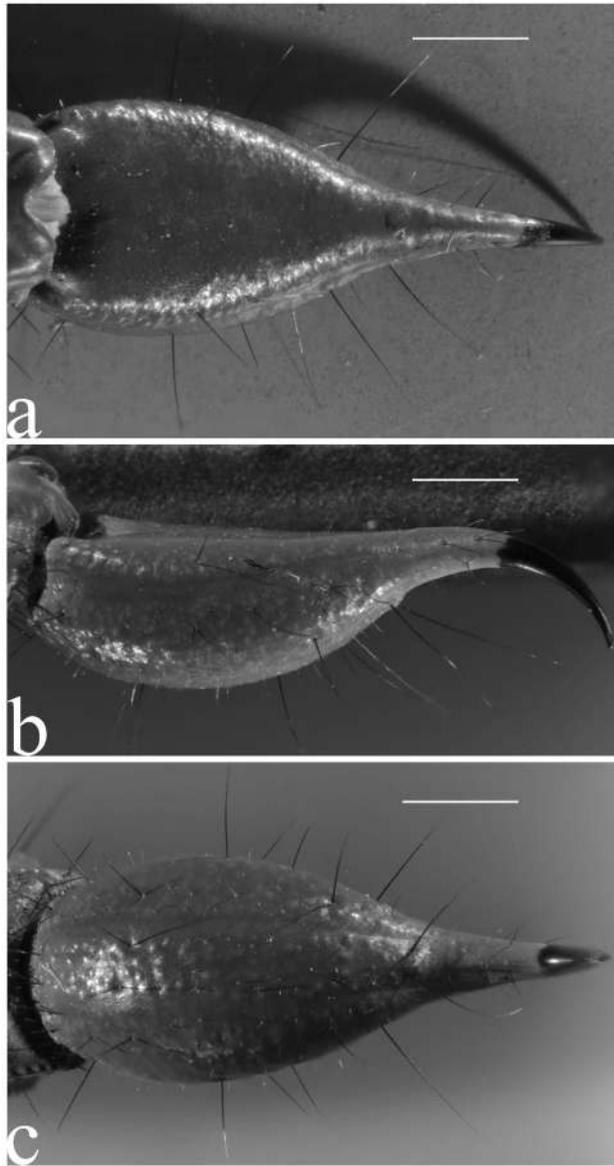


Figure 9. Telson, holotype male. a- Dorsal view; b- lateral view; c- ventral view. Scale 1 cm.

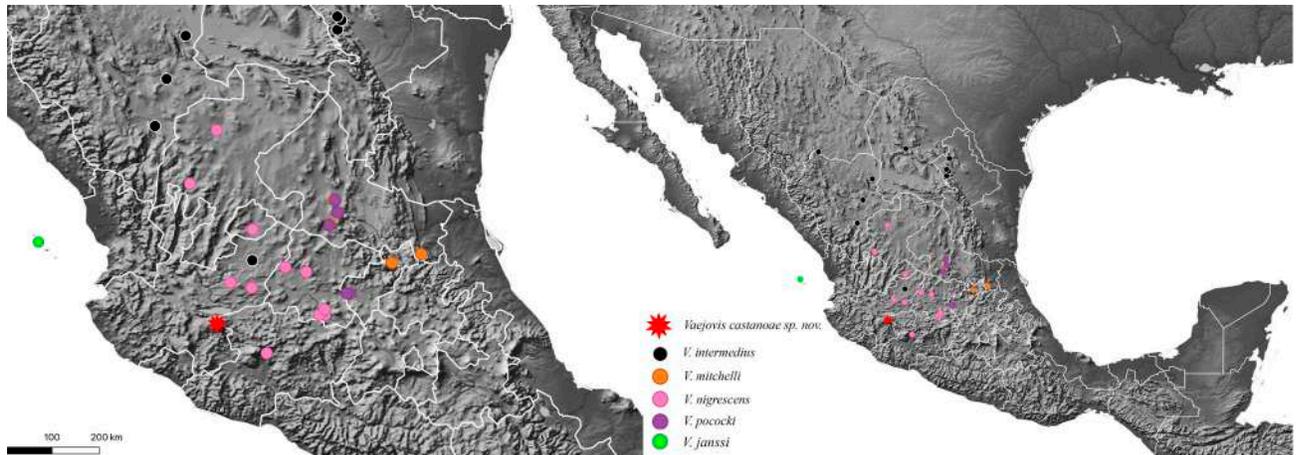


Figure 10. Map with the known distribution on *V. castanoae* sp. nov.



## Nuevos registros de criptognátidos (Acari: Trombidiformes) para México

### New records of cryptognathid mites (Acari:Trombidiformes) for Mexico

Leonardo J. García Ayala y Margarita Ojeda\*

Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria 04510, CDMX, México. L. García Ayala ORCID: 0000-0001-7551-1524. leogarciaya@ciencias.unam.mx. \*Autor para correspondencia: Margarita Ojeda. E-mail: margojeda@gmail.com. ORCID:0000-0001-6430-3455

#### RESUMEN

A la fecha, para México solo se conocen los registros para la familia Cryptognathidae de *Cryptognathus* sp. de Puebla, así como de *Cryptognathus* sp. y *Cryptognathus lagena* de Cozumel, Quintana Roo. En recientes proyectos realizados en el Estado de México e Hidalgo se registraron dos especies del género *Favognathus*: *F. barrasi* y *F. ochraceus* respectivamente; información que expande el rango de distribución conocido de estas especies tanto en México como a nivel mundial. La primera sólo conocida de las Islas Galápagos y la segunda de los Estados Unidos de América. Ambas especies son colocadas como especies afines (aff.) debido a que muestran variaciones con lo descrito originalmente. Además, se destaca en este trabajo la relevancia de las investigaciones enfocadas a conocer la diversidad biológica de los ecosistemas, en especial el suelo y su fauna, ya que ésta juega un papel central en diversas funciones ecológicas del suelo.

**Palabras clave:** Raphignatoidea, Cryptognathidae, suelo, diversidad, taxonomía

#### ABSTRACT

To date, in Mexico, records are known only for the family Cryptognathidae of *Cryptognathus* sp. from Puebla, as well as for *Cryptognathus* sp. and *Cryptognathus lagena* from Cozumel, Quintana Roo. In recent projects carried out in Estado de México and Hidalgo, two species of the genus *Favognathus* were recorded: *F. barrasi* and *F. ochraceus* respectively; information that expands the known distribution range of these species both in Mexico and worldwide. The first is only known from the Galapagos Islands and the second is from the United States of America. Both species are placed as related species (aff.) because they show variations with what was originally described. Furthermore, this work highlights the relevance of research focused on understanding the biological diversity of ecosystems, especially the soil and its fauna, since it plays a central role in various ecological functions of the soil.

**Keywords:** Raphignatoidea, Cryptognathidae, soil, diversity, taxonomy.

Los ácaros de la familia Cryptognathidae Oudemans, 1902 son prostigmados Raphignathina que se distinguen fácilmente por la presencia de una placa holodorsal con 11 pares de sedas, y la presencia de una “capucha” prodorsal dentro de la cual, los quelíceros y pedipalpos pueden retraerse (Krantz y Walter 2009). Son ácaros de talla pequeña cuyos hábitos alimenticios en un inicio se pensó eran depredadores (Meyer y Ryke 1960) como la mayoría de los rafignatinos; sin embargo, algunos autores los consideran microfitófagos (Swift 1996; Swift y Goff 2001). Su aparato bucal está conformado por un par de quelíceros alargados, dentados, en forma de aguja, que les permite perforar células vegetales, además de tener la capacidad de ser altamente extensible, por lo que pueden alimentarse selectivamente de esporas de hongos (Luxton 1973). Estos ácaros viven en grandes cantidades en sustratos cubiertos de musgo. El delicado cuello extensible de la base del gnatosoma probablemente se utiliza para alcanzar esporas de hongos en la corteza de los árboles, en el suelo y la hojarasca de diferentes plantas (Swift 1996).

Cryptognathidae comprende 64 especies de tres géneros: *Favognathus* Luxton, 1973 (42 especies), *Cryptognathus* Kramer, 1879 (21 especies) y *Cryptofavognathus* Doğan & Dönel, 2010 (2 especies) (Paktinat-Saeij *et al.* 2020). En México, hasta ahora, existen tres registros de Cryptognathidae, todos del género *Cryptognathus*, uno de ellos no señala la especie, ni la localidad precisa, solo se menciona del estado de Puebla (Hoffmann y López-Campos 2000), mientras que Vázquez-González y colaboradores (2016) citan a *Cryptognathus* sp. y *Cryptognathus lagena* de selva baja, mediana, vegetación halófito y manglares de Cozumel, Quintana Roo. Durante el desarrollo de dos proyectos, en los estados de Hidalgo y el Estado de México, para conocer la diversidad de la fauna edáfica en el país y su aplicación como bioindicadores de la salud del suelo, así como de las interacciones “aboveground-belowground” en el suelo, se encontraron ejemplares pertenecientes al género *Favognathus*. El objetivo de este trabajo es presentar los nuevos registros tanto del género como las especies: *Favognathus barrasi* (Smiley and Moser, 1968) y *F. ochraceus* (Summers and Chaudhri, 1965) para México,

siendo el primer registro del género y las especies para el país, información que extiende el rango de distribución mundial conocido para estas especies e incrementan el conocimiento del grupo en el país. Cabe destacar que durante la revisión de los ejemplares se detectaron algunas diferencias con respecto a las descripciones originales. Debido a que puede tratarse de nuevas especies, ambas fueron identificadas como especies afines (aff.) debido a que muestran variaciones con lo descrito originalmente.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de este estudio provienen de dos localidades en las que se llevan a cabo proyectos para conocer la diversidad de la fauna edáfica en el país y su aplicación como bioindicadores de la salud del suelo, así como la interacción con los patrones “aboveground-belowground” en el suelo. El primer sitio corresponde a un bosque de encino ubicado en Chapa de Mota, Estado de México, en una localidad al norte del estado en las coordenadas 19° 44' y 19° 54' N; 99° 26' y 99° 40' O. A una altitud de 2 200 y 3 400 msnm. Forma parte de la Sierra Monte Alto, dentro del Eje Neovolcánico. El segundo corresponde a un matorral xerófilo dominado por *Myrtillocactus geometrizans*, en Huichapan, Hidalgo, en lo que se conoce climáticamente como la zona árida Queretana-Hidalguesa que forma parte del Desierto Chihuahuense. El área está ubicada en las coordenadas 20° 22' 42.2" N y 99° 36' 23.1" O, a una altitud de entre 1,800 y 2,200 msnm. En ambos sitios se tomaron muestras de suelo y mantillo que fueron procesadas por el método del embudo de Berlese y posteriormente los ejemplares fueron montados en preparaciones semi-permanentes en líquido de Hoyer. Para la identificación taxonómica se utilizó un microscopio óptico de contraste de fases (Zeiss-Axioscope A1), así como claves dicotómicas, diagnosis y descripciones de Doğan (2008) y Paktinat-Saeij *et al.* (2020). La terminología y abreviaturas están basadas en Grandjean (1944) and Kethley (1990). Todas las medidas están dadas en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ).

El material se encuentra depositado en la “Colección de ácaros y colémbolos» del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, (LESM), Facultad de Ciencias, UNAM.

### RESULTADOS

Del material proveniente de los dos estados del país: Estado de México e Hidalgo, se identificaron dos especies del género *Favognathus*: *F. barrasi* y *F. ochraceus*, respectivamente.

A continuación se presenta información diagnóstica de la morfología de cada una de las especies, y los nuevos registros para México.

**Tratamiento taxonómico**  
**Superorden Acariformes**  
**Orden Prostigmata**  
**Suborden Eleutherengona**  
**Superfamilia Raphignathoidea**  
**Familia Cryptognathidae**  
***Favognathus* Luxton**

*Cryptognathus* Kramer, 1879 (*Favognathus*) Luxton, 1973

Especie tipo: *Cryptognathus cucurbita* (Berlese, 1917)

El género se distribuye en todas las regiones zoogeográficas del mundo, la mayoría de ellas registradas en la región Paleártica. Para la Neotropical se han reportado seis especies y para la Neártica cuatro (Doğan 2008). Son habitantes del suelo, hojarasca, musgos, líquenes y cortezas (Krantz y Walter, 2009).

#### ***Favognathus* aff. *barrasi* (Smiley and Moser, 1968)**

Figs. 1 A-D

*Cryptognathus barrasi* Smiley and Moser 1968: 313; McDaniel and Bolen, 1990: 179

**Distribución:** Estados Unidos de América.

**Nuevo registro:** MÉXICO: Estado de México; Chapa de Mota, ex suelo y mantillo de bosque de *Quercus*, 17-III-2023, A. Herrera-Mares col. 2 hembras (LESM).

#### **Caracteres diagnósticos**

**Hembras.** Medidas promedio (n=2). Longitud del cuerpo 320.42  $\mu$  (incluyendo capucha), ancho 221.83  $\mu$ , longitud de la capucha 63.81  $\mu$ , ancho de la capucha 73.233  $\mu$  (Fig. 1A).

**Gnatosoma:** Las características corresponden a la redescipción de la especie de Khanjani y Ueckermann (2008) (Fig. 1B, D).

**Dorsal.** Al comparar los ejemplares colectados con la redescipción, observamos que éstos tienen 7 foveolas longitudinales en la capucha, mientras que Khanjani y Ueckermann (2008) mencionan 5-6. En cuanto a las foveolas, si bien presentan forma poligonal tal como se menciona en la redescipción, en los ejemplares estudiados se aprecia, conforme se acercan al centro de la capucha, que adquieren formas más redondas (1A, C). Por su parte, también muestran una variación en cuanto al tamaño de las sedas dorsales; sus longitudes son las siguientes:  $ve = 22.29$ ,  $sci = 33.93$ ,  $sce = 28.36$ ,  $c_1 = 43.05$ ,  $c_2 = 39$ ,  $d = 43.56$ ,  $e_1 = 42.04$ ,  $e_2 = 41.53$ ,  $f = 36.97$ ,  $h_1 = 25.32$ ,  $h_2 = 25.83$ .

**Ventral.** Las características corresponden a las mencionadas por Khanjani y Ueckermann (2008), adicionalmente se proporcionan las medidas de las sedas ventrales:  $gl = 13.67$ ,  $g_2 = 11.65$ ,  $agl = 7.6$ ,  $ag_2 = 8.61$ .

**Patatas.** Se proporcionan las medidas: Patas I = 219.74, patas II = 195.05, patas III = 170.36, patas IV = 195.05, a diferencia de la redescipción de Khanjani y Ueckermann 2008, sólo el tercer par de patas es más pequeño, aproximadamente 0.3 veces más pequeño en relación al primer par de patas (Fig 1A).

**Comentarios:** En los ejemplares mexicanos asignados a *F. barrasi*, se observan algunas variaciones con respecto a la morfología descrita por Khanjani y Ueckermann (2008)

para la especie. Estas diferencias corresponden a la talla general del cuerpo, sedas del dorso, patas, así como los detalles en la ornamentación de la capucha. Diferencias que pueden ser consideradas una variación, pero que en un análisis más detallado y con un mayor número de ejemplares podría llevar a la conformación de una nueva especie del género, por lo cual, la especie se denota con el epíteto aff. para señalar su afinidad.

***Favognathus* aff. *ochraceus* (Summers and Chaudhri, 1965)**

Figs. 2 A-D

*Cryptognathus ochraceus* Summers and Chaudhri 1965: 318

**Distribución:** Islas Galápagos, Ecuador

**Nuevo registro:** MÉXICO: Hidalgo, Huichapan, 20°22'44"N y 99°36'23.1"O; ex suelo y mantillo de *Myrtillocactus geometrizans*, 17-X-2019, L. García-Ayala col. 2 hembras (LESM).

**Caracteres diagnósticos**

**Hembras.** Medidas promedio (n=2). Longitud del cuerpo 320.42  $\mu$  (incluyendo capucha), ancho 202.11  $\mu$ , longitud de la capucha 61.72  $\mu$ , ancho de la capucha 54.32  $\mu$  (Fig. 2A).

**Gnatosoma.** Las características corresponden a las mencionadas en la descripción original (Summers y Chaudhri, 1965), sin embargo, el trocánter del pedipalpo no parece extenderse hasta las uñas de la pata I, como se menciona en la descripción (Fig. 2B).

**Dorsal.** Los ejemplares provenientes de Huichapan presentan una variación en el tamaño de las sedas dorsales ve, sci y sce, siendo alrededor de un cuarto más pequeñas que las de la descripción original (Fig. 2C). Se presentan las medidas de todas las sedas dorsales:  $ve = 22.29$ ,  $sci = 29.38$ ,  $sce = 30.9$ ,  $cl = 33.43$ ,  $c2 = 33.93$ ,  $d = 36.97$ ,  $el = 36.47$ ,  $e2 = 35.96$ ,  $f = 30.39$ ,  $h1 = 29.88$ ,  $h2 = 27.86$ .

**Ventral.** A diferencia de la descripción original, en las áreas sin poros sólo se observan estriaciones, sin un patrón reticulado subsuperficial. Se proporcionan las medidas promedio de las sedas ventrales:  $gl = 9.62$ ,  $g2 = 12.16$ ,  $agl = 11.14$ ,  $ag2 = 8.1$ .

**Patatas.** Se proporcionan las longitudes promedio: Patas I = 208.63, patas II = 161.72, patas III = 167.89, patas IV = 192.41 (Fig. 2A).

**Comentarios:** Los ejemplares recolectados en Huichapan, Hidalgo, México, muestran algunas variaciones respecto a la descripción original de Summers y Chaudhri, las cuales corresponden a la talla del cuerpo, la extensión del gnatosoma, la longitud de las sedas dorsales y algunos patrones en la ornamentación de la placa ventral. Se consideran a estas características como parte de la variación intraespecífica, sin embargo, un estudio con mayor número de ejemplares podría sugerir una nueva especie, debido a ello la especie es denotada con la abreviación aff. para señalar que es muy cercana a *F. ochraceus*. Además, la descripción original carece de dibujos de *F. ochraceus*, por lo cual algunas características son difíciles de comparar,

ante la imposibilidad de revisar los ejemplares de la serie tipo.

**CONCLUSIONES**

En este trabajo se hace patente la relevancia de las investigaciones enfocadas a conocer la diversidad biológica de los ecosistemas, en especial del suelo y su fauna, ya que esta juega un papel central en tres funciones ecológicas clave de los ecosistemas del suelo: (1) mineralización y dinámica de la materia orgánica; (2) apoyo y regulación de la producción primaria; y (3) desarrollo y mantenimiento de la estructura del suelo. Específicamente, se ha enfatizado su papel como colonizadores, trituradores e ingenieros del suelo. Sin embargo, las nuevas tecnologías y los problemas ambientales a nivel global están generando nuevas preguntas sobre su aplicación para el uso sostenible de los suelos. La demanda de especialistas taxónomos para todos los grupos de la biota del suelo está aumentando, reconociendo que la información molecular por sí sola es insuficiente para muchos estudios (Coleman y Wall 2015).

Los registros presentados del género *Favognathus* y las dos especies *F. barrasi* y *F. ochraceus* de Chapa de Mota (Estado de México) y Huichapan (Hidalgo) extienden el rango de distribución de estas especies tanto en México como a nivel mundial. La correlación entre datos de ocurrencia de las especies y el análisis del patrón de distribución a lo largo del tiempo permitirán modelar su distribución espacial (Elith *et al.*, 2006). Finalmente, conocer la diversidad de los distintos grupos de la biota edáfica, resulta muy enriquecedor para identificar patrones ecológicos y generar modelos predictivos de los cambios en la diversidad, herramientas que pueden emplearse para proponer planes de conservación y uso sustentable de los ecosistemas.

**AGRADECIMIENTOS**

Dedicamos este trabajo a la Dra. Gabriela Castaño-Meneses en reconocimiento a su labor en el desarrollo de investigaciones enfocadas al conocimiento sobre la biología, ecología y taxonomía de distintos grupos de la fauna edáfica, así como por su invaluable contribución en el desarrollo de la Entomología Cultural en el país.

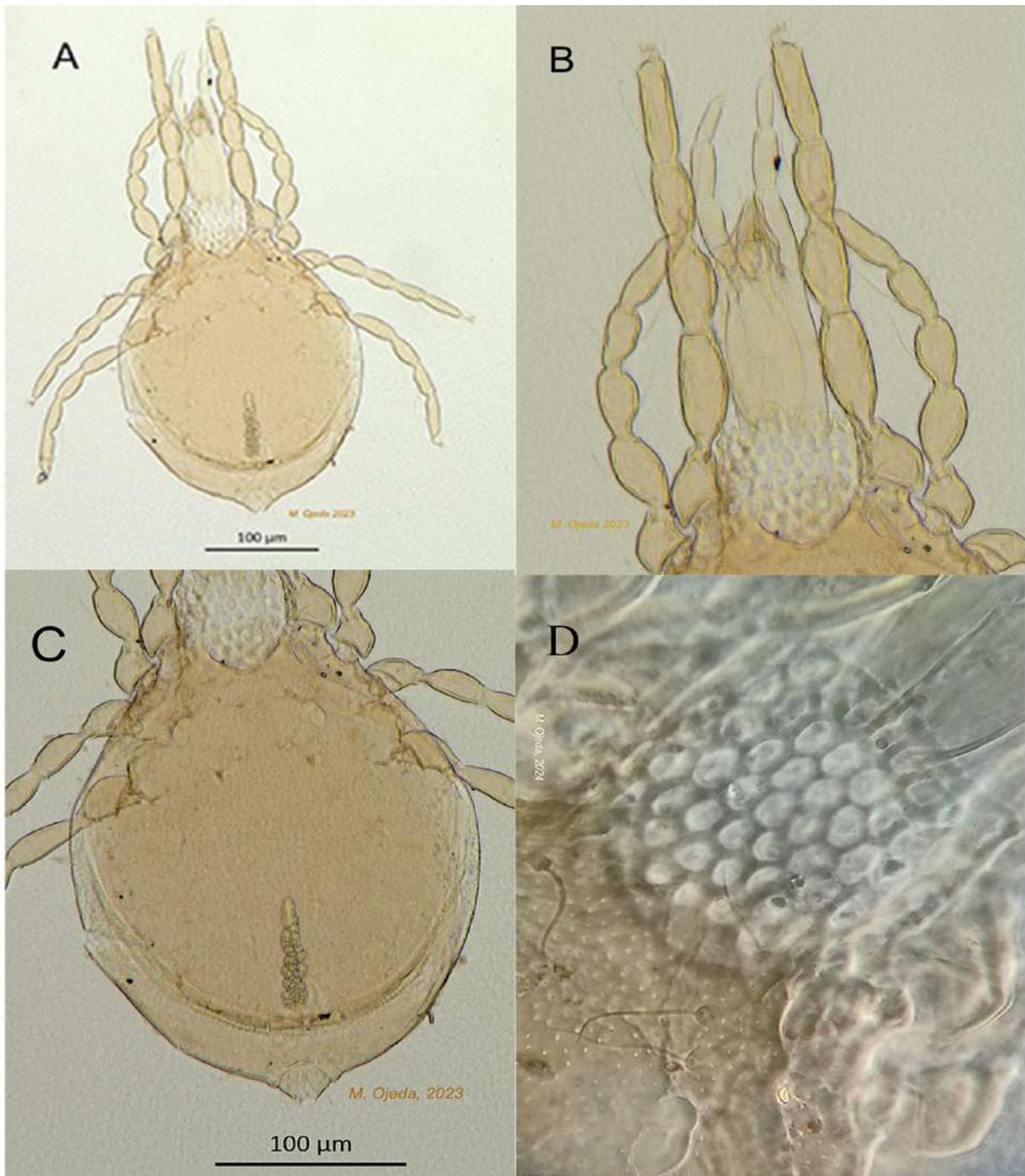
Agradecemos también a la Biól. Susana Guzmán del Laboratorio Nacional de Biodiversidad (LANABIO-2) del Instituto de Biología de la UNAM por su asistencia en la adquisición y procesamiento de las microfotografías de los ejemplares. A la Biól. Erika Rivero por el apoyo en la formación de las láminas. A las autoridades del CEIEPASP Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial al MVZ Roberto Márquez y al M. en C. Ángel Herrera-Mares por todas las facilidades y apoyo otorgadas y al proyecto PAPIIT IN218621. A la Dra. Alicia Callejas-Chavero y al Dr. Francisco Javier Álvarez Sánchez por las facilidades y el apoyo brindado durante el trabajo en campo en Huichapan, Hidalgo.

LITERATURA CITADA

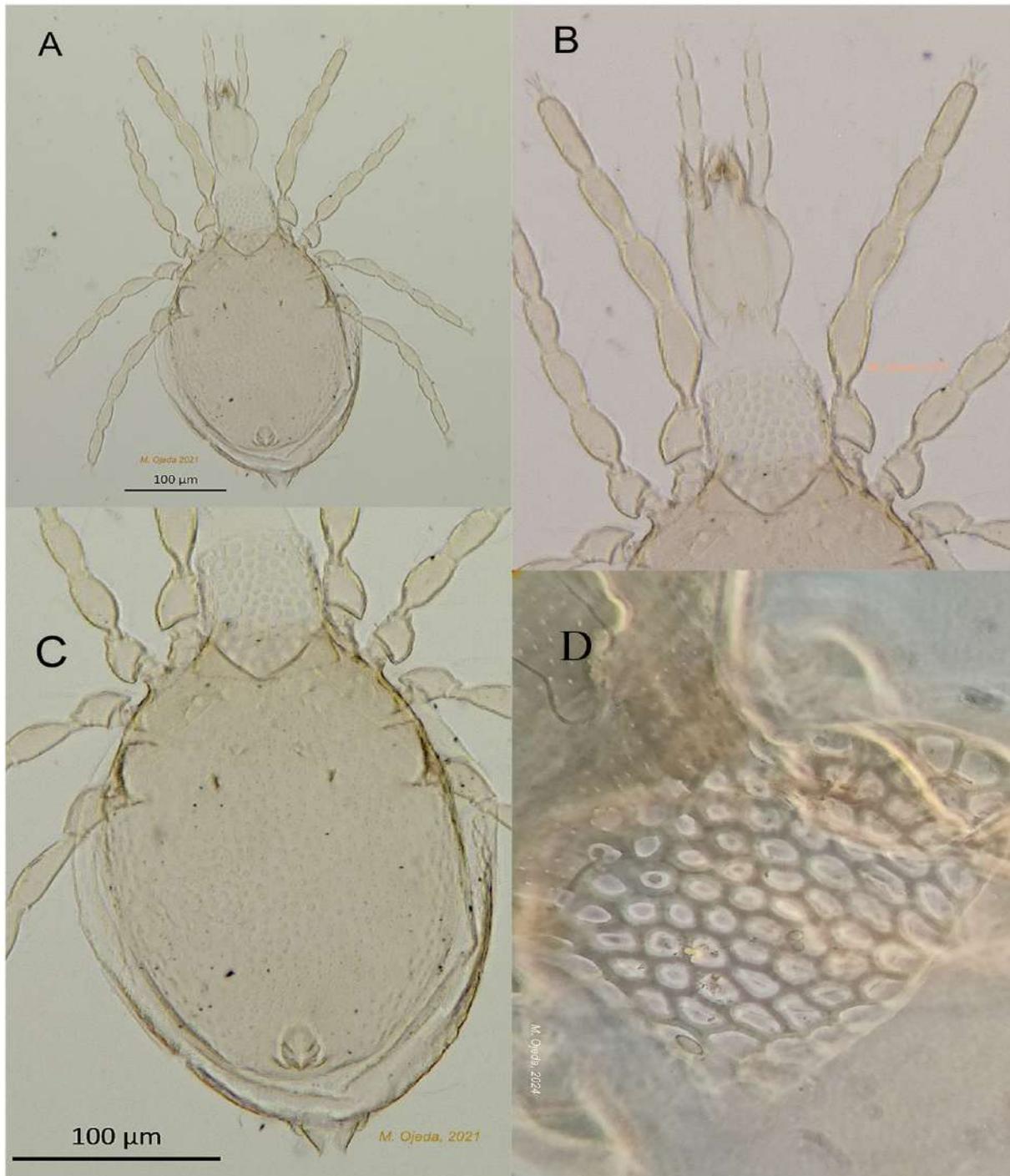
- Coleman, D.C. and D. H. Wall. 2015. Chapter 5 - Soil Fauna: Occurrence, Biodiversity, and Roles in Ecosystem Function. (pp. 111-149). In: Eldor A. P. (Ed.). *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry* (Fourth Edition). Academic Press, Massachusetts.
- Doğan, S. 2008. A catalogue of cryptognathid mites (Acari: Prostigmata, Cryptognathidae) with the description of a new species of *Favognathus* Luxton and newly discovered male of *F. amygdalus* Doğan and Ayyildiz from Turkey. *Journal of Natural History*, 42: 1665–1686.  
<https://doi.org/10.1080/00222930802109132>
- Elith, J., C.H. Graham *et al.* 2006. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecogeography*, 29(2): 129-151.  
<https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>
- Hoffmann, A. y G. López-Campos. 2000. *Biodiversidad de los ácaros en México*. Universidad Nacional Autónoma de México y CONABIO, México, D. F.
- Khanjani, M. y E.A. Ueckermann. 2008. New species for the genus *Favognathus* Luxton (Acari: Cryptognathidae) from Iran. *Acarologia*, 48 (3-4): 177-186.
- Krantz, G.W y D.E. Walter. 2009. *A manual of Acarology*. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas.
- Luxton, M. 1973. Mites of the genus *Cryptognathus* from Australia, New Zealand and Niue Island. *Acarologia*, 15: 53–75.
- Meyer, M. K.P. and P.A.J. Ryke. 1960. Mites of the superfamily Raphignathoidea (Acarina: Prostigmata) associated with South African plants. *Annals and Magazine of Natural History*, 13: 209–234.
- Paktinat-Saeij S., M. Bagheri and M.R. Damavandian. 2020. Redescription of *Favognathus insularis* (Luxton) (Acari: Trombidiformes: Cryptognathidae) from Brazil, with a key to the world species of *Favognathus*. *Persian Journal of Acarology*, 9 (1): 13–21.  
<http://dx.doi.org/10.22073/pja.v9i1.58009>
- Summers, F.M. y W.M. Chaudhri. 1965. New species of the genus *Cryptognathus* Kramer (Acarina: Cryptognathidae). *Hilgardia*, 36 (7): 313-326.  
<https://doi.org/10.3733/hilg.v36n07p313>
- Swift, S.F. 1996. Hawaiian Raphignathoidea: Family Caligonellidae (Acari: Prostigmata) with descriptions of five new taxa and a key to genera and species. *Annals of the Entomological Society of America*, 89 (3):313-327. <https://doi.org/10.1093/aesa/89.3.313>
- Swift, S.F. and M.L. Goff. 2001. Mite (Acari) communities associated with ‘Ohi’a, *Metrosideros polymorpha* Gaudichaud-Beaupré (Myrtaceae), at Hono O Na Pali and Kui’a Natural Area Reserves on Kaua’i Island, Hawaiian Islands. *Pacific Science*, 55: 23–40.  
<https://doi.org/10.1353/psc.2001.0008>
- Vázquez-González, M.M., D.A. May-Uicab, y E.B. Alamilla-Pastrana. 2016. Riqueza específica y biodiversidad de Cozumel, Quintana Roo, México. *Teoría y Praxis*, 19: 113-171.

Reibido: 25 abril 2024

Aceptado: 5 de junio 2024



**Figura 1.** *Favognathus barrasi*. A. Habitus de la hembra. B. Detalle de los quelíceros y pedipalpos. C. Vista dorsal del ejemplar. D. Detalle de la capucha.



**Figura 2.** *Favognathus ochraceus*. A. Habitus de la hembra. B. Detalle de los quelíceros y pedipalpos. C. Vista dorsal del ejemplar. D. Detalle de la capucha.

## Ácaros (Arachnida: Acari) guanobios de cuevas en México

### Guanobious Mites (Arachnida: Acari) from caves in Mexico

Margarita Ojeda<sup>1\*</sup>, Carmen Guzmán-Cornejo<sup>2</sup>, Laura Del Castillo-Martínez<sup>2</sup> e Ignacio M. Vázquez-Rojas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, 04510, CDMX, México

<sup>2</sup> Laboratorio de Acarología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, 04510, CDMX, México

\*Autor de correspondencia: Margarita Ojeda, [margojeda@gmail.com](mailto:margojeda@gmail.com); ORCID:0000-0001-6430-3455

ORCID:0000-0002-9719-1530, Carmen Guzmán Cornejo

ORCID ID: 0009-0005-5065-6803, Laura Del Castillo

ORCID: 0000-0003- 3570-4860, Ignacio M. Vázquez Rojas

#### RESUMEN

En la mayoría de las cuevas, la principal fuente de materia orgánica es aportada por los murciélagos, a través del guano, que está influenciado por su tipo de alimentación. En él viven una gran variedad de organismos, como bacterias, hongos, ácaros, colémbolos, y otros artrópodos, muchos de ellos adaptados al medio cavernícola. Especialmente varias familias de ácaros con distintos hábitos alimenticios son frecuentes en el guano y cada una de ellas tiene un papel en el ciclo de nutrientes que se lleva a cabo dentro de las cavernas.

Como parte de un proyecto de investigación sobre argásidos en cuevas de México, durante 2010-2016, se realizaron colectas de guano de murciélago en 15 cuevas en siete estados del país. En este trabajo, se presentan los registros de 90 taxones de Acari, incluidos en cuatro órdenes, 52 familias, 27 géneros y 11 especies determinadas a la fecha, asociadas al guano de cuevas del centro y sur de México con un origen geológico diverso. Los distintos grupos de ácaros llevan a cabo papeles particulares en la red trófica dentro de las cuevas, debido a sus diversos hábitos alimenticios. La información presentada provee datos para conocer la diversidad de ácaros guanobios y su papel dentro de las cuevas.

Palabras clave: Guano, troglobios, troglóxenos, registros, rol ecológico.

#### ABSTRACT

In most caves, the main source of organic matter is provided by bats, through guano, which is influenced by their type of diet. A wide variety of organisms live in it, such as bacteria, fungi, mites, springtails, and other arthropods, many of them adapted to the cave environment, especially several families of mites with different eating habits are frequent in the guano and each of them has a role in the nutrient cycling that takes place within the caves. As part of a research project on argasid ticks in caves in Mexico, during 2010-2016, bat guano collections were carried out in 15 caves in seven states of the country. Herein, the records of 90 Acari taxa are presented, included in four orders, 52 families, 27 genera and 11 species determined to date, associated with guano from caves in central and southern Mexico with a diverse geological origin. Different groups of mites carry out particular roles in the food web within caves, due to their diverse feeding habits. The information presented provides data to understand the diversity of guanobia mites and their role within the caves.

Keywords: Guano, troglobites, troglóxenos, records, ecological role

Las cuevas pueden ser definidas como cavidades subterráneas en una variedad de estratos, que albergan miles de especies adaptadas en distintos grados, y que en algunos sitios son tales que son consideradas como Hotspots de biodiversidad (Medellín *et al.* 2017; Pipan *et al.* 2020). Son habitadas por diferentes organismos y microorganismos, siendo los murciélagos una parte integral del ecosistema (Palacios-Vargas 2001; Sakoui *et al.* 2020). En los ambientes cavernícolas las redes alimentarias que se establecen son de dos tipos: la quimiolitoautotrófica (basada en bacterias), y la determinada por el material muerto de plantas y animales o detritus; que junto al ensamblaje de

los descomponedores y depredadores conforman el intrincado flujo de energía en estos sitios (Venarsky y Huntsman 2018). El material que forma el detritus es principalmente aportado de fuentes exógenas (Pellegrini y Ferreira 2013; Ferreira 2019); materiales que pueden llegar a través de ríos, o arroyos, como materia orgánica disuelta que se filtra a través de grietas o raíces de los árboles (Howarth 1972; Ferreira 2019). Además, hay otros materiales como las heces de diversos animales como aves y murciélagos, que son una fuente alterna y en ocasiones única en el ecosistema (Moulds 2005; Ferreira 2019). En general en las cuevas tropicales, el guano es la fuente más importante de nutrientes

(Gnaschini y Trajano 2000; Trajano y Carvalho 2017), de esta forma los murciélagos actúan como enlaces móviles que conectan los ambientes cavernícolas con el mundo exterior.

Las comunidades de organismos que residen en el guano de los murciélagos son variadas y aunque estos vertebrados son representativos de estos ambientes, no todos son cavernícolas; por ejemplo, en México solo cerca de la mitad de las especies (138) se distribuyen en cuevas (Medellín *et al.* 2017). En general el guano está compuesto de fosfatos y sulfatos de potasio, amonio, sodio, y calcio entre otros elementos (Ferreira *et al.* 2017), y un aporte importante de quitina y quitosano (Kaya *et al.* 2014). Sin embargo, esta composición varía de acuerdo con la dieta de las especies de murciélagos que lo aportan (Sakoui *et al.* 2020), de tal forma que en general se conocen tres tipos de guano: 1) frugívoro contiene semillas de diversos tamaños no digeridas y algunas veces con restos de pulpa; 2) hematófago de consistencia pastosa, color rojizo cuando está fresco, y negro y polvoso cuando viejo, y 3) insectívoro que contiene fragmentos de cutícula de los artrópodos consumidos (Ferreira y Martins 1999). Asimismo, la heterogeneidad de las condiciones químicas de los depósitos de guano se deben a variaciones en el tiempo. El guano fresco es generalmente más alcalino y húmedo, mientras que con los años se vuelve más seco y ácido (Pellegrini y Ferreira 2013). Los murciélagos pueden producir grandes cantidades de guano y tienen una fuerte influencia en el patrón de distribución de las poblaciones de animales cavernícolas, las cuales pueden albergar comunidades diversas de bacterias, hongos, protozoos, nematodos, ácaros, coleópteros, dípteros, lepidópteros, colémbolos y arañas; siendo los ácaros los organismos más abundantes en este sustrato (Harris 1970; Ferreira y Martins 1999; Pellegrini y Ferreira 2013).

México cuenta con más de 7,000 cuevas de diferentes tamaños, formas, origen y composición (Lazcano 1983). A pesar de que los estudios de fauna cavernícola en México se remontan a la segunda mitad del siglo XIX, con la descripción de especies cavernícolas por el naturalista Austriaco Dominik Bilimek, y posteriormente por investigadores internacionales y nacionales. Se tiene registros de alrededor de 1,900 especies de artrópodos de estos ambientes, 250 son ácaros y los relacionados con el guano corresponden a cerca de 160 especies (Palacios-Vargas 2008; Hoffmann *et al.* 2004).

Los animales de las cuevas han desarrollado una serie de adaptaciones de comportamiento, morfológicas y fisiológicas, que incluyen reducción o pérdida de ojos, despigmentación, atenuación de apéndices, adelgazamiento de la cutícula, disminución del metabolismo y pérdida de los ritmos circadianos (Barr y Holsinger 1985). Las adaptaciones reproductivas incluyen estrategias adaptativas estacionales de tipo 'K', fecundidad reducida y tiempos de generación aumentados (Poulson 1977; Poulson y Culver 1969; Carchini *et al.* 1994). Así como, adaptaciones en el comportamiento (Christiansen 2012). Howarth (1983) considerando

la clasificación Schiner-Racovitza, menciona que los cavernícolas terrestres se pueden clasificar según su grado de adaptación y dependencia de las cavernas; los troglobios son especies obligadas que no pueden sobrevivir en ambientes epigeos. Los troglófilos son especies facultativas que viven y se reproducen en cuevas, pero también pueden sobrevivir en microhábitats oscuros y húmedos similares en la superficie. Los troglótenos pasan sólo una parte de su ciclo de vida en cuevas y regresan periódicamente a la superficie para alimentarse. Finalmente, los accidentales son especies que se encuentran en cuevas pero que no pueden sobrevivir ni reproducirse allí. Sin embargo, los conceptos fundamentales de esta clasificación están en discusión y han surgido nuevas propuestas (Trajano 2012; Trajano y Carvalho 2017). Para efectos de esta contribución seguiremos la presentada por Howarth (1983).

Como parte de un proyecto de investigación sobre argáidos en cuevas de México, se realizaron colectas de guano de murciélago en 15 cuevas del sur y centro del país con el objetivo de estudiar los ácaros presentes en este biotopo para conocer la riqueza y su papel en la cadena trófica que se establece en este ambiente tan particular.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 2010-2016 se visitaron un total de 15 cuevas de siete estados de la República Mexicana (Cuadro 1). Dentro de cada una de las cuevas se ubicó el sitio con acumulación de guano, los que variaron en tamaño, forma, profundidad y ubicación con respecto a la entrada. Se tomó una muestra de aproximadamente 300 gr. (sin considerar el tipo de guano), y fueron guardadas en una caja de plástico dentro de una hielera hasta su procesamiento con embudos de Berlese-Tullgren portátiles (BioQuip Products, Inc., Gardena, CA). Se colocaron en los embudos durante un día o en algunos casos, fueron directamente tamizadas, usando dos tamices superpuestos de 0.232 y 0.165 pulgadas de malla. El material obtenido se preservó en viales con etanol al 96%. Adicionalmente se colocaron redes de niebla dentro de las cuevas (por una hora) con la finalidad de capturar murciélagos y saber qué especies se encontraban habitando en estos ambientes. Los murciélagos capturados fueron colocados en costales de manta para posteriormente ser identificados con la clave de campo de Medellín *et al.* (2008). En el laboratorio, los ácaros fueron separados por grupos taxonómicos a nivel de orden; posteriormente se hicieron preparaciones semipermanentes aclarándose con lactofenol y montándose en líquido de Hoyer. Los ácaros fueron determinados con ayuda de un microscopio óptico (Zeiss AxioScope 1) y claves especializadas (Krantz y Walter 2009; Balogh y Balogh 1988, 1990; Dindal 1990). Los ácaros se depositaron en la Colección de Ácaros del Laboratorio de Acarología "Anita Hoffman", Facultad de Ciencias (LAFC), Universidad Nacional Autónoma de México.

## RESULTADOS

Se identificaron un total de cuatro órdenes de Acari,

pertencientes a 90 taxones distribuidos en 52 familias, 27 géneros y 11 especies (Cuadro 3). Las cuevas con mayor riqueza fueron: el Palapo, Colima (18 taxones), La Chepa, Chiapas (18) y Río Coy, San Luis Potosí (15); mientras que las de menor riqueza: Agua Blanca, Tabasco (1 taxón), Kahua, Yucatán (1), el Aguacatillo, San Luis Potosí (2) y Cueva Chocantes, Yucatán (2). En el cuadro 2 se muestran las especies de murciélagos recolectadas en cada cueva, así como los reportes de otros autores, e información sobre el tipo de guano analizado.

Las familias mejor representadas en las cuevas estudiadas fueron: Laelapidae, Trombiculidae y Guanolichidae (*Neoguanolichus* sp.), en 5 cuevas, y Lardoglyphidae y Urodinychidae (*Uroobovella* sp.) en cuatro. Los Acari-formes estuvieron representados por Trombidiformes de 8 familias, siendo Trombiculidae la que estuvo presente en más cuevas (5). Para los Astigmatina, las familias Guanolichidae, Lardoglyphidae, Scatoglyphidae, Rhizoglyphidae y Acaridae, son las que se encontraron con mayor frecuencia en las cuevas estudiadas. Los oribátidos estuvieron pobremente representados en las 15 cuevas, sólo en la cueva El Palapo se observó un gran número de familias (ocho). Entre los Parasitiformes, el orden Mesostigmata, las familias Laelapidae, Diploginiidae, Dinychidae, Parasitidae y Sejidae se observaron en un mayor número de cuevas. Finalmente, el orden Ixodida estuvo representado sólo por tres especies de garrapatas blandas (Argasidae) de los géneros *Antricola* y *Ornithodoros*.

Con respecto al tipo de guano (frugívoro, hematófago o insectívoro), de acuerdo a observaciones y muestreos en algunas de las cuevas, así como la recopilación de información bibliográfica para las cuevas estudiadas y su relación con la diversidad de ácaros encontrados, podemos decir que, seis de las cuevas que en su mayoría albergan a murciélagos insectívoros es donde se observó una mayor diversidad, teniendo como ejemplo a las cuevas La Chepa, río Coy y el Palapo que fue donde se registraron el mayor número de familias.

## DISCUSIÓN

Debido a los diferentes recursos alimentarios disponibles en las distintas cuevas, y la variedad de preferencias alimenticias de las distintas especies de ácaros habitantes en ellas, las redes tróficas en cada una de ellas suele ser muy compleja. De manera general, se pueden definir cuatro niveles tróficos: 1) Productores primarios, las fuentes de energía que pueden ser el guano, bacterias y el suelo de la cueva, 2) consumidores primarios compuestos de hongos y bacterias presentes en suelo, guano y paredes, o descomponedores primarios, 3) consumidores secundarios o descomponedores secundarios que promueven el proceso de ciclaje y descomposición, y 4) los depredadores; todos ellos que interactúan y dan como resultado los flujos energéticos en el sistema (Palacios-Vargas 2009; Palacios-Vargas *et al.* 2011). Las principales fuentes de alimentos son: los detritos vegetales que aporta la vegetación circundante, y

la otra muy importante, es el guano de los murciélagos, en donde colonias de bacterias y hongos se desarrollan siendo un complemento invaluable que junto a los materiales vegetales, aportan la base para el establecimiento de diversos organismos, y así la red trófica en el guano. Hongos y bacterias son consumidas como fuente de alimento por muchas especies de ácaros e insectos colémbolos, la mayoría de ellos presas de hormigas y coleópteros, así como de otros arácnidos como arañas, pseudoscorpiones y algunos grupos de ácaros.

En cuanto a los hábitos o preferencias alimenticias de las familias presentes en las cuevas estudiadas, podemos mencionar que, Laelapidae y Dinychidae son ácaros depredadores (Krantz y Walter 2009); los trombicúlidos (trombiculidae) tanto de toninfas como adultos son también depredadores siendo su principal fuente de alimento los huevos de insectos. De los Astigmatina las familias mejor representadas: Guanolichidae, Lardoglyphidae, Scatoglyphidae, Rhizoglyphidae y Acaridae, son típicamente micófagas, características de hábitats efímeros y/o discontinuos, como son las cuevas, lo que explica su presencia y abundancia en el guano (Krantz y Walter 2009). En especial las especies de Guanolichidae son habitantes exclusivos del guano de murciélago en cuevas. Por su parte, los oribátidos, un grupo responsable y bien documentado por su participación en la descomposición e incorporación de la materia orgánica en los suelos, fueron poco abundantes y diversos en las cuevas de este estudio. Solo en la cueva El Palapo se registraron diez familias, en su mayoría, son ácaros saprobios, que consumen el material orgánico en descomposición, aunque algunos se alimentan de hongos, tanto hifas como esporas, cumpliendo con una función importante para estos últimos ya que ayudan a su dispersión (Krantz y Walter 2009), y esto explica su presencia, ya que en esta cavidad hay un fuerte aporte de material vegetal.

Entre los Parasitiformes, los mesostigmados, Laelapidae, Diploginiidae, Dinychidae, Parasitidae y Sejidae son ácaros de hábitos, en su mayoría depredadores que se alimentan de otros ácaros como los astigmatinos que son muy abundantes en el guano; sin embargo, también hay algunos que pueden consumir hongos y otros elementos del material presente en dicho sustrato. Dentro de los ácaros Trombidiformes: Trombidiidae, Cunaxidae y Neotrombidiidae, presentan una amplia variedad de hábitos alimenticios, desde saprobios hasta depredadores, y simbioses comensales, foréticos y algunos parásitos (Krantz y Walter 2009).

Finalmente, las garrapatas blandas (*Antricola* y *Ornithodoros*), sus larvas suelen encontrarse parasitando a murciélagos que habitan en estos ambientes, y pueden llegar a encontrarse también en el guano (Labruna *et al.* 2012; Guzmán-Cornejo *et al.* 2017), como se observó en este estudio.

En el guano de los murciélagos viven ácaros y colémbolos muy similares a los que se encuentran en los detritos vegetales, pero con algunas especies muy especializadas como guanófilas, ya que el aporte de los murciélagos será distinto tanto por sus hábitos alimenticios específicos, como

por el número de individuos de cada colonia, por ejemplo, el guano de *Desmodus* (hematófago) contiene más carbono, nitrógeno y fósforo, que el de *Pteropus*, un frugívoro. Estas diferencias en la composición del guano sugieren que éste puede afectar la estructura del ecosistema y su dinámica de manera diferente (Emerson y Roark 2007). El guano de la mayoría de las cuevas analizadas correspondió a murciélagos insectívoros y frugívoros, y aunque el muestreo en cada una de ellas fue puntual, esto nos ha permitido tener un primer acercamiento de la riqueza de ácaros en cada una de ellas. Cuevas como la Chepa, en Chiapas y la del río Coy en San Luis Potosí, probablemente incluyen poblaciones abundantes de murciélagos, mientras que en la cueva del Parque Ecológico el Palapo, en Colima esta se caracterizó por ser un espacio más pequeño tipo oquedad, con dos aberturas hacia el exterior, lo que probablemente permita un arrastre de materia orgánica externa, que se vió reflejado en el número de oribátidos encontrados. Muestréos a lo largo de un ciclo y considerando varios puntos de colecta, son necesarios para poder entender la dinámica poblacional en cada una de las cuevas estudiadas. Sin embargo, a pesar de las limitaciones en los muestréos, la riqueza de ácaros asociados con estos ambientes suele ser muy alta.

Las cuevas debido a su rareza y distribución restringida son hábitats similares a islas (Poulson y White 1969), y los animales que viven en ellas, son particularmente vulnerables a perturbaciones ambientales temporales o locales. Diversos autores han señalado que muchos de los organismos adaptados a las cavernas se encuentran en peligro de extinción (Medellín *et al.* 2000; Howarth 1983; Arita 1993). Por lo que, el conocimiento de la diversidad y abundancia de las comunidades cavernícolas es esencial para detectar fluctuaciones poblacionales y monitorear las poblaciones con fines de conservación, especialmente las de las especies que habitan el guano un sustrato vital para el flujo de energía y parte fundamental de la red trófica de las cuevas.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es en reconocimiento a la Dra. Gabriela Castaño-Meneses, a su labor en las investigaciones enfocadas al conocimiento sobre la biología, ecología y taxonomía de sobre la fauna edáfica y otros ambientes similares como son las cuevas, hábitats explorados por la Dra. Castaño a lo largo de su trayectoria profesional.

Agradecemos al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, Universidad Nacional Autónoma de México (PAPIIT-UNAM No. IN214114).

#### LITERATURA CITADA

- Arita, H. 1993. Conservation biology of Mexican cave bats. *Journal of Mammalogy* 74:693-702.
- Balogh, J. and P. Balogh. 1988. *Oribatid Mites of the Neotropical Region I. The soil mites of the world*. Vol 2 (ed. Balogh J.) Elsevier, Amsterdam.
- Balogh, J. and P. Balogh. 1990. Oribatid Mites of the Neotropical Region II. The soil mites of the world. Vol 3 (ed. Balogh J.) Elsevier, Amsterdam.
- Barr, T.C. and J.R. Holsinger. 1985. Speciation in Cave Faunas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16: 313-337.
- Carchini, G., M. Rampini and V. Sbordoni. 1994. Life cycle and population ecology of the cave cricket Dolichopoda geniculata (Costa) from Valmarino cave (Central Italy). *International Journal of Speleology* 23(3/4):203-218. DOI: 10.5038/1827-806X.23.3.6
- Christiansen, K.A. 2012. Morphological adaptations (pp. 517-528). In: White, W. B. and D. C. Culver (Eds), *Encyclopedia of caves*. Elsevier, Amsterdam.
- Dindal, D.L. 1990. *Soil Biology Guide*. Wiley, New York.
- Elliott, W. R. and J.R. Reddell. 1973. A checklist of the cave fauna of Mexico. VI. Valle de los Fantasmas Region, San Luis Potosí. *Association of Mexican Cave Studies Bulletin*. 5:191-201.
- Emerson J.K. and A.M. Roark. 2007. Composition of guano produced by frugivorous, sanguivorous, and insectivorous bats. *Acta Chiropterologica*, 9(1): 261-267, 2007
- Ferreira, L.R. 2019. Guano communities. (pp. 474-484). In: William, W.B., D.C. Culver and T. Pipan (Eds). *Encyclopedia of caves*. Elsevier, Amsterdam.
- Ferreira, L.R. and P.R. Martins. 1999. Guano de Morcegos; fonte de vida em cavernas. *Ciencia Hoje*, 25 (146): 34-40.
- Ferreira, R.L., X. Prous and R.P. Martins. 2007. Structure of bat guano communities in a dry Brazilian cave: *Tropical Zoology* 20: 55-74.
- Gnaspini, P. and E. Trajano. 2000. Guano communities in tropical caves (pp. 251-268). In: Wilkens, H., D. C. Culver and W. F. Humphreys (Eds.) *Ecosystems of the world. Subterranean ecosystems*. Amsterdam, Elsevier.
- Guerrero, R. and J. B. Morales-Malacara. Streblidae (Diptera: Calyptratae) parásitos de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) cavernícolas del centro y sur de México, con descripción de una especie nueva del género *Trichobius*. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Ser. Zool.* 67: 357-373.
- Guzmán-Cornejo, C., García-Prieto, L., Rebollo-Hernández, A., Venzal, J. M., Nava, S., and S. Sánchez-Montes. 2017. Molecular evidence and additional morphological characters to distinguish *Ornithodoros brodyi* and *Ornithodoros yumatensis* (Ixodida: Argasidae) in their different developmental stages. *Acta Parasitologica*, 62(2), 432-448.
- Harris, J.A. 1970. Bat-guano cave environment. *Science*, 169: 1342-1343.
- Hoffmann, A., G. López-Campos e I.M. Vázquez-Rojas. 2004. Los Artrópodos de las cavernas de México (pp. 229-326). In: Llorente Bousquets, J.E., J.J. Morrone, O. Yañez Ordoñez e I. Vargas (Eds.) *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*, vol. IV. Universidad Nacional Autónoma de México y Conabio, México, D.

F.

- Howarth, F.G. 1972. Cavernicoles in lava tubes on the Island of Hawaii. *Science*, 175: 325-326
- Howarth, F.G. 1983. Ecology of cave arthropods. *Annual Review of Entomology* 28: 365-389.
- Jones, J. K., JR., J. D. Smith and H.H. Genoways. 1973. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, México. I. Chiroptera. *Occasional Papers Museum of Texas Tech University* 13:1-31.
- Kaya, M., O. Seyyar, T. Baran and T. Turkes. 2014. Bat guano as new and attractive chitin and chitosan source. *Frontiers in Zoology*, 11: 1-10.
- Krantz W. and D.E. Walter. 2009. A manual of Acarology. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas.
- Labruna, M.B., S. Nava, C. Guzmán-Cornejo and J.M. Venzal. 2012. Maternal care in the soft tick *Antricola marginatus*. *Journal of parasitology*, 98 (4): 876-877
- Lazcano S.C. 1983. México paraíso de la espeleología. *Gaceta UNAM (Sexta Época)*, 1(41): 21.
- López-Wilchis, R., A. Méndez-Rodríguez, J. Juste, J.L. García-Mudarra, F. Salgado-Mejía and L.M. Guevara-Chumacero. 2021. The Big Naked-backed Bat, *Pteronotus gymnotus*, Chiroptera, Mormoopidae, in its northernmost geographic distribution range. *Therya* 12: 449-459.
- Medellín, R.A., H.T. Arita and O. Sánchez. 2008. *Identificación de los Murciélagos de México, Clave de Campo*. Instituto de Ecología, UNAM, México, Ciudad de México.
- Medellín, R., M. Equihua, and M. Amín. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforest. *Conservation Biology* 14:1666-1675.
- Medellín, R.A., R. Wiederholt and L. Lopez-Hoffman. 2017. Conservation relevance of bat caves for biodiversity and ecosystem services. *Biological Conservation*. 211: 45-50.
- Mitchell, R.W. and J.R. Reddell. 1973. Studies on the Cavernicole Fauna of Mexico and Adjacent Regions Vol. 5. Association for Mexican Cave Studies, Bulletin. University of South Florida, USA.
- Moulds, T.A. 2005. Guanophilic invertebrate ecology and conservation in caves. Cave and Karst Management in Australasia 16. Proceedings of the 16th ACKA Conference, Westport, NZ.
- Palacios-Vargas, J.G. 2001. La Biodiversidad de los ácaros cavernícolas en México. En: Vargas, M., O.J. Polaco y G. Zuñiga (Eds.). Contribuciones Entomológicas. Homenaje a la doctora Isabel Bassols Batalla. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
- Palacios-Vargas, J.G. 2009. Los estudios bioespeleológicos de la cueva de las Sardinas y sus perspectivas. *Mundos Subterráneos*, 20.
- Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño-Meneses and D.A. Estrada. 2011. Diversity and dynamics of microarthropods from different biotopes of Las Sardinas cave (Mexico). *Subterranean Biology*, 9:113-126. <https://doi.org/10.3897/subtbiol.9.2514>
- Pellegrini, T.G. and R.L. Ferreira. 2013. Structure and interactions in a cave guano-soil continuum community. *European Journal of Soil Biology*, 57: 19-26.
- Poulson, T.L. 1977. A tale of two spiders. *Cave Resolution Foundation Annual Report*. 245-248. DOI:10.1098/rspb.2017.0193
- Poulson, T.L. and D.C. Culver. 1969. Diversity in terrestrial cave communities. *Ecology* 50: 153-158.
- Poulson, T. L. and W.B. White. 1969. The cave environment. *Science* 165: 971-981.
- Sakoui, S., R. Derdak, B. Addoum, A. Serrano-Delgado, A.Soukri, B. El Khalfi. 2020. The Life Hidden Inside Caves: Ecological and Economic Importance of Bat Guano. *International Journal of Ecology* (5), DOI: 10.1155/2020/9872532
- Trajano, E. 2012. Ecological classification of subterranean organisms (pp. 275-277). In W. White and D. Culver (Eds.). *Encyclopedia of Caves*. Academic Press, Waltham. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-383832-2.00035-9>
- Trajano, E. and M. Carvalho. 2017. Towards a biologically meaningful classification of subterranean organisms: a critical analysis of the Schiner-Racovitza system from a historical perspective, difficulties of its application and implications for conservation. *Subterranean Biology* (22), 1-26.
- Vázquez-Pérez, E.U., J.A. Roque-Velázquez y E. Velázquez-Velázquez. 2010. Diversidad alfa y beta en murciélagos cavernícolas de la Depresión Central, Chiapas, México. *Lacandonia* 4: 47-54.
- Venarsky, M.P. and B.M. Huntsman. 2018. Food webs in caves (pp. 309-328). In: Moldovan, O., L. Kováč and S. Halse (Eds.). *Cave Ecology*. Springer, Amsterdam.

Reibido: 30 de abril 2024

Aceptado: 6 de junio 2024

Cuadro 1. Cuevas estudiadas mostrando ubicación, fecha de recolecta del guano y datos abióticos.

Estado/Cueva	Municipio	Coordenadas	Fecha de colecta	Altura msnm	Humedad relativa %	Temperatura °C
<b>Chiapas</b>						
Cueva de la Chepa	Tuxtla Gutiérrez	16°46'42'' N, 93°08'55'' O	29-III- 2014	781	74	36
Cueva del Naranja	Cintalapa	16°51'16'' N, 93°42'16'' O	30-III-2014	769	100	24
Cueva Cerro Hueco	Tuxtla Gutiérrez	16°43'16'' N, 93°05'24'' O	31-III-2014	563	78	20
Cueva del Guano	San Fernando	16°48'37.31'' N 93°10'30.3'' O	2-IV-2014	777	94	22
<b>Colima</b>						
Cueva del Parque Eco- lógico el Palapo	Coquimatlán	19°11'57'' N, 103°54'53'' O	23-VI-2015	238	-	-
<b>Nayarit</b>						
Cueva Cerro de las Viejas	Santiago Ixcuintla	22°51'56'' N, 105°09'0.96'' O	18-VI-2015	-	-	-
<b>Quintana Roo</b>						
Cueva del Sereque (Ac- tún tsuub)	Lázaro Cárdenas	20 48'15'' N, 87°28'34'' O	6-X-2014	14	92	27
<b>San Luis Potosí</b>						
Cueva del Aguacatillo	Mantetzulel	21°38'0.996''N, 99°39'42.6'' O	6-IX-2015	108	98	23
Cueva del Río Coy	Tanlajás	21°43'54.3'' N 98°58'33.64'' O	3-X-2016	74	98	23
Cueva Chica	Ciudad Valles	21°51'35.35'' N 98°56'11.9'' O	4-X-2016	63	98	25
<b>Tabasco</b>						
Cueva Agua Blanca	Macuspana	17°37'11'' N 92°28'12'' O	30-IX- 2014	193	89	24
Cueva de las Sardinas	Tapijulapa	17°26'32.53'' N 92°46'31.19'' O	12-VI-2010	91	85	32.3
<b>Yucatán</b>						
Cueva de Calcehtok	Opichén	20°33'02'' N, 89°54'43'' O	14-VI-2010	62	-	-
Cuevas Chocantes	Tecax	20°12'10'' N, 89°17'58'' O	2-X-2014	91	91	30
Cueva Kahua	Kahua	20°37'36'' N, 89°24'85'' O	5-X-2014	-	-	-

Cuadro 2. Especies de murciélagos capturados durante este estudio y registros obtenidos de la literatura para cada una de las cuevas analizadas.

Cueva	Especies de murciélagos capturados durante este estudio	Registro de murciélagos en literatura	Tipo de guano analizado	Referencias
<b>Chiapas</b>				
Cueva de la chepa	<i>Natalus mexicanus</i>	<i>Artibeus intermedius</i> , <i>Balantiopteryx plicata</i> , <i>Mormoops megalophylla</i> , <i>Glossophaga soricina</i> , <i>Natalus stramineus</i> ,	Insectívoro	Vázquez-Pérez <i>et al.</i> 2010
Cueva del naranjo	<i>Artibeus intermedius</i> <i>Desmodus rotundus</i>	-	Insectívoro-Frugívoro	-
Cueva cerro hueco	<i>Artibeus jamaicensis</i>	<i>Artibeus</i> sp., <i>Artibeus jamaicensis</i> , <i>Glossophaga soricina</i> , <i>Mormoops megalophylla</i> , <i>Glossophaga soricina</i> , <i>Pteronotus parnellii</i> ,	Frugívoro	Guerrero y Morales-Malacara 1996 Vázquez-Pérez <i>et al.</i> 2010
Cueva del guano	<i>Artibeus jamaicensis</i> <i>Desmodus rotundus</i>		Frugívoro	
<b>Colima</b>				
Cueva del parque ecológico el Palapo	<i>Macrotus waterhousii</i> <i>Glossophaga</i> sp. <i>Desmodus rotundus</i>	-	Insectívoro	-
<b>Nayarit</b>				
Cueva cerro de las viejas	<i>Pteronotus psilotis</i> (=Pt. <i>personatus</i> )	-	Insectívoro	-
<b>Quintana Roo</b>				
Cueva del sereque (Actún tsuub)	<i>Carollia sowelli</i> <i>Glossophaga soricina</i>	-	Frugívoro-Insectívoro	-
<b>San Luis Potosí</b>				
Cueva del aguacatillo	-	-	Frugívoro	-
Cueva del nacimiento del Río Coy	<i>Artibeus jamaicensis</i> , <i>Mormoops megalophylla</i> <i>Glossophaga soricina</i>	<i>Artibeus lituratus</i> , <i>Desmodus rotundus</i> , <i>Pteronotus parnellii</i> , <i>Pteronotus psilotis</i> (=Pt. <i>personatus</i> ), <i>Natalus stramineus</i>	Frugívoro	Elliot y Reddell 1973
Cueva chica	<i>Mormoops megalophylla</i>	-	Insectívoro	-
<b>Tabasco</b>				
Cueva agua blanca	-	<i>Pteronotus gymnonotus</i> , <i>Pteronotus fulvus</i> (=Pt. <i>davyi</i> ),	Insectívoro	López-Wilchis <i>et al.</i> 2021

Cueva de las sardinas	-	<i>M. megalophylla</i> , <i>Pteronotus davyi</i> , <i>Pteronotus parnellii</i> , <i>Pteronotus psilotis</i> (=Pt. personatus), <i>Pteronotus gymnonotus</i> , <i>Balantiopteryx</i> , <i>Carollia</i> sp., <i>Desmodus rotundus</i>	Insectívoro	Palacios- Vargas 2009
<b>Yucatán</b>				
Cueva de calcehtok	-	<i>Pteropteryx macrotis</i> , <i>Desmodus rotundus</i>	Insectívoro	Jones <i>et al.</i> 1973
Cuevas chocantes	-	-	Frugívoro	
Cueva Kahua	-	<i>Diphylla ecaudata</i>	Insectívoro	Jones <i>et al.</i> 1973

Cuadro 3. Listado de taxones de ácaros colectados en 15 cuevas de siete estados de la República Mexicana. Chiapas: Cche= Cueva de la chepa; CN= Cueva del Naranja; CCH= Cueva de Cerro Hueco; CG= Cueva del Guano. Colima: CP= Cueva del Parque Ecológico el Palapo. Nayarit: CCV= Cueva Cerro de las viejas. Quintana Roo: Cse= Cueva del sereque. San Luis Potosí: CA= Cueva del aguacatillo; CRC= Cueva del nacimiento del Río Coy; Cchi= Cueva chica. Tabasco: CAB= Cueva agua blanca; Csa= Cueva de las sardinas. Yucatán= CC= Cueva Calcehtok; Ccho= Cueva chocantes; CK= Cueva Kahua. \*Superfamilias.

Orden/ Familia/ Género/Especie	C c h e	C N	C C H	C G	C P	C C V	C se	C A	C R C	C chi	C A B	C sa	C C	C cho	C K
<b>IXODIDA</b>															
<b>Argasidae</b>															
<i>Antricola mexicanus</i>						X						X			
<i>Antricola marginatus</i>													X		
<i>Ornithodoros yumatensis</i>				X											
<b>MESOSTIGMATA</b>															
<b>Ascidae</b>			X												
<b>Dermanysidae</b>			X												
<b>Diarthropthalidae</b>									X						
<b>Dinychidae</b>			X		X		X								
<b>Diplogyniidae</b>							X					X	X		
<b>Ichthyostomatogasteridae</b>									X						
<b>Laelapidae</b>					X		X	X				X	X		
<b>Macrochelidae</b>			X												
<i>Geholapsis</i>									X						
<b>Metagynuridae</b>			X												
<b>Parasitidae</b>			X				X		X						
<b>Podocinidae</b>															
<i>Podocinum sagax</i>							X								
<b>Polyaspididae</b>									X						
<i>Polyaspis</i>									X						
<b>Rhodacaridae</b>					X									X	
<b>Sejidae</b>	X	X													
gen. sp. 1	X														
gen. sp. 2	X														
gen sp. 3	X									X					

<b>Trachyuropodidae</b>									X										
<b>Trematuridae</b>		X																	
<b>Trigonuropodidae</b>	X																		
<b>Uropodidae</b>			X																
<i>Deraiphoras</i>									X										
<i>Trichouropoda</i>									X										
<i>Trichocylliba</i>			X						X										
<b>Urodinychidae</b>																			
<i>Uroobovella</i>		X	X	X											X				
<b>TROMBIDIFORMES</b>																			
<b>Caligonelidae</b>				X															
<b>Cheyletidae</b>					X														
<b>Cunaxidae</b>	X				X										X				
<b>Neotrombidiidae</b>																			
<i>Discotrombidium villasiense</i>	X													X				X	
<b>Rhagidiidae</b>					X				X										
<b>Stigmaeidae</b>																			
<i>Storchia</i>				X					X										
<b>Trombidiidae</b>														X	X	X			
gen. sp. 1	X																		
gen. sp. 2	X																		
gen. sp. 3	X																		
gen. sp. 4	X																		
<b>Trombiculidae</b>	X				X								X		X				X
<i>Pentagonectum</i> sp.	X																		
<b>SARCOPTIFORMES</b>																			
<b>Acaridae</b>			X										X						
<b>Carpoglyphidae</b>						X													
<b>Glyciphagidae</b>										X									
<b>Guanolichidae</b>	X	X				X								X	X				
<i>Neoguanolichus</i> sp.	X	X				X								X	X				
<b>Histiostomatidae</b>																			
<i>Histiostoma</i>													X						X
<b>Lardoglyphidae</b>		X		X	X	X													
<b>Lemaniellidae</b>		X		X															
<b>Rizoglyphidae</b>	X				X														
<b>Scatoglyphidae</b>	X									X									
<b>Adelphacaridae</b>																			
<i>Adelphacarus</i>					X														
<b>Camisiidae</b>					X														
<b>Haplozetidae</b>													X						
<i>Paraxylobates</i>										X									
<b>Hypochthoniidae</b>																			
<i>Eohypochthonius crassitiger</i>					X					X									
<b>Lohmannidae</b>																			
<i>Torpacarus ornitens</i>					X														

<b>Malaconothridae</b>															
<i>Malaconothrus mollisetosus</i>												X			
<b>Oppidae</b>															
<i>Amerioppia</i>		X			X										
<i>Ramusella</i>						X									
<b>Cymbaeremaeidae</b>															
<i>Scaphereameus</i>					X										
<b>Oribatulidae</b>															
<i>Areozotes</i>							X								
<b>Punctoribatidae</b>															
<i>Allozetes</i>					X										
<b>Scheloribatidae</b>															
<i>Monoscheloribates</i>	X											X			
<b>Sphaerochthoniidae</b>															
<i>Sphaerochthonius phyllophorus</i>					X										
<i>Sphaerochthonius splendidus</i>	X														
<b>Trhypochthoniidae</b>															
<i>Trhypochthoniellus</i>							X								
<i>Trhypochthonius</i>										X					
<b>Eremuloidea*</b>															
<b>Oppioidea*</b>															
	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

## The marine littoral *Spinactaletes* (Collembola: Actaletidae) from Mexico, redescription of *S. boneti* and new records

### El género litoral marino *Spinactaletes* (Collembola: Actaletidae) en México, redescipción de *S. boneti* y nuevos registros

José G. Palacios-Vargas<sup>1</sup>, Angela Arango<sup>1,2</sup>, Ada Ruiz<sup>1</sup> y Saúl Aguilar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 CDMX, México.

<sup>2</sup>Corresponding author: arango@ciencias.unam.mx

#### ABSTRACT

A morphological study of *S. boneti* (Parisi, 1972) and its intraspecific variation is presented, providing a complete description with drawings, and photos. New records for this and other species are given.

**Key words:** Morphology, Pacific coast, Baja California, Veracruz, distribution.

#### RESUMEN

Se hizo un estudio de la morfología de *S. boneti* (Parisi, 1972) y su variación, incluyendo una descripción detallada completa con dibujos y fotos. Se dan nuevos registros para esta y otras especies.

**Palabras clave:** Morfología, costa pacífica, Baja California, Veracruz, distribución.

Aquatic Collembola from Mexico was recently summarized (Palacios-Vargas 2023). A total of 14 families, 18 genera and 78 species are known, counting those of fresh water and marine littoral, including the Actaletidae which is rare and strictly marine littoral. This small family of springtails was revised by Soto-Adames (1988), who erected the genus *Spinactaletes* for species living in Mexico and Caribe, which have sexual dimorphism and dental spines, and leaving the only species of *Actaletes*, *A. neptuni*, as monogeneric species of the family in Europe.

The first species in the Americas of this group was described by Parisi (1972) from Mexican Pacific (Acapulco) as a member of *Actaletes*. The description of this species was very brief and after synonymized by Soto-Adames (1988) as *Spinactales boneti* (Parisi, 1972); he detected important morphological variation which can make presume that there are several species. The second, *A. calcarius*, was described by Bellinger (1962) from Jamaica, which also differs from *A. neptuni* Giard, 1889 in having a remarkable sexual dimorphism characterized by the presence of one spur on tibiotarsus III in male adults. Glynn (1968) found in Puerto Rico (Guánica) specimens of *Spinactaletes* associated with *Acanthopleura* (Polyplacophora: Mollusca) and noted that it is attracted by the vegetal debris produced by these mollusks. In 1972 *A. venezuelensis* Najt y Rapoport was described from mangrove roots in Venezuela (Chiriviche).

Most recent taxonomical contributions were done by Soto-Adames (1988) and Soto-Adames and Soto-Adames y Gillén

(2011) who described several species and gave complements to others previously known and provided a key for 11 valid species known today, but in one previous contribution Soto-Adames (2002) recorded one species from US Virgin Islands, and gave some molecular information.

Several studies have been done about *S. boneti*, as the structure of the epicuticle, by Dallai and Malatesta (1973), it was included in the revision of the family by Soto-Adames (1988) who made additions to the knowledge of the morphology. More recently Nunes Godeiro, et al. (2022) gave the complete mitochondrial genome of this Mexican marine littoral species and discussed its phylogenetic placement, suggesting its position as a sister group of the remaining Entomobryomorpha species with moderate bootstrap support (68%). Those results agree with the study made by D'Haese (2003) who concluded that the springtails had a terrestrial edaphic origin with the semi-aquatic life representing a secondary specialization, not a primitive condition.

Palacios-Vargas y Castaño-Meneses (2009) discussed the sexual dimorphism in several families and genera, highlighting that, the strongest sexual dimorphism is found in families and genera which have aquatic habitats; species belonging to primarily aquatic families (fresh water or marine water) have the most evolved morphology, where males have clasping antennae to attach the females during sexual courtship. Most species of *Spinactaletes* have males with tibiotarsal spur (except *S. nemyops*), and some of them, including *S. boneti*, *S. campylorachis* and *S. calcalectoris*,

have spines on femur I and tibiotarsus I.

Abbreviations used in this contribution are: Ant. (antennal segment), OPA (postantennal organ), Pls (postlabial setae), bm (basomedial setae), Tita (tibiotarsus).

***Spinactaletes boneti*** (Parisi, 1972)  
(Figs. 1-10)

**Redescription.** Largest female 1.4 mm (n=7) (Fig. 1A, C), largest male 1.2 mm (n=1) (Fig. 1B, D). Antennae, head, trunk, and legs uniformly dark grey (Fig. 1A y B); manubrium and basal half of dens light grey, distal half of dens white. Proportion of Ant. I-IV for males as 1:1; 2.6;2.5; 1.6 and females as 1:1.9; 2; 1.8; 1.5. Antennae of males significantly longer (0.78 mm) than in females (0.59) (Figs. 1C, D); average proportion of total antennal length/dens 3.2 in males and females. Ant. IV rectangular, apically weakly truncate with 8 dorsal sensilla (Fig. 2A, 3A) and one big ventral curving seta; apex with about 11 truncate sensilla (Fig. 2B). Ant. III (Fig. 2C) ventrally with 1 smooth spine, 4 long posterior setae and 5 thin, trichobothria-like setae (Fig. 2C, 3B); 5 sensilla on distal part of article, sense organ with two fungiform sensilla (Fig. 2C), under a low cuticular fold. Apex of Ant. III with a lateral cuticular tubercle. Ventral face of Ant. II (Fig. 2D) with setae acuminate and no spine-like seta; longest dorsal setae on Ant. II on lateral margin (Fig. 2D, 3B). Ant. I with many setae and ventrally with a concave surface and one small tubercle with two tiny spines (Fig. 2D, 3C).

Head with many smooth setae (Fig. 4A), 8+8 eyes, OPA about two times the size of one eye (Fig. 3D, 4A). Interocular setae with 9–11 setae (Fig. 3D, 4A). Labrum with 4/4,5,4 setae (Fig. 4B). Posterior to prelabral setae, with two spines (Fig. 4B). Mandibles big and strong, two big basal teeth, molar surface well developed, each element seems like a cauliflower (Fig. 5A), and 4 apical teeth (Fig. 5B). Maxilla with a strong capitulum and six lamellae. Labium with 5 proximal setae, only 4 basomedial setae (Fig. 4 C) and a full complement of papillae (Figs. 5C, E). Papilla C isolated from others, A and B close together but not fused, D and E partially fused at base; apical seta on papilla D longest, apical seta on papilla B shortest; hypostoma with many strong long setae on each side (Fig. 5D). Papilla A with 1 guard seta, papillae B and D each with 4 setae, papilla E with 6 setae (Fig. 5C). Post labium with 1 + 1 seta along cephalic groove (Fig. 4C).

External surface of femur I with 2 spines inserted close together near base of segment (Fig. 6A), proximal spine 25 x 4 µm tapering, distal spine 25 x 5 µm acuminate; and two distal spines, first acuminate and the last tapering. Internal surface of Tita I, with 2 large spines, proximal, 30 x 4 µm, tapering; distal 35 x 4 µm acuminate (Fig. 6B); tibiotarsus of males longer than in females, proportion Tita I /dens 0.52 males, 0.37 in females. Tita on all legs with an apical subdivision with 6 setae (Fig. 6C, D). Tita III of male, with sclerotized process of tibiotarsal spur cylindrical, long (Figs. 6C, 7D), with 5 seta, distal two longer and stronger than

others, as long as sclerotized process, which ends in one piece (Fig. 7E) or with four teeth on one side (Fig. 9A). Females with ventral chaetotaxy of Tita III with seta w2 subequal to w4 (Fig 6D). Tita I-III in female 150, 170; 230 µm; Tita I-III in male = 150, 170; 240 µm.

Pretarsus with one small setae on each side (Fig. 7A), unguis with one internal tooth (Fig. 7B), unguiculus without teeth, almost straight (Fig. 7C). Tenent hair is leaf-shaped and covers most of dorsal surface of unguis (Fig. 7A, 7C). Ventral tube with only 3 + 3 setae (Fig. 5F). Retinaculum with 4 teeth on each ramus and corpus with 2 anterior setae and 3 longer posterior setae (Fig. 6E).

Abdomen with four pairs of bothriothrica (Fig. 4D), last three segments fused. The furcula articulates with two parts of basal sclerites, and two pairs of rod-shaped, sclerotizations. The inner pair is longer than the external, tapering and extending to forward the length of Abd. IV, the external pair is shorter but thicker and knobbed at the anterior end (Fig. 4 D).

Manubrium almost as long as dens, with 80 setae on posterior surface (Fig. 8A) and 66 on anterior surface (Fig. 8B). Anterior part of manubrium with three columns of middle setae, distal setae thicker and longer than others (Fig. 8B). Dens, basal part with 4 dorsal spines, the proximal bigger than others (Fig. 7E, 8C); distal part of dens dorsally with 3 internal spines and 6 external, and 7 long setae on internal side (Fig. 8C). Juveniles with a smaller number of spines and long setae. Mucro with apical tooth and two lamellae (Fig. 7G). Genital opening on extreme posterior surface of abdomen. Female genital plate with one pair of setae (Fig. 9B); male opening is complex and difficult to interpret (Fig. 9C, D), as pointed out by Bellinger (1962) in *S. calcarius*. We observed in *S. boneti* the presence of some paired lamellae with fine internal teeth (Fig. 9C).

**Remarks.** - Since the description of *S. boneti* Parisi (1972), the author notes the sexual dimorphism, the males have tibiotarsal spur which are slender than *S. calcarius* (Bellinger, 1962) (Figs. 10 A, B, C, D), and it has spines on femur and Tita I, the elongation of antenna and other structures. Parisi (1972) also noted the presence of spines on dens, a reason why Soto-Adames created the genus *Spinactaletes*, to include the species from Mexico and Caribe. The presence of 9 spines on femur I, described by Parisi, was explained by Soto-Adames (1988) as a variation in old males.

**Variation.** Soto-Adames (1988) in his redescription of *S. boneti* says that the total length of the body is from 0.7 to 0.9 mm. He found that one specimen had only 4 labral setae on row m. One male from Acapulco had only one sensillum in the apex of Ant. III. One specimen has only 2 + 3 setae on ventral tube. Another specimen had 2/1/3 tenacular setae (six, the number is 5). The spines of distal part of dents varies from 5-2 to 3-6.

As Bellinger (1962) indicates in his description of *S. calcarius*, we can observe also in *S. boneti*, that the furcula articulates with two dorsolateral, rod-shaped, tapering scler-

rotifications (Fig. 8C). It seems that *Spinactaletes* has developed strongest jumping apparatus than other springtails, because they must deal with the sea waves. This structure was observed and briefly described by Bellinger (1962) in *S. calcarius*.

The jumping apparatus of *Spinactaletes boneti* (Actaletidae) shares with that of *Orchesella cincta* (Entomobryidae) some of the structures cited by Oliveira (2022), as the BS2 (basal sclerite 2), BS3 (basal sclerite 3), and BR (basal rod) as shown in Fig. 4D which extends anteriorly to the fourth abdominal segment. This apparatus deserves special study to know all the muscles involved.

#### New records

*Spinactaletes boneti* (Parisi, 1972).

**MEXICO. Guerrero: Marquelia:** Las Peñitas beach. 16° 34' 60" N; 98° 49' 0" W; ex littoral marine sand. February and April of 2013, José G. Palacios-Vargas, 3 specimens, ex sand from the beach. J. G. Palacios-Vargas col. FC-UNAM: LESM-AC: QL05955, 6 and 5966.

**MEXICO: Baja California Sur:** Ensenada de Muertos. 10 specimens under slides and several in alcohol, 15-XI-1987, J. G. Palacios y M. Vázquez cols. They were cited as *Actaletes* sp. by Vázquez et Palacios-Vargas, 1990, but they belong to *S. boneti*.

This species is very wide distributed in the Pacific Ocean, in Mexico, along the states of Guerrero, Nayarit, Sonora and Baja California Sur (La Paz and Coronados Island) and probably in most islands of the Mexican California Gulf and maybe arrives to Costa Rica, where Soto-Adames and Guillén (2011) found a supposed new species, but did not found males and they say that perhaps: "the population from Mal País is co-specific with the Mexican species"

Distribution reported from Soto-Adames (1988) is the Pacific coast, from Zihuatanejo to Acapulco. We have increased the distribution to Sinaloa, Baja California Sur and Puerto Vallarta (Fig. 11).

*Spinactaletes calcarius* (Soto-Adames, 1988)

**MEXICO: Veracruz. Montepío,** 18°64' 16"N, 95°09' 47". 00 m asl, 14 specimens, ex algae on stones surpassing the water of sea. 24-VII-1988, J. G. Palacios-Vargas col. Cited as *Spinactaletes ca. calcarius* by Palacios-Vargas (2003), from stones with algae in the beach Montepío.

*Spinactaletes nemyops* (Soto Adames, 1988)

*Spinactaletes nemyops* (1987) from Sonora, was the same cited as *Actaletes* sp. by Christiansen and Bellinger (1988).

*Spinactaletes myoptesimus* (Soto Adames, 1988)

**UNITED STATES: Virgin Islands. Saint Croix.** 17°41'6" N, 64°49'36.16" O. Two specimens, ex stones. 21-II-2024. J. G. Palacios Vargas col.

This species was found on stones along the eastern side of Lindburgh beach on southwestern St. Thomas, but none were seen on rocks in Hull Bay on the northern shore of the island. Soto-Adames (2002) did not find males but states that analysis of mitochondrial DNA sequences shows that this population is almost genetically identical to *S. myoptesimus* from southwestern, Puerto Rico.

#### ACKNOWLEDGMENTS

Blanca E. Mejía Recamier prepared the microscopic slides for this study; authors thanks Dr. Gerardo Rivas for providing us material from Sinaloa; MS. Jair Páez and MS. Elihú Catalán for making the illustrations, Dr. Silvia Espinosa (Facultad de Ciencias, UNAM) processed the specimens and took the scanning electron microphotos, Dr. Gabriela Santibañez for helping us with the distribution map and Diego Bernal Aquino for carrying out bibliographic research. This contribution is dedicated to Dr. Gabriela Castaño Meneses for her contributions to the study of microarthropods.

#### LITERATURE CITED

- Bellinger, P. F. 1962. A dimorphic species of *Actaletes* (collembola). New York Entomological Society, 70:88–91.
- Christiansen, K. & P. Bellinger. 1988. Marine littoral collembola of north and central America. Bulletin of Marine Science, 42:215–245.
- Dallai, R. and Malatesta, E. 1973. Ricerche sui Collemboli. XIX. La fine struttura epicuticolare di Podura ed *Actaletes*. Redia, 54: 135-139.
- D'Haese, C.A. 2003. Morphological appraisal of Collembola phylogeny with special emphasis on Poduromorpha and a test of the aquatic origin hypothesis. *Zoologica Scripta*, 32: (6): 563-586.
- Glynn, P.W. 1968. Mass mortalities of echinoids and other reef flat organisms coincident with midday, low water exposures in Puerto Rico. *Marine Biology*, 1, 226-243.
- Najt, J. and Rapoport, E. H. 1972. Una nueva especie de Actaletidae de Venezuela (Insecta, Collembola). *Physys*, 82: 219-221.
- Nunes Godeiro, N., J.G. Palacios-Vargas, Y. Gao & Y. Bu. 2022. Complete mitochondrial genome of the Mexican marine littoral hygrophilous *Spinactaletes boneti* (Collembola: Actaletidae) and its phylogenetic placement, *Mitochondrial DNA Part B*, 7:5, 755-757, DOI:
- Oliveira F. G. 2022. On springtails (Hexapoda: Collembola): a morphofunctional study of the jumping apparatus. *Frontiers in Zoology*. 19: 21. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12983-022-00463-y>
- Palacios-Vargas, J. G. 2003. Los microartrópodos (Collembola) de la selva tropical húmeda. In Álvarez-Sánchez, J & E. Naranjo-García. Eds. *Ecología del suelo de la Selva Tropical Húmeda de México*. Instituto de Ecología, A. C., Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, UNAM. Xalapa, México. Pp. 217-225.

Palacios-Vargas, J. G. & G. Castaño-Meneses. 2009. Importance and evolution of sexual dimorphism in different families of Collembola (Hexapoda). *Pesquisa Agropecuária. Brasileria. Brasilia*, 44 (8):959-963.

<http://doi.org/10.1590/s0100-204x2009000800024>

Palacios-Vargas, J. G. 2023. Los colémbolos (Hexapoda) acuáticos de México, nuevos datos de Baja California Sur y sus adaptaciones morfofisiológicas. *Memorias del XXV Simposio de Zoología. CUCBA, Universidad de Guadalajara*: 17-22.

Parisi, V. 1972. *Actaletes boneti*, a new species of Actaletidae (Collembola) of the Mexican coast of the Pacific. *Accademia Naz Lincei Roma*. 171:43-46.

Reibido: 7 mayo 2024

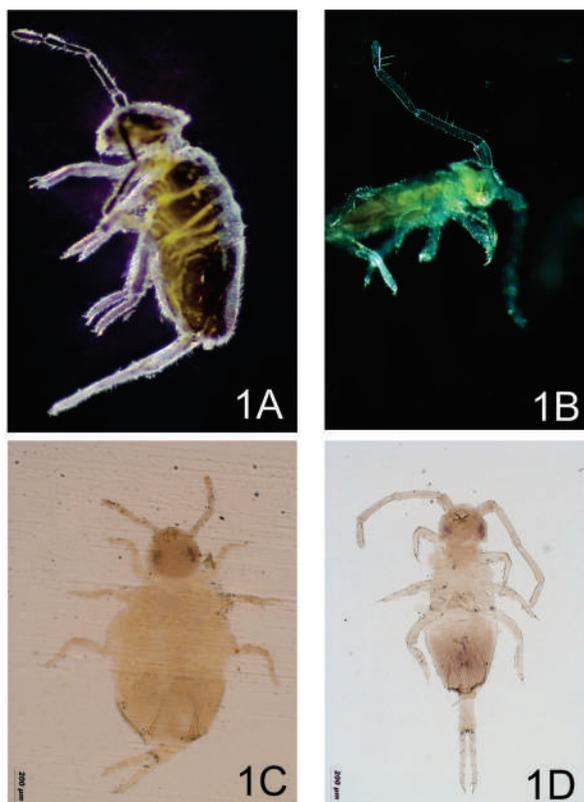
Aceptado: 7 de junio 2024

Soto-Adames, F. N. 1988. Revisión de la familia Actaletidae Börner, 1902 (Insecta: Collembola), *Caribbean Journal of Science*, 24 (3-4): 161-196.

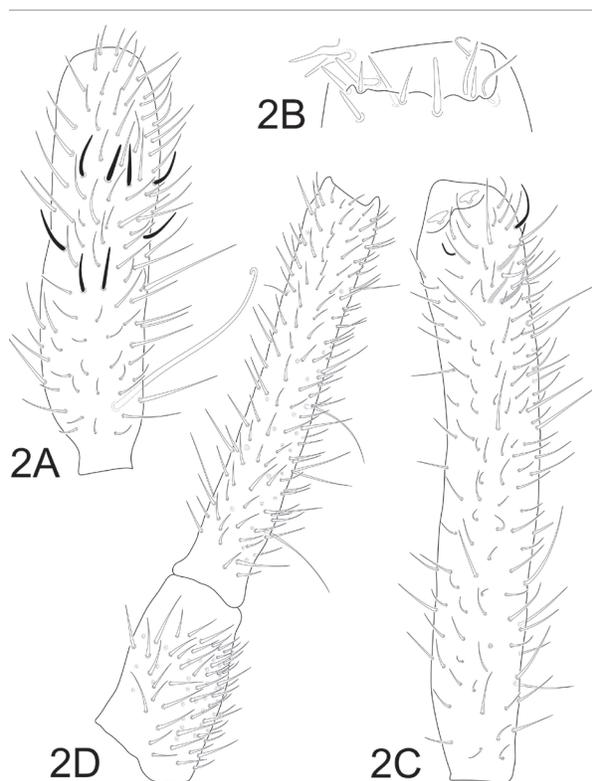
Soto-Adames, F.N. 2002. Four New Species and New Records of Springtails (Hexapoda: Collembola) from the US Virgin Islands and Puerto Rico, with Notes on the Chaetotaxy of *Metasinella* and *Seira*. *Caribbean Journal of Science*, 38: (1-2): 77-105.

Soto-Adames, F. N. & C. Gillén. 2011. Two new species of the marine littoral springtail genus *Spinactaletes* (Collembola: Actaletidae) from Costa Rica, *Bulletin of Marine Science*, 87 (3): 463-483.

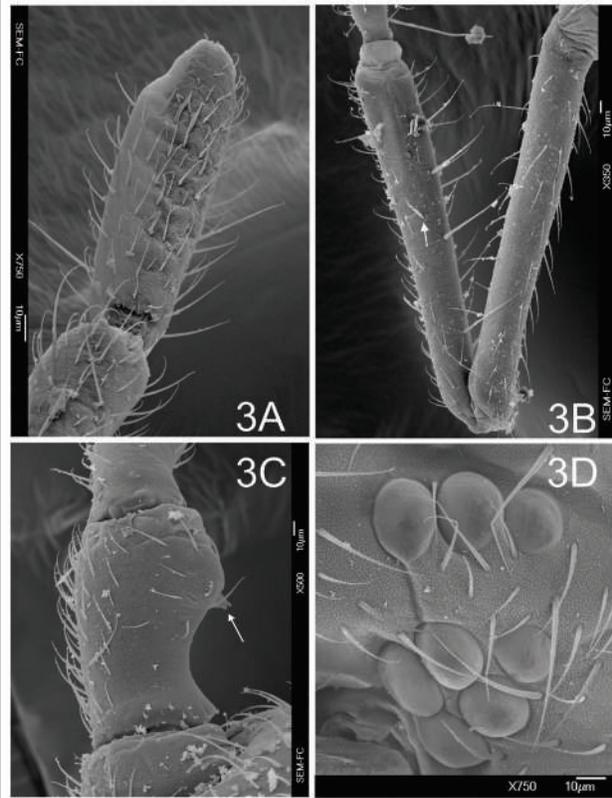
Vázquez, M.M. y J.G. Palacios-Vargas. 1990. Nuevos registros y aspectos biogeográficos de los colémbolos de la Sierra de la Laguna, B.C.S. México. *Folia Entomológica Mexicana* (78): 5-22.



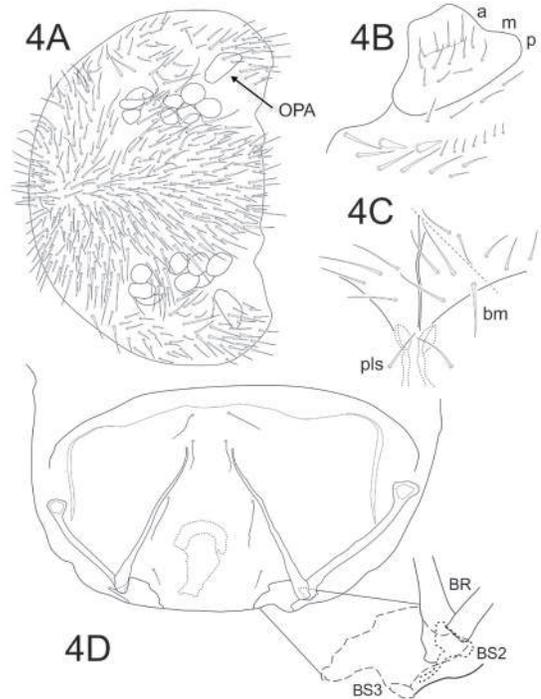
Figures. 1A-D. *Spinactaletes boneti*. A, female in alcohol; B, male in alcohol from Baja California Sur; C, female under slide; D, male under slide from Sinaloa.



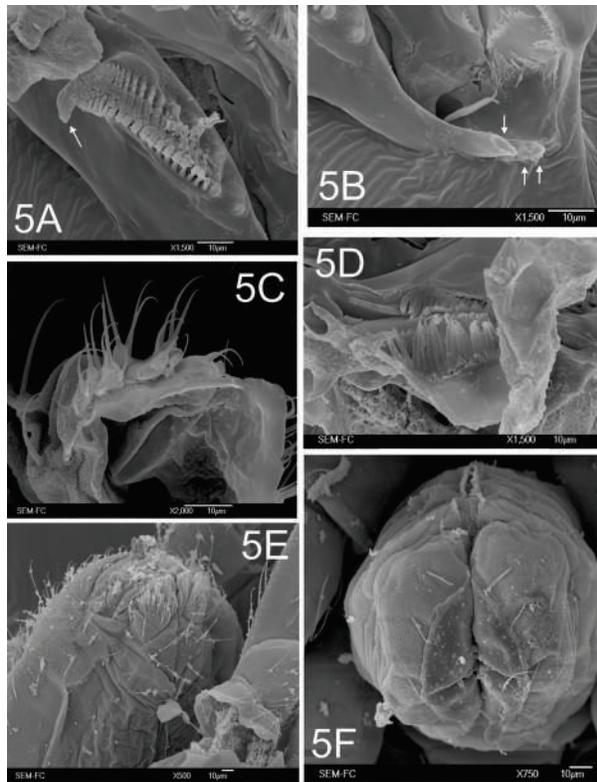
Figures. 2A-D. *Spinactaletes boneti*. A, Ant. IV; B, Apex of Ant. IV; C, Ant. III; D, Ant. I and II of male.



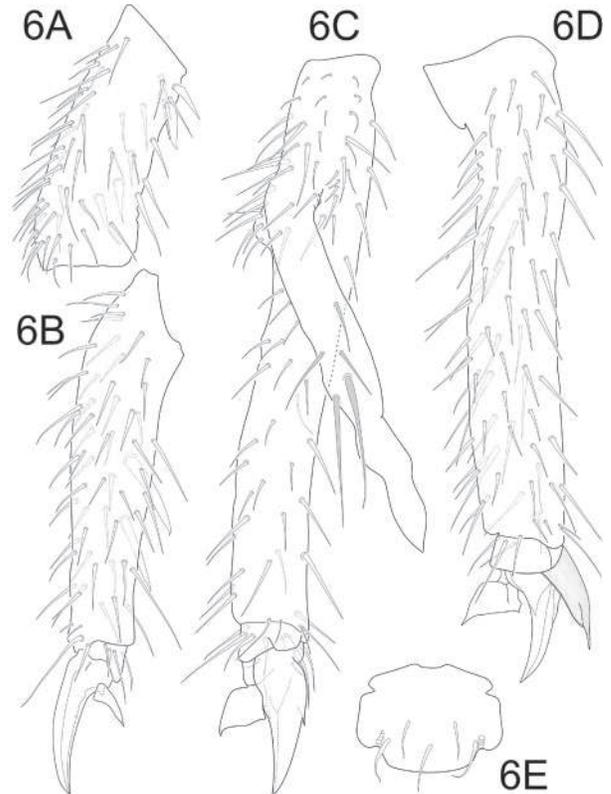
Figures. 3A-D. *Spinactaletes boneti*. A, Ant. IV; B, Ant. II and III; C, Ant. I; D, eyes and interocular setae of male.



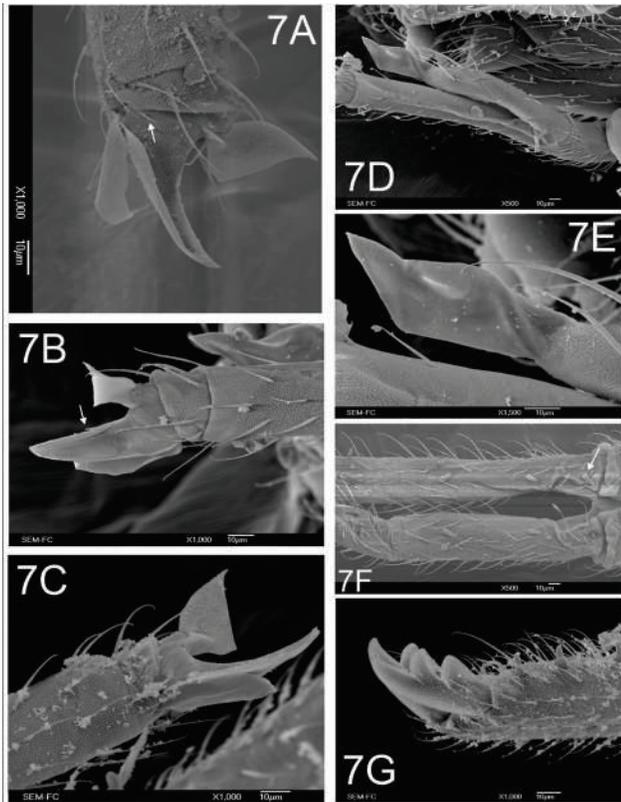
Figures. 4A-D. *Spinactaletes boneti*. A, head chaetotaxy, eyes and OPA; B, labrum, prelabral setae and anterior setae of head; C, postlabial setae, basoposterior setae; and anterior setae of labium. D, Abdomen showing distribution of bothriothriza, genital opening of male and sclerites of jumping apparatus. BR: basal rods; BS2: basal sclerite 2; BS3: basal sclerite 3.



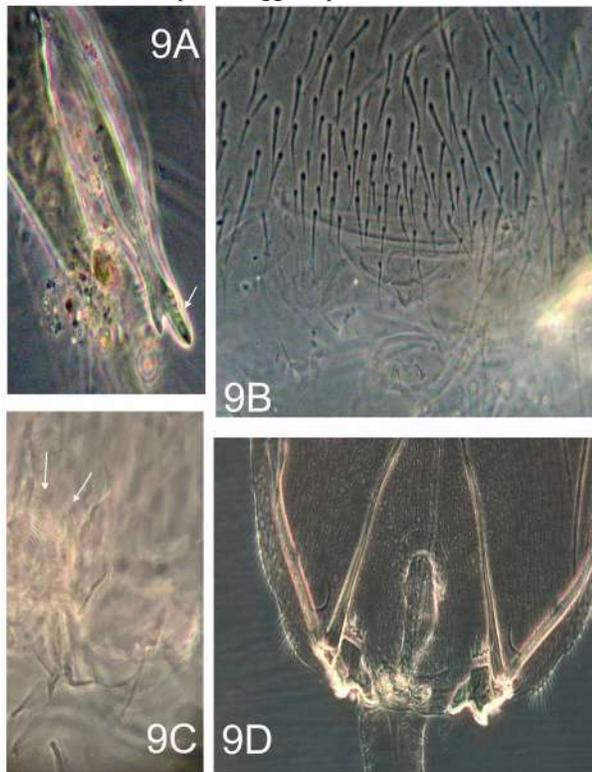
Figures. 5A-F. *Spinactaletes boneti*. A, female mandible showing molar surface; B, apical teeth of mandible lateral view; C, labium from above; D, hypostoma; E, mouth from ventro-lateral view; F, ventral tube.



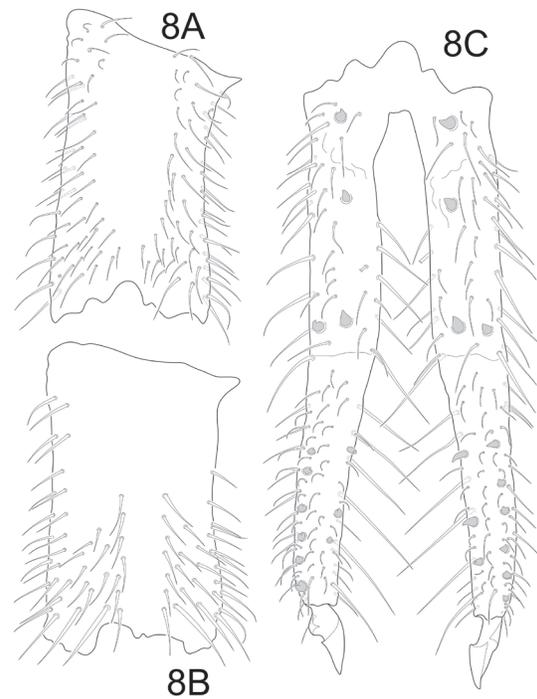
Figures. 6A-E. *Spinactaletes boneti* male; A, Femur I, showing four spines; B, Tita I, with two spines; C, Tita III with male spur; D, female Tita III; E, retinaculum.



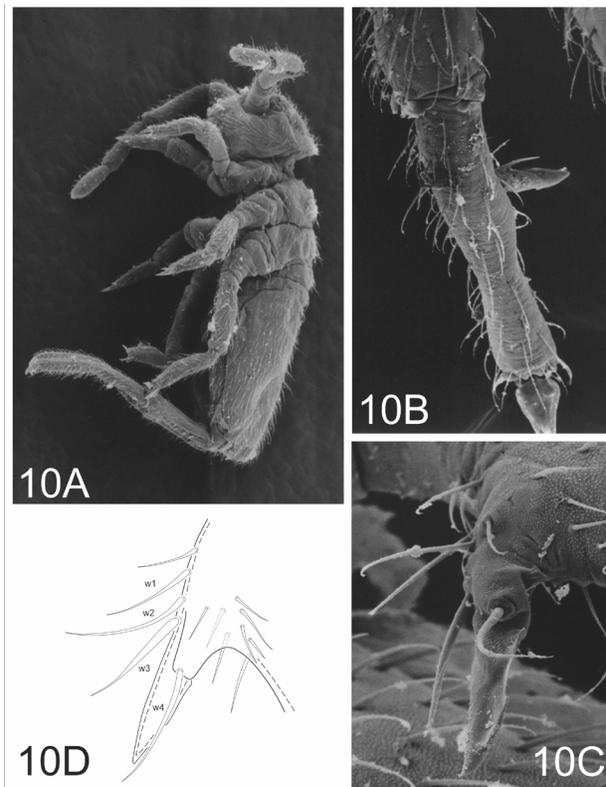
Figures. 7A-G. *Spinactaletes boneti*. A, Ungual complex of Tita I; B, Ungual complex of Tita III; C, Ungual complex of Tita II; D, tibiotarsus III and spur of male; E, Sclerotization of spur; F, basal part of dens, arrow points biggest spines; G, mucro.



Figures. 9A-D. *Spinactaletes boneti*. A, bifid tibiotarsal spur; B, genital plate of female; C, genital plate of male, arrows show denticulate lamella; D, genital area of male.



Figures. 8A-D. *Spinactaletes boneti*. A, dorsal surface of manubrium; B, ventral surface of manubrium; C, anterior part of dens.



Figures. 10 A-D. *Spinactaletes calcarius*. A, female lateral view; B, tibiotarsus III and spur of male; C, approach of a male spur; D, chaetotaxy of male spur.

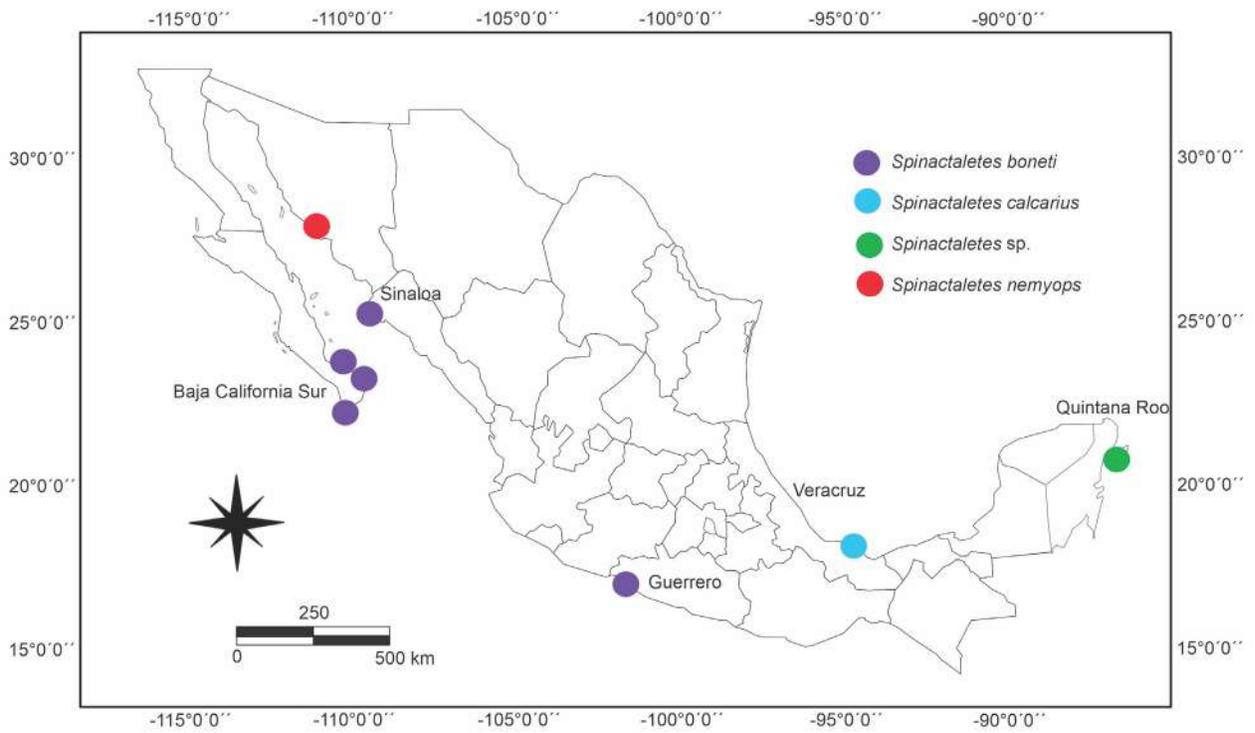


Figure. 11. Map of distribution of Mexican species of *Spinactaletes*.



## Five new species of *Geocoris* Fallén, 1814 from Peru: synonym, new records, and key to species (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae)

### Cinco especies nuevas de *Geocoris* Fallén, 1814 de Perú: sinonimias, nuevos registros y clave para las especies (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae)

Harry Brailovsky<sup>1,2</sup> and Ernesto Barrera<sup>1,3</sup>

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, apdo, postal 70153, México, Ciudad de México, 04510.

<sup>1,2</sup>coreidae@ib.unam.mx; <https://orcid.org/0000-0001-7456-5678>

<sup>1,3</sup>ernesto.barrera@ib.unam.mx; <https://orcid.org/0000-0001-8276-2553>

#### ABSTRACT

The genus *Geocoris* Fallén, 1814 is recorded for the first time from Peru. Five new species are described: *G. castanoae*, *G. flatus*, *G. genuinus*, *G. infrequens*, and *G. navus*. *Geocoris sobrinus* (Blanchard, 1852) is recorded for the first time from Peru. *Geocoris barrosi* Porter, 1917 is considered a synonym of the nominal species *Geocoris sobrinus* (Blanchard, 1852). A key to the six species known from Peru is included, with photographs of the dorsal habitus, and parameres of some species.

**Key words:** Heteroptera, *Geocoris*, Peru, taxonomy, new species, synonyms, distribution, key.

#### RESUMEN

*Geocoris* Fallén, 1814 es citado por primera vez para el Perú y cinco nuevas especies son descritas: *G. castanoae*, *G. flatus*, *G. genuinus*, *G. infrequens*, y *G. navus*. *Geocoris sobrinus* (Blanchard, 1852) es citado por primera vez para el Perú. *Geocoris barrosi* Porter, 1917, es considerado como un sinónimo de la especie nominal *G. sobrinus* (Blanchard, 1852). Clave para las seis especies peruanas a la fecha conocidas son incluidas, así como fotografías en vista dorsal y parameros de algunas especies.

**Palabras clave:** Heteroptera, *Geocoris*, Perú, taxonomía, nuevas especies, sinonimia, distribución, clave.

The genus *Geocoris* Fallén, 1814 is currently classified in the family Geocoridae, superfamily Lygaeoidea (Henry, 1997). Members of this genus are small to medium-sized (2.70–3.97 male; 2.87–4.97 female), body relatively stout and ovoid; head broader than long, eyes are semistylate, sometimes close to or in contact with the anterior angles of pronotum, prominent, projecting backward and frequently overlapping anterior angles of pronotum; ocellus usually closer to inner margin of eye than to medial line of vertex; rostral segment II is distinctly shorter than III; claval commissure absent or very short; hemelytra in macropterous forms covering the abdomen, and hemelytral membrane large and extending beyond its tip or reduced to small flaps in braquipterous forms; abdominal stures between segments IV-V and V-VI, posteriorly curved (Readio & Sweet, 1982, Brailovsky, 2016).

*Geocoris* is the largest and most widespread geocorine genus with around 138 species distributed in all the major zoogeographic regions with emphasis in the Eastern Hemisphere. The species are very variable and much of the variation is related to the color pattern of pronotal disk, scutellar disk, hemelytra and abdominal sterna. These insects are unusual in the Lygaeoidea in being chiefly predaceous on other small arthropods. They are commonly known as “big-eyed bugs” due to the characteristic large, prominent, widely separated eyes, and have been studied intensively in

recent year as possible biocontrol agents against several destructive insects (Malipatil, 1994, Schuh and Slater, 1995, Slater and Henry, 1999, Cassis and Gross, 2002, Henry 2009, Malipatil, 2012, Henry *et al.*, 2015, Brailovsky, 2016, Kóbor, 2018, Kóbor *et al.*, 2018). A summary of the feeding habits of these partially predatory insects is given in detail by Readio and Sweet (1982).

*Geocoris* currently contains 40 described species in the Western Hemisphere and only 10 have been reported from South America: *G. callosulus* Berg, 1879 (Argentina, Uruguay), *G. flavilineus* Stål, 1874 (Colombia, Guatemala, Mexico, Panama), *G. ochraceus* (Fieber, 1861) (Colombia), *G. pallidiceps* Stål, 1858 (Brazil), *G. pallipes* Stål, 1859 (Argentina, Uruguay), *G. punctipes* (Say, 1832) (Bahamas Is., Cayman Brac, Colombia, Dominican Republic, Grand Cayman, Guatemala, Hawaii Is., Inagua, Jamaica, Johnson Is., Mexico, Panama, Puerto Rico, USA), *G. sobrinus* (Blanchard, 1852) (Chile), *G. striola* (Fieber, 1861) (Venezuela), *G. thoracicus* (Fieber, 1861) (Mexico, Guatemala, Puerto Rico, Mona Is., Venezuela), and *G. ventralis* (Fieber, 1861) (Argentina, Brazil, Chile, Paraguay) (Slater, 1964, Slater and O’Donnell, 1995, Lygaeoidea Species File, 2023).

In this contribution, *Geocoris* is recorded for the first time from Peru, and five new species are described. *Geocoris sobrinus* is a new country record cited here from Peru. *Geocoris barrosi* Porter, 1917, described from Chile, is

synonymized with *G. sobrinus* (Blanchad, 1852).

**MATERIALS AND METHODS**

Specimens examined for this study are deposited in following institutions: Natural History Museum, London, England (BMNH); Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Buenos Aires, Argentina (MABR); University of Kansas, Snow Entomological Museum, Lawrence, Kansas, USA (UKS); University of California, Davis, Bohart Museum of Entomology, Davis, California, USA (UCDC); Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Peru (UNALM); Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Smithsonian Institution, National Museum of Natural History, Washington, D. C., USA (USNM).

The measurements were obtained using an eyepiece micrometer. All measurements are in millimeters (mm). External and internal morphology were studied with a Zeiss Stereo Discovery 8 stereoscopic microscope. Pictures were taken with a Nikon D200 camera. To remove soft tissues, genitalia were macerated in a hot solution of 10 % KOH for 5 minutes, rinsed in distilled water, and dissected under stereoscopic microscopic Leica MX8.

**RESULTS AND DISCUSSION**

**TAXONOMY**

**Key to the species of *Geocoris* from Peru\***

- 1. Head dorsally granulose or rugulose, dull-black (Fig. 1); tylus sulcus not extending onto vertex; transverse arcuate suture around base of tylus absent; inner face of eye without yellowish white tubercle; small species, shorter than 2.90 mm; hemelytral membrane reaching middle third of last abdominal segment; maximum width of abdomen 1.17–1.20 mm (male), 1.30–1.32 (female) (Figs. 14, 22) ..... *G. castanoae* n. sp.
- Head dorsally smooth, shiny-black to yellowish (Fig. 2); transverse arcuate suture around base of tylus clearly defined; tylus sulcus extending onto vertex inner face of eye with yellowish white tubercle ..... 2
- 2. Head dorsal and ventrally mostly pale yellow to dark yellowish orange; pronotal disk yellow to yellowish white, punctures pale castaneous to reddish brown; scutellar disk pale yellow to yellowish white, punctures pale castaneous to reddish brown and eventually with pale brown longitudinal stripe extending from base to apex; subbasal angles of scutellum with yellowish white callosity; endocorium with an elongate translucent window ..... 3
- Head dorsally mostly shiny black, with anterior 1/3 shiny yellow with one to three black longitudinal stripes, two at each side of sulcus and one running across midline of sulcus; head ventrally mostly black, with tubercle behind eyes and two short irregular stripes close to midline yellowish white ..... 4

- 3. Inner face of eyes shiny brownish black; posterior half of head close to anterior border of pronotal disk shiny brownish black; total body length in males 3.70–4.10 in females 4.30–4.80; width of posterior pronotal lobe in males 1.42–1.46 in females 1.57–1.62; length of antennal segment IV in males 0.45 in females 0.47 (Figs. 5–6, 23) ..... *G. punctipes* (Say)
- Inner face of eyes yellowish white; posterior half of head close to anterior border of pronotal disk yellowish white; smaller species, total body length in males 3.10–3.49 in females 3.47–3.60; width of posterior pronotal lobe in males 1.12–1.15 in females 1.20–1.25; length of antennal segment IV in males 0.40 in females 0.38 (Figs. 3–4, 24) ..... *G. infrequens* n. sp.
- 4. Scutellar disk dark shiny black to shiny reddish brown with each subbasal angle with yellowish white discoidal callosity ..... 5
- Scutellar disk entirely shiny black to shiny reddish brown or dark brownish castaneous ..... 6
- 5. Head ventrally mostly shiny black with only the tubercle behind eyes and irregular elongate spot lateral to midline yellowish white; abdominal sterna III–VII shiny black; pleural abdominal margins III–VII with anterior third reddish brown and posterior third yellowish white or sternite III–IV entirely yellow (Figs. 11–12, 18) ..... *G. flatus* n. sp.
- Head ventrally yellow with or without narrow brown longitudinal stripe at midline; middle third of abdominal sternite III–VII entirely yellowish white, or broken into quadrate yellowish white spots along each side of the sternite; laterally shiny reddish brown to dark castaneous orange; pleural abdominal margins with anterior third reddish brown and posterior third yellowish white (Figs. 9–10, 17) ..... *G. ventralis* (Fieber)
- 6. Endocorium with an elongate dark castaneous window, covering large portion of them (Figs. 15–16, 19) ..... *G. genuinus* n. sp.
- Endocorium with an elongate translucent window .... 7
- 7. Posterior lobe of pronotal disk yellow, punctures reddish brown and humeral angles with pale castaneous discoidal spot; anterior lobe of pronotal disk shiny black with anterior margin broadly yellow, punctures reddish brown (Figs. 13, 20) ..... *G. navus* n. sp.
- Posterior lobe of pronotal disk shiny black with humeral angles yellow; anterior lobe of pronotal disk shiny black with or without narrow yellow stripe along the anterior margin (Figs. 7–8, 21) ..... *G. sobrinus* (Blanchard)

\**Geocoris punctipes* (Say) widely distributed throughout Bahamas Is., Canada, Cayman Islands, Colombia, Dominican Republic, Guatemala, Hawaiian Islands (introduced), Jamaica, Mexico, Puerto Rico, Panama and United States, and *G. ventralis* (Fieber) cited from Argentina, Brazil, Chile and Paraguay are included in the key for the similarity with some other South American species here described.

***Geocoris flatus* Brailovsky and Barrera n. sp.**

(Figures 11-12, 18)

<http://zoobank.org/DDE1A344-83E2-435B-AC11-717423982EFF>

Holotype male: PERU, Amazonas Department, Chachapoyas, vic. Gocta Lodge, 1815 m, 06°03'22.5"S, 077°53'42.6"W; 21-24/X/2012, J. E. Eger (UNAM). Paratypes: 2 males, 3 females, same data as male holotype (UNAM, USNM); Cusco Department, Pícol, 3700 m, 13°29'S, 71°52'W, 1/IV/2005, L. S. Kimsey (UCDC), 1 female.

Holotype male. Dorsal coloration. Head shiny, smooth; almost entirely shiny black, including the space behind eyes with only anterior 1/3 yellow with three longitudinal stripes, two run at each border of sulcus and one across the sulcus; eye and ocelli pale pink; antennal segments I–III dark brown, IV dark castaneous; pronotum shiny black, with anterior margin, anterolateral margins and middle of posterior margin pale yellow; punctures reddish brown; humeral angles yellow with dark castaneous discoidal spots; scutellar disk shiny black, with a small sub-basal callosity yellowish white; clavus and corium pale yellowish white with pale castaneous punctures; endocorium with elongate translucent window near midline; hemelytral membrane translucent; connexival segments III–IV yellow, V–VII yellow, with anterior half dark reddish; dorsal abdominal segments shiny reddish brown. Ventral coloration. Head shiny black, with inner tubercle behind eyes, two short longitudinal stripes lateral to midline and located anteriorly; buccula yellowish white; rostral segment I yellow, with basal and apical joint brown; II–IV yellow (apex of IV brown); prosternum, collar, acetabulae, metathoracic peritreme, and legs yellow; femora yellow sprinkled with pale brown spots; pro-, meso-, and metapleuron, abdominal sterna III–VII, and genital capsule shiny reddish brown; pleural margins of abdominal sterna III–IV yellow, and V–VII with anterior third reddish and posterior third yellow. Structure. Head broad, glabrous, smooth; inner face of eye with yellowish white tubercle; rostrum reaching posterior border of metasternum; scutellum triangular, wider than long or sub-equal; macropterous, hemelytra extending beyond apex of last abdominal segment; parameres as in figures 11-12.

Female. Color and habitus similar to male holotype. Dorsal abdominal segments VIII–IX, abdominal sternite VIII–IX and genital plates shiny reddish brown.

Variation. Head dorsally almost entirely shiny black with apical third yellow. Space near eyes and above ocelli yellow. Posterior border of pronotal disk entirely dark brownish castaneous. Posterior angles of metasternon yellow. Femora pale castaneous orange with darker spots.

Measurements. Holotype male. Body length 3.80; head length 0.47; width across eyes 1.50; interocular distance 0.82; interocellar distance 0.37; maximum length of eye 0.52; antennal segments: I - 0.25, II - 0.47, III - 0.37, IV - 0.52; rostral segments: I - 0.45, II - 0.32, III - 0.45, IV - 0.40; pronotum: length 0.75, maximum width of anterior pronotal lobe 1.20, maximum width of posterior pronotal

lobe 1.40; scutellum: length 0.77, width 0.80; maximum width of abdomen 1.62.

Measurements. Paratype female. Body length 3.86; head length 0.50; width across eyes 1.58; interocular distance 0.82; interocellar distance 0.43; maximum length of eye 0.57; antennal segments: I - 0.26, II - 0.50, III - 0.41, IV - 0.52; rostral segments: I - 0.46, II - 0.30, III - 0.42, IV - 0.42; pronotum: length 0.87, maximum width of anterior pronotal lobe 1.40, maximum width of posterior pronotal lobe 1.52; scutellum: length 0.81, width 0.82; maximum width of abdomen 1.85.

**Etymology.** From the Latin word “*flatus*”, meaning breath, breeze, wind.

**Discussion.** This species is closely related to *G. sobrinus* (Blanchard, 1852) (Fig. 21) both species have the head ventrally almost entirely shiny black, the space behind eyes shiny black, and abdominal sterna III–VII and male genital capsule entirely shiny black. In *G. flatus* n. sp., (Fig. 18) described from Peru, the scutellar disk is shiny black, with small subbasal yellowish white callosity, the middle third of posterior margin of pronotum yellow, and humeral angles with dark to pale castaneous discoidal spot. In *G. sobrinus* reported from Argentina and Chile, the scutellar disk is entirely shiny black, the posterior margin of pronotum shiny black, and humeral angles yellow without pale castaneous discoidal spot.

***Geocoris genuinus* Brailovsky and Barrera n. sp.**

(Figures 15-16, 19)

<http://zoobank.org/FE0F41C8-7A92-4B8B-8C6D-0971DDB287B9>

Holotype male: PERU: Piura, Sullana (algodon), 200 m, 28/VII/1974, C. Bordon (UNAM). Paratypes: PERU: Ica Department, Nazca, 2/VI/1974 (without collector) (UNAM), 2 males. Lima Department, Sta. Rosa de Quives, 1250 m, 11°33'44.1"S, 76°43'21.3"W, 22/III/2006, C. Carrera Lujan (UNALM); La Molina, 6/X/1996, C. Maihuay (UNAM), 1 male; Distrito La Molina, 12°04'40"S, 71°54'40"W, 17/II/2023, 10/XII/2019, 15/VIII/2020, L. Cruces (UNALM), 3 males, 4 females. Chancay, 24/IV/1969, K. Raven (UNALM), 1 male. Huaura, 10/VI/1964, K. Raven (UNALM), 1 male. Cañete, 17/II/1987, G. Sanchez (UNALM), 1 male, 1 female.

Holotype male. Dorsal coloration. Head shiny, smooth; almost entirely shiny black, including the space behind eyes, with only anterior 1/3 yellow with three longitudinal stripes two run at each border of sulcus and one across the sulcus; eye and ocelli pink; antennal segments I–III reddish brown, IV dark castaneous with apex paler; anterior lobe of pronotum dark castaneous, punctures reddish brown, anterior margin yellow and calli shiny black; posterior lobe of pronotum dark castaneous, punctures reddish brown, and posterior margin dark yellow; scutellum entirely shiny reddish brown; clavus pale yellowish white with pale castaneous punctures; corium bicolored, pale yellowish white, punctures castaneous and endocorium with distinct dark castaneous elongate window, running from apical margin

and extending almost to middle third of exocorium; hemelytral membrane translucent; connexivum dark brownish castaneous with upper border dark yellow; dorsal abdominal segments dark brownish castaneous. Ventral coloration. Head shiny black, with short stripe lateral to midline and small yellowish white tubercle at inner face of eyes; buccula with anterior half yellowish white and posterior half brownish castaneous; rostral segment I with anterior half brown and posterior half yellow; II–IV yellow (apex of IV brown); collar, prosternon, acetabulae, metathoracic peritreme, and legs yellow; pro-, and mesopleuron shiny black; metapleuron shiny black with posterior margin yellow; abdominal sterna and genital capsule shiny reddish brown; pleural margins of abdomen yellow with anterior third reddish to pale brown. Structure. Head broad, glabrous, smooth; inner face of eye with yellowish white tubercle; rostrum reaching posterior border of metasternon; scutellum triangular, wider than long or as long as wide; hemelytra extending beyond the apex of last abdominal segment; parameres as in figures 15-16.

Female. Color and habitus similar to male holotype. Connexival segments VIII-IX, dorsal abdominal segments VIII-IX, and genital plates shiny black. Coxae dark castaneous, with inner third yellow; trochanters pale castaneous; femora pale castaneous with apical joint yellow; tibiae and tarsi yellow.

Variation. Posterior lobe of pronotum dark castaneous, reddish brown punctures, and two dark yellow discoidal spots at each side of midline. Humeral angles yellow to pale castaneous. Corium pale yellowish white, punctures castaneous to reddish brown, and endocorium with distinct quadrate pale to dark castaneous spot, running from apical margin to almost middle third of corium. Femora yellow sprinkled with pale brown spots.

Measurements. Holotype male. Body length 3.72; head length 0.57; width across eyes 1.50; interocular distance 0.70; interocellar distance 0.39; maximum length of eye 0.57; antennal segments: I - 0.20, II - 0.42, II-I 0.32, IV - 0.47; rostral segments: I - 0.47, II - 0.23, III - 0.50, IV - 0.26; pronotum: length 0.98, maximum width of anterior pronotal lobe 1.16, maximum width of posterior pronotal lobe 1.38; scutellum: length 0.80, width 0.80; maximum width of abdomen 1.57.

Measurements. Paratype female. Body length 4.52; head length 0.60; width across eyes 1.65; interocular distance 0.85; interocellar distance 0.41; maximum length of eye 0.59; antennal segments: I - 0.22, II - 0.50, III - 0.37, IV - 0.50; rostral segments: I - 0.45, II - 0.25, III - 0.47, IV - 0.27; pronotum: length 1.02, maximum width of anterior pronotal lobe 1.32, maximum width of posterior pronotal lobe 1.62; scutellum: length 0.87, width 0.96; maximum width of abdomen 1.90.

**Etymology.** From the Latin word “*genuinus*”, meaning native, natural, authentic.

**Discussion.** Related to *G. sobrinus* (Blanchard, 1852) and *G. flatus* here described by having the head dorsal and

ventrally almost entirely shiny black; inner face of eyes with yellowish white tubercle, and pro-, meso-, and metapleuron, male genital capsule and female genital plates shiny black. In *G. sobrinus* and *G. flatus* the corium is pale yellowish white, punctures pale castaneous, and endocorium with elongate translucent window near midline. In *G. genuinus* n. sp., the corium is pale yellowish white, punctures pale castaneous, and endocorium provided with an elongate dark castaneous window covering large portion of them. In *G. sobrinus* and *G. genuinus* the scutellar disk is entirely shiny black; in contrast in *G. flatus* it is shiny black with two subbasal yellowish white callosities (Figures 18-19, 21).

***Geocoris infrequens* Brailovsky and Barrera n. sp.**

(Figures 3-4, 24)

<http://zoobank.org/77FD1138-38D6-4D6C-919A-47C0CA77F71F>

Holotype male: PERU: Trujillo, La Libertad, Huaca, La Luna, 28/III/2018, H. Brailovsky (UNAM). Paratypes: 5 males, 8 females, same data as holotype (UNAM). PERU: Maca District, Maca Mirador, Peña Blanca, 23/III/2018, H. Brailovsky (UNAM), 2 females.

Holotype male. Dorsal coloration. Head shiny, smooth, yellowish, with sulcus, inner face of eyes, and small spot anterior to ocelli shiny black; eyes and ocelli pale pink; antennal segment I pale brown, with inner face yellowish white, II-III pale brown, IV yellow; pronotal disk pale yellow, with reddish brown punctures; calli pale yellowish orange; scutellum pale yellow, punctures reddish brown, and basal margin paler; clavus yellowish white, punctures pale castaneous; corium yellowish white, punctures pale castaneous, and endocorium near clavus with an elongate, translucent window; hemelytral membrane translucent; connexival segments yellowish white, with anterior border pale reddish; dorsal abdominal segments III-VI pale brown, VII yellowish white. Ventral coloration. Head yellowish orange; rostral segment I yellow, with basal and apical joints brown, II-IV yellow (apex of IV darker); prosternon including the collar yellowish white; meso-, and metasternon black; pro-, meso-, and metapleuron yellowish white, heavily punctate with reddish brown punctures; coxae, trochanters, tarsi, acetabulae, and metathoracic peritreme yellow; femora yellow sprinkle with pale brown or darker dots; abdominal sternite III yellowish white, with dark brown quadrate spot at midline; abdominal sterna IV-VII pale yellowish white; spiracles pale pink; pleural abdominal margins yellowish white, with anterior border of V-VII pale pink; genital capsule yellowish white with basal margin and two circular dots at each side of midline dark brown. Structure. Head broad, glabrous, smooth; tylus longitudinally sulcate; sulcus continued through the vertex ending near basal third; ocular sulcus complete; transverse usually black to reddish brown arcuate curving around base of tylus, with 2 distinct reddish brown pits at ends of suture; inner face of eye with yellowish white tubercle; rostrum reaching posterior third

of metasternon; pronotum trapezoidal; posterior lobe wider than anterior lobe; scutellum triangular longer than wide; hemelytra extending beyond the apex of last abdominal segment; parameres as in figures 3-4.

Female. Color and habitus similar to male holotype. Dorsal abdominal segments VIII-IX, abdominal sterna IV-VII, and genital plates yellowish white; abdominal sternite III yellowish white with brown spot at midline and close to metasternum.

Variation. Antennal segment IV pale castaneous orange. Calli with pale pink transversal stripe. Apex of scutellum pale brown. Dorsal abdominal segments III-V dark brown, VI-VII dark yellow, with black quadrate spot at midline. Abdominal sternite III-VII lateral to midline sprinkle with dark brown spots. Abdominal spiracles brown.

Measurements Holotype male. Body length 3.49; head length 0.50; width across eyes 1.16; interocular distance 0.62; interocellar distance 0.30; maximum length of eye 0.45; antennal segments: I - 0.17, II - 0.42, III - 0.30, IV - 0.40; rostral segments: I - 0.40, II - 0.26, III - 0.37, IV - 0.26; pronotum: length 0.72, maximum width of anterior pronotal lobe 1.00, maximum width of posterior pronotal lobe 1.15; scutellum: length 0.65, width 0.62; maximum width of abdomen 1.36.

Measurements. Paratype female. Body length 3.47; head length 0.51; width across eyes 1.20; interocular distance 0.63; interocellar distance 0.33; maximum length of eye 0.43; antennal segments: I - 0.21, II - 0.42, III - 0.32, IV - 0.37; rostral segments: I - 0.40, II - 0.25, III - 0.40, IV - 0.30; pronotum: length 0.70, maximum width of anterior pronotal lobe 1.05, maximum width of posterior pronotal lobe 1.25; scutellum: length 0.67, width 0.65; maximum width of abdomen 1.50.

**Etymology.** From the Latin word "*infrequens*", meaning seldom, rare.

**Discussion.** Closely related to *G. punctipes* (Say, 1831) (Figures 23-24) as they share a mostly yellow coloration, with pale castaneous punctures on the head (dorsal and ventral surfaces), and pronotal and scutellar disks mostly yellow with pale castaneous punctures. In the rest of species included in this study the head and the pronotal and scutellar disks are mostly shiny black.

*Geocoris infrequens* n. sp., is a tiny species, with body length 3.49 in male, 3.47, in female; width across eyes 1.16 in male, 1.20 in female; maximum length of antennal segment IV in male 0.40, in female 0.37; pronotal length 0.72 in male, 0.70 in female. In *G. punctipes* the total body length 3.84 in male, 4.40 in female; width across eyes 1.50 in male, 1.66 in female; maximum length of antennal segment IV in male 0.45, in female 0.47; pronotal length 0.85 in male, 0.97 in female. In addition, the inner face of the eyes in *G. infrequens* is yellowish white, and the posterior half of head in dorsal view and close to the anterior border of pronotum is yellowish white. In *G. punctipes* it is shiny brownish black.

***Geocoris navus* Brailovsky and Barrera n. sp.**

(Figure 2, 13, 20)

<http://zoobank.org/6B9D1738-351A-451C-8CB2-725AD-FEE57D6>

Holotype male: PERU: Tingo Maria, Huanuco, IV/1974, C. Bordon (UNAM). PARATYPES: 1 male, 3 females, same data as male holotype (UNAM); Ica, Hacienda Arrabales (in Giramolanda), 25/II/1971, Lainez (UKS), 2 males; Ica, Hacienda Castellana (in V. santa), 19/II/1971, Lainez (UKS), 1 male; Vitarte, 13/V/2004, Y. Velarde (UNALM), 1 male.

Holotype male. Dorsal coloration. Head shiny, smooth, almost entirely shiny black, including the space behind eyes, with only anterior 1/3 yellow with three longitudinal stripes two run at each border of sulcus and one across the sulcus; eyes pale reddish; ocelli pale pink; antennal segments I-III dark castaneous, IV pale yellowish castaneous; anterior lobe of pronotal disk with wide transversal stripe shiny black, which covers the calli and anterior angles; middle third of anterior lobe yellow, with reddish brown punctures; posterior lobe yellow, punctures reddish brown, and humeral angles with pale castaneous discoidal spot; scutellum entirely shiny reddish brown; clavus and corium pale yellowish white, with pale castaneous punctures, and endocorium with distinct translucent elongate window; hemelytral membrane translucent; connexivum yellow with anterior third pale brown; dorsal abdominal segments dark brownish castaneous. Ventral coloration. Head shiny black, with short yellowish white stripe lateral to midline; inner face of eye with yellowish white tubercle; buccula yellowish white, with apical third shiny black; rostral segment I yellow, with anterior third brown, II-IV yellow; collar, prosternum, acetabulae, metathoracic peritreme, and legs yellow; pro-, and mesopleuron shiny black; metapleuron shiny black with posterior margin yellow; abdominal sterna and genital capsule shiny reddish brown; pleural abdominal margins yellow with anterior third reddish to pale brown. Structure. Head broad, glabrous, smooth; inner face of eye with yellowish white tubercle; rostrum reaching posterior border of metasternon; scutellum triangular, wider than long or as long as wide; hemelytra extending beyond the apex of last abdominal segment; paramere as in figure 13.

Female. Color and habitus similar to male holotype. Dorsal abdominal segments VIII-IX, connexival segments VIII-IX, and genital plates shiny reddish brown; coxae, trochanters, tibiae, and tarsi yellow; femora dark castaneous; pleural abdominal margins dark castaneous.

Variation. Antennal segment I dark castaneous. Middle third of abdominal sterna III-VI orange, laterally shiny reddish brown, and pleural abdominal margins yellow.

Measurements. Holotype male. Body length 3.97; head length 0.55; width across eyes 1.50; interocular distance 0.75; interocellar distance 0.36; maximum length of eye 0.60; antennal segments: I - 0.17, II - 0.45, III - 0.35, IV - 0.47; rostral segments: I - 0.45, II - 0.27, III - 0.40, IV - 0.45; pronotum: length 0.90, maximum width of anterior pronotal lobe 1.25, maximum width of posterior pronotal

lobe 1.42; scutellum: length 0.90, width 0.90; maximum width of abdomen 1.67.

**Measurements.** Paratype female. Body length 4.18; head length 0.52; width across eyes 1.62; interocular distance 0.81; interocellar distance 0.34; maximum length of eye 0.60; antennal segments: I - 0.20, II - 0.52, III - 0.37, IV - 0.50; rostral segments: I - 0.46, II - 0.32, III - 0.45, IV - 0.47; pronotum: length 0.96, maximum width of anterior pronotal lobe 1.25, maximum width of posterior pronotal lobe 1.57; scutellum: length 0.87, width 0.92; maximum width of abdomen 2.00.

**Etymology.** From the Latin word “*navus*”, meaning busy, active.

**Discussion.** This species is related to *G. sobrinus* (Blanchard, 1852) (Fig. 21), *G. flatus* (Fig. 18) and *G. genuinus* (Fig. 19) as they share the head (dorsal and ventral surfaces) almost entirely shiny black; also, the inner face of eyes with a yellowish white tubercle. Additionally, the pro-, meso-, and metapleuron, as well as the male genitalia and female genital plates shiny black to shiny reddish brown. In *G. genuinus* the endocorium has an elongate dark castaneous window covering large portion of them in the other species the window of the endocorium is translucent. The scutellar disk of *G. flatus* is shiny black with two subbasal yellowish white callosities, which are absent in *G. navus* n. sp., (Fig. 20) and *G. sobrinus*. In *G. navus* n. sp., the posterior lobe of pronotal disk is yellow with reddish brown punctures, and humeral angles with pale castaneous discoidal spot; the anterior lobe of pronotal disk shiny black except the anterior margin with broad yellowish transversal stripe. In *G. sobrinus* the posterior lobe of pronotal disk is shiny black with or whitout humeral angles yellow; and the anterior lobe shiny black with narrow yellow transversal stripe along the anterior margin.

### *Geocoris sobrinus* (Blanchard)

(Figures 7-8, 21)

*Salda sobrina* Blanchard 1852: 155.

*Ophthalmicus (Geocoris) sobrina* Signoret 1863, 3: 565.

*Geocoris sobrinus* Mayr 1868, 2: 128.

*Geocoris barrosi* Porter 1917: 193–194. new synonym.

**General distribution.** Previously known from only Chile. Blanchard (1852) describe the species from Chingola and Cordilleras Ovalle, in Chile. South America published records. CHILE: Region Coquimbo: Provincia de Elqui, Junta de Chingoles; Region Coquimbo: Provincia de Limari, Ovalle; Nilahue (Blanchard 1852, Porter 1917). Material examined. New records. ARGENTINA: Chubut, Los Alerces, 1100 m, 11/III/1974, C. Bordon (UNAM), 1 male; Manantiales Sarmiento, 7/III/1974, C. Bordon (UNAM), 1 hembra; Catamarca, Capillitas, 3500 m, I/1984, D. Carpintero (MABR), 1 hembra. CHILE: Provincia Concepcion, Curiñan, 14/XII/1996, 9/I/1999, T. Cekalovic (UNAM), 1 male, 3 females; Hualqui, 17/I/1992, T. Cekalovic (UNAM), 2 males, 4 females; Cabrero, 10/I/1988, T. Cekalovic (UNAM), 1 male, 2 females; Man-

zano, 4/I/1988, T. Cekalovic (UNAM), 1 female; Tomeco, 10/I/1988, T. Cekalovic (UNAM), 5 males, 3 females; Estero Nonguen, 5/X/1996, T. Cekalovic (UNAM), 1 female; Puente Batuco, 10/I/1988, T. Cekalovic (UNAM), 1 male, 1 female; Palo Grande, camino a Sta. Juana, 29/XII/1996, T. Cekalovic (UNAM), 1 female; Escuadron, 10/IV/1988, T. Cekalovic (UNAM), 1 female; Periquillo, 1/V/1977, 19/XII/2000, T. Cekalovic (UNAM), 2 females. Provincia Osorno, Huillinco, km 24 from Osorno, 7/III/2001, T. Cekalovic (UNAM) 2 females. Provincia Santiago, XII/1953, L. E. Peña (USNM), 1 female; San Juan Mai-po, XII/1979, L. E. Peña (USNM), 2 females; 1 km W La Obra, 2/XII/1967, C. W. & L. B. O'Brien (UKS), 1 female; La Obra, IX/1978, L. E. Peña (USNM), 1 male. Provincia Mallico, Fondo El Almendro, km 15 W de Ercilla, 20/II/1988, T. Cekalovic (UNAM), 1 male, 1 female. Provincia Bio-Bio, Velluda, 1100 m, I/1991, L. E. Peña (USNM), 1 male, 2 females. Provincia Valparaiso, Lago Zapallar, 11-14/II/1982, N. Zambrano (USNM), 1 female. Las Trancas, Chillau, III/1984, D. Veas (USNM), 1 female. Cauquemes, Maule, 9/XII/1990, L. E. Peña (USNM), 1 female. Vicuña, Elqui, XII/1988, col. Castillo (USNM), 1 male, 1 female. Municipio de Paihuano, 6 km E Monte Grande, 1250 m, 30°06'938"S, 70°27'269"W, 26/X/1994, E. Barrera Vargas (UNAM), 2 females.

**Redescription.** Based on a male specimen from Chile. Dorsal coloration. Head shiny, smooth; including the space behind eyes shiny black, with anterior 1/3 yellow; antennal segment I ventrally reddish brown and dorsally dark castaneous, II reddish brown, III yellow with basal third brown, IV yellow; antenniferous tubercle dark brown; preocellar space yellow; pronotum shiny black, with anterior, anterolateral, and posterolateral margins and humeral angles yellowish white; anterior angles shiny black; scutellum entirely shiny black; clavus and corium pale yellowish white, with pale castaneous punctures; endocorium with elongate translucent window near midline; hemelytral membrane translucent; connexival segments yellowish orange, with or whitout anterior third brown; dorsal abdominal segments shiny reddish brown. Ventral coloration. Head shiny pale castaneous orange, anteriorly yellow; midline with dark reddish brown longitudinal stripe; buccula yellow with dark spots at base; inner surface of head behind eyes with yellowish white tubercle; rostral segments I–IV yellow (apex of IV darker); prosternum including the collar yellowish white; meso-, and metasternum shiny black; propleura shiny black, with posterior margin yellow; mesopleura shiny black; metapleura shiny black, posterior margin yellow, with black punctures; legs, acetabulae, and metathoracic peritreme yellow; abdominal sterna and genital capsule shiny black; pleural abdominal margins yellowish orange with anterior third reddish brown. **Structure.** Head broad, glabrous, smooth; inner face of eye with yellowish white tubercle; rostrum reaching anterior border of metasternum; rostral segment II the shortest, I, III–IV subequal. Scutellum triangular, longer than wide or as long as wide; hemel-

etra extending beyond the apex of last abdominal segment; parameres as in figures 7-8.

Female. Color and habitus similar to male. Abdominal segment VII and genital plates shiny black.

Variation. Antennal segments I–II reddish brown, III pale castaneous with apical joint yellowish orange, IV yellowish orange, or antennal segments I–IV entirely pale castaneous brown. Head ventrally shiny black with tubercle behind eyes yellowish white. Tylus yellow with sulcus and laterally to midline black to dark reddish brown. Rostral segments I–IV yellow with basal and apical joint brown. Pronotum shiny black with humeral angles pale castaneous. Femora yellow sprinkle with pale castaneous spots. Pleural abdominal margins and connexival segments entirely shiny black.

Measurements. Male. Body length 3.24; head length 0.52; width across eyes 1.32; interocular distance 0.70; interocellar distance 0.36; maximum length of eye 0.48; antennal segments: I - 0.20, II - 0.37, III - 0.32, IV - 0.45; rostral segments: I - 0.34, II - 0.27, III - 0.35, IV - 0.37; pronotum: length 0.75, maximum width of anterior pronotal lobe 1.05, maximum width of posterior pronotal lobe 1.25; scutellum: length 0.67, width 0.75; maximum width of abdomen 1.40.

Measurements. Female. Body length 3.50; head length 0.53; width across eyes 1.37; interocular distance 0.73; interocellar distance 0.37; maximum length of eye 0.55; antennal segments: I - 0.22, II - 0.40, III - 0.31, IV - 0.45; rostral segments: I - 0.35, II - 0.32, III - 0.40, IV - 0.38; pronotum: length 0.80, maximum width of anterior pronotal lobe 1.16, maximum width of posterior pronotal lobe 1.37; scutellum: length 0.80, width 0.80; maximum width of abdomen 1.42.

**Discussion.** Recognized by having the head dorsally shiny, smooth, black, with anterior 1/3 yellow; inner face of eye, close to midline with yellowish white tubercle; scutellum entirely shiny black; pronotal disk shiny black with anterior margin, anterolateral margins (anterior angles shiny black), posterolateral margins and humeral angles yellowish white; clavus and corium yellowish white with pale castaneous punctures; legs yellow with femora sprinkled with pale brown spots; pro-, meso-, and metapleuron, abdominal sterna III–VII, male genital capsule, and female genital plates shiny black to shiny reddish brown.

Porter (1917) describe *G. barrosi* from Chile (Nilahue) using only one specimen and mention the close relation with *G. sobrinus* (Blanchard, 1852) (Fig. 21) also described from Chile. On his discussion Porter cited that *G. barrosi* is recognized by having the coxae pale brown and corium with one row of punctures running from posterior margin to anterior third. In the extensive series of *G. sobrinus* examined we found the coxae pale brown to yellow and the corial punctuation truncated or not at the anterior third near midline.

*Geocoris barrosi* is here considered a synonym of *G. sobrinus*.

***Geocoris castanoae* Brailovsky and Barrera n. sp.**

(Figures 1, 14, 22)

<http://zoobank.org/3192F841-6771-49A8-9B78-00F2110B7941>

Holotype male: PERU. Lago Titicaca, Isla Taquile, 3956 m, 15°46'22"S, 69°41'00"W, 7/I/2013, L. Cervantes (UNAM). PARATYPES: 2 males, same data as holotype (UNAM), PERU: Valle del Colca, Chivay, 22/II/2018, H. Brailovsky (UNAM), 1 male.

Holotype male. Dorsal coloration. Head finely granulose-rugulose; dull-black, with anterior third and space near eye yellowish; tylus yellow, with basal third black; antennal segment I dark brown, with apex yellow, II–III with outer face dark brown and inner face yellow, IV dark brown; ocellus and eyes pale pink; pronotum shiny reddish brown with humeral angles, anterolateral margins and short longitudinal stripe at midline of anterior margin yellow; scutellum shiny reddish brown; clavus pale yellow; corium pale yellow, with two distinct brown spots, one small, quadrate, near middle third of apical margin, and second elongate and running at endocorium; punctures pale castaneous; hemelytral membrane hyaline with ambarine reflections; connexivum yellow; dorsal abdominal segments III–VII reddish brown. Ventral coloration. Head dark brown; rostral segments I–IV yellow (apex of IV brown); collar yellowish white; prosternum yellow; meso-, and metasternum dark brown; pro-, meso-, and metapleuron dark brown with, acetabulae, metathoracic peritreme and outer third of propleura and metapleura yellowish white; legs yellow; abdominal sterna III–VII and male genital capsule shiny reddish brown; pleural margin of abdominal sterna III–VII yellow. Structure. Head broad, finely granulose-rugulose; dorsum and venter with fine appressed setae; width of head across eyes greater than width of pronotum; space between eye and tylus convex; preocellar pit deep; tubercle anterior to ocellus absent; inner face of eye without yellowish white tubercle; antennal segment I the shortest, IV the longest or subequal to II, and II longer than III; rostrum reaching posterior third of metasternum; rostral segment I the longest, II the shortest, and III subequal or shorter than IV. Thorax. Pronotum nearly quadrate, wider than long; anterolateral margins slightly sinuate, clearly separating on anterior and posterior lobes; anterior and posterior margins of each lobes slightly convex; humeral angles rounded; hemelytra reaching middle third of last abdominal segment; apical margin straight; paramere as in figure 14.

Variation. Midline of pronotal disk with or without slender, yellowish longitudinal stripe. Calli reddish brown, with pale yellowish orange discoidal spot at each side of midline. Scutellum entirely reddish brown or with lateral margins yellow. Femora yellow sparckled with brown spots. Femora pale yellow to pale castaneous orange. Upper margin of pro-, meso-, and metapleuron yellow.

Measurements. Holotype male. Body length 2.70; head length 0.40; width across eyes 1.12; interocular distance 0.57; interocellar distance 0.35; maximum length of eye 0.42; antennal segments: I - 0.14, II - 0.30, III - 0.22,

IV - 0.40; rostral segments: I - 0.32, II - 0.24, III - 0.27, IV - 0.25; pronotum: length 0.60, maximum width of anterior pronotal lobe 0.96, maximum width of posterior pronotal lobe 1.02; scutellum: length 0.52, width 0.50; maximum width of abdomen 1.17.

**Female.** Unknown.

**Etymology.** This species is named in honor of Dra. Gabriela Castaño Meneses distinguished Mexican entomologist specialized in Collembola and Formicidae and friend for many years.

**Discussion.** Characterized by having the head dorsally finely granulose-rugulose. This tiny species is related to *G. lividipennis* Stål, 1862 by having the corium yellowish white without dark brown elongate stripe present in *G. thoracicus* (Fieber, 1861). *Geocoris lividipennis* is a large species longer than 3.30 mm; the hemelytral membrane extending beyond the apex of last abdominal segments; and the maximum width of abdomen fluctuate between 1.30–1.32 mm (male) and 1.68–1.70 mm (female). This species is known from Canada, Cayman Is., Dominican Republic, Guatemala, Jamaica, Martinique, Mexico, Panama, St. Vincent Is., and United States. *Geocoris castanoae* n. sp., (Fig. 22) is a smaller species, shorter than 2.90 mm., the hemelytral membrane reaching middle third of last abdominal segment; and the maximum width of abdomen fluctuate between 1.17–1.20 mm (male) and 1.30–1.32 mm (female). This new species is known from Peru.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank the following individuals and institutions for kindly providing material and other assistance: Mick Webb & Valerie Lemaître (BMNH), Diego Carpintero (MABR), S. L. Heydon (UCDC), Clorinda Vergara & Luis Cruces (UNALM), Zachary Falin & Andrew E. Z. Short (UKS), Thomas J. Henry (USNM). Special thanks go to Diana Martínez Almaguer (UNAM) for the plates design and Oscar Federico Franke Ballve (UNAM) and Jorge Adilson Pinedo-Escatel (UNAM) for comments on the manuscript.

#### LITERATURE CITED

Berg, C. 1879. *Hemiptera Argentina: enumeravit speciesque novas*. Pauli E. Coni, Bonaire.  
 Blanchard, E. 1852. Hemipteros. pp. 113-120. In: Gay, C. *Historia Física y Política de Chile segun documentos adquiridos en esta República durante doce años de residencia en ella y publicada bajo los auspicios del Supremo Gobierno*. Vol. VII: Zoología Imprenta de Maulde y Renou, Paris.  
 Brailovsky, H. 2016. A review of the Geocoridae of Mexico (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeoidea), with descriptions of four new species, new distributional records, and a key to the known subfamilies, tribes, genera and species. *Zootaxa*, 4173(5): 401-448.  
 Cassis, G. & Gross, G. F. 2002. Hemiptera: Heteroptera: Pentatomomorpha. In: Houston, W. W. K. & A. Wells. (Eds). *Zoological Catalogue of Australia*. Vol. 27, 3B.

CSIRO, Melbourne, Australiaa.  
 Dellape, P. M. & T. J. Henry, 2023. Lygaeoidea Species File. Version 5.0/5.0. Available from: [http://Lygaeoidea SpeciesFile.org](http://Lygaeoidea.SpeciesFile.org) (accessed 14 June 2023).  
 Fallén, C. F. 1814. Specimen novam Hemiptera disponendi methodum exhibens. *Litteris Berlingianis, Lundae*: 1-26.  
 Fieber, F. X. 1861. Die Gattung *Ophthalmicus*. *Wien Entomologisches Monatschrift*, 5: 266-285.  
 Henry, T. J. 1997. Phylogenetic analysis of the Family groups within the infraorder Pentatomomorpha (Hemiptera: Heteroptera), with emphasis on the Lygaeoidea. *Annals of the Entomological Society of America*, 90(3): 275-301.  
 Henry, T. J. 2009. Biodiversity of Heteroptera. Chapter 10. pp. 223-263. In: Footti, R. & P. Adler. (Eds.). *Insect Biodiversity Sciences and Society*. Oxford, Blackwell Publishing.  
 Henry, J. T., P. M. Dellapé & A. Silva de Paula. 2015. Chapter 16. The Big-Eyed Bugs, Chinch Bugs, and Seed Bugs (Lygaeoidea). pp. 459-514. In: Panizzi, A, R. & Grazia J. (Eds), *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics*. Springer, Dondrecht, The Netherlands.  
 Kóbor, P. 2018. *Geocoris margaretarum*: description of a new species from the Oriental region with remarks on allied taxa (Heteroptera: Lygaeoidea: Geocoridae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 66: 580-586.  
 Kóbor, P., I. Tobiás, M. Roca-Cusachs & E. Kondorosy. 2018. The subspecies concept in Geocorinae: an integrated taxonomic case study on *Geocoris (Piocoris) erythrocephalus* (Lepeletier & Serville, 1825) (Hemiptera: Heteroptera: Geocoridae). *Zootaxa*, 4482(3): 451-550.  
 Malipatil, M. B. 1994. Revision of Australian *Geocoris* Fallén and *Stylogeocoris* Montandon (Heteroptera: Lygaeidae: Geocorinae). *Invertebrate Taxonomy*, 8(2): 299-327.  
 Malipatil, M. B. 2012. Australocorinae, a new subfamily of Geocoridae (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeoidea) from Australia, with descriptions of a new genus and two new species. *Zootaxa*, 3554(1): 75-88.  
 Porter, C. E. 1917. Entomologia Chilena. Sobre algunos insectos de Nilahue. *Revista Chilena de Historia Natural*, 21(6): 192-194.  
 Readio, J. & M. H. Sweet. 1982. A review of the Geocorinae of the United States East of the 100<sup>th</sup> Meridian (Hemiptera: Lygaeidae). *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, 12: 1-91.  
 Say, T. 1831. *Descriptions of new species of Heteropterus Hemiptera of North America*. New Harmony, Indiana.  
 Schuh, R. T. & J.A. Slater. 1995. *True bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera): Classification and Natural History*. Cornell University Press, Ithaca and London.  
 Slater, J. A. 1964. *A Catalogue of the Lygaeidae of the World*. University of Connecticut, Storrs, Connecticut,  
 Slater, J. A. & J.E. O'Donnell. 1995. *A catalogue of the*

*Lygaeidae of the World (1960–1994)*. The New York Entomological Society, New York.

Stål, C. 1858. Bidrag till Rio Janeiro-Traktens Hemiptera-Fauna. *Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, 2, (7): 1-84.

Stål, C. 1859. Hemiptera species novas descriptis. *Kongliga Svenska Fregattens Eugenies resa omkring Jorden*. III (Zoologi I Insecta) 1859: 219-298.

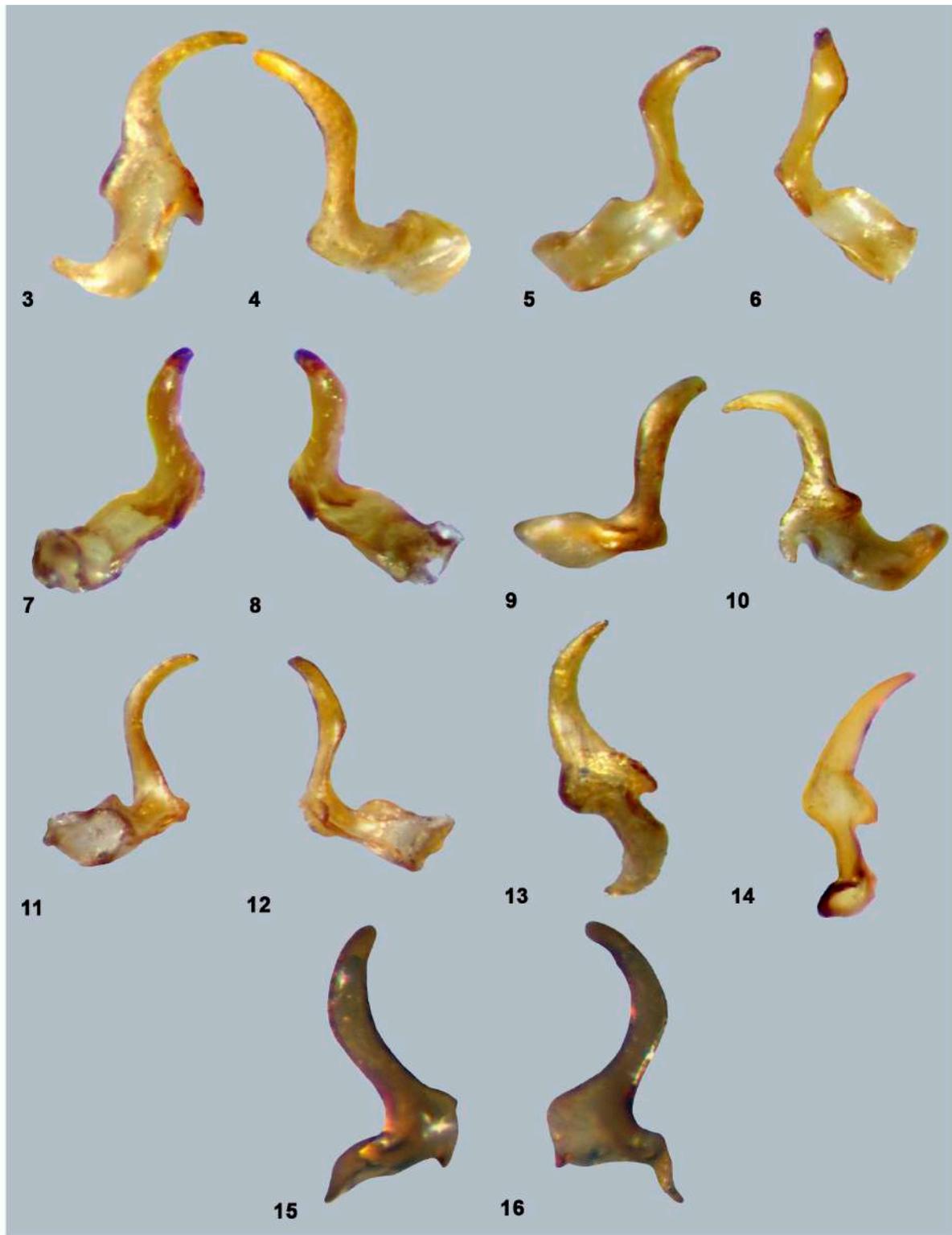
Stål, C. 1874. Enumeratio Hemipterorum pt. 4. *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, 12 (1): 1-186.

Reibido: 4 de octubre 2023

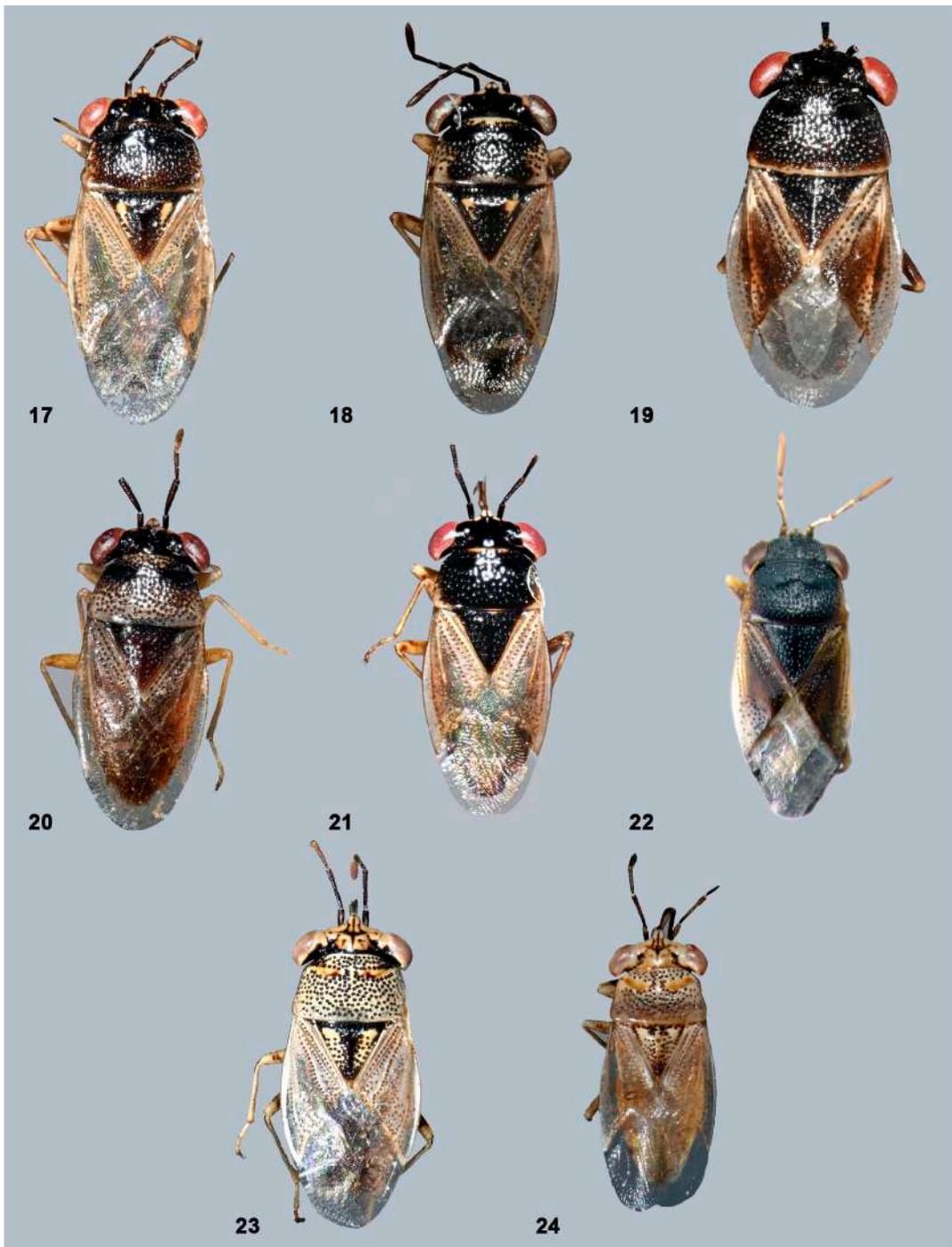
Acceptado: 29 de abril 2024



Figures 1–2. *Geocoris* spp. Head and pronotum in dorsal view. 1. *G. castanoae* n. sp. 2. *G. navus* sp.



Figures 3-16. Parameres of *Geocoris* spp. 3-4. *G. infrequens* n. sp. 5-6. *G. punctipes* (Say). 7-8. *G. sobrinus* (Blanchard). 9-10. *G. ventralis* (Fieber). 11-12. *G. flatus* n. sp. 13. *G. navus* n. sp. 14. *G. castanoae* n. sp. 15-16. *G. genuinus* n. sp.



Figures 17–24. Dorsal view of *Geocoris* spp. 17. *G. ventralis* (Fieber). 18. *G. flatus* n. sp. 19. *G. genuinus* n. sp. 20. *G. navus* n. sp. 21. *G. sobrinus* (Blanchard). 22. *G. castanae* n. sp. 23. *G. punctipes* (Say). 24. *G. infrequens* n. sp.



## An updated checklist of Endomychidae and Anamorphidae (Coleoptera: Coccinelloidea) from El Salvador, with additional new records from the Neotropical region

### Lista actualizada de Endomychidae y Anamorphidae (Coleoptera: Coccinelloidea) from El Salvador, with additional new records from the Neotropical region

Emmanuel Arriaga-Varela<sup>1,2 \*</sup>, José D. Pablo-Cea<sup>1,3</sup> and José L. Navarrete-Heredia<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Red de Biodiversidad y Sistemática, Instituto de Ecología, A. C., Carretera antigua a Coatepec 351, Col. El Haya, 91073 Xalapa, Veracruz, México;

<sup>2</sup> Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences, Towarda 51/55, Warszawa, Poland;

<sup>3</sup> Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, El Salvador;

<sup>4</sup> Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apdo. postal 134, Zapopan, Jalisco, Mexico.

\*Corresponding author: [arriagavarelae@gmail.com](mailto:arriagavarelae@gmail.com)

#### RESUMEN

Se actualiza la lista de especies de escarabajos fungívoros de las familias Endomychidae y Anamorphidae de El Salvador. Sólo seis especies de Endomychidae y una de Anamorphidae habían sido registradas previamente en el país, con localidades específicas sólo para dos de ellas. El estudio de especímenes recolectados en El Salvador hace más de 60 años por Jan y Bohumila Bechyné, y que fueron depositados en el Real Instituto Belga de Ciencias Naturales, Bruselas, permitió tener una mejor idea sobre la diversidad y distribución de estos escarabajos en el país. Se registran aquí ocho especies de Endomychidae y una de Anamorphidae, incluyendo tres primeros registros para El Salvador: *Anidrytus guatemalae* Arrow, *Epipocus bifidus* Gerstaecker y *Stenotarsus ovalis* Arrow. Además, se incluyen los primeros registros de especies de Endomychidae para países de la región Neotropical: *Anidrytus batesi* Strohecker de Perú, *A. ovatulus* Gerstaecker de Guyana, *Ephebus hirtulus* Strohecker de Paraguay, *Epopterus vacuus* Gerstaecker de Costa Rica y *Acinaces unicolor* Tomaszewska de Perú.

**Palabras clave:** escarabajos micófagos, región Neotropical, América Central, lista, nuevos registros.

#### ABSTRACT

The checklist of the species of fungus beetle families Endomychidae and Anamorphidae from El Salvador is updated. Only six species of Endomychidae and one Anamorphidae have been previously recorded from the country, with specific localities reported only for two of them. The study of specimens collected in El Salvador over 60 years ago by Jan and Bohumila Bechyné and held in the Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, allowed us to have a better idea on the diversity and distribution of these beetles in the country. Eight species of Endomychidae and one of Anamorphidae are reported here, including three first records for El Salvador: *Anidrytus guatemalae* Arrow, *Epipocus bifidus* Gerstaecker and *Stenotarsus ovalis* Arrow. Additionally, first records for species of Endomychidae from countries of the Neotropical region are provided: *Anidrytus batesi* Strohecker from Peru, *A. ovatulus* Gerstaecker from Guyana, *Ephebus hirtulus* Strohecker from Paraguay, *Epopterus vacuus* Gerstaecker from Costa Rica and *Acinaces unicolor* Tomaszewska from Peru.

**Key words:** handsome fungus beetles, Neotropical region, Central America, checklist, new records.

El Salvador is the smallest and most deforested country in Central America. Its land degradation is notorious, dating back millennia to the establishment of the first human settlements (Daugherty 1969, Terborgh 1999, Dull 2008). Only 14% of the territory is covered by some type of vegetation, including abandoned crop areas such as shaded coffee plantations (Crespin and Simonetti 2016). Despite the ecological history of the territory, El Salvador is located entirely within the “Mesoamerican Biodiversity Hotspot”, where almost 7% of the world’s biodiversity resides (Hetch et al. 2006). As a consequence, it is a site of interest from a biological and conservational point of view. The study of the fauna of the territory is uneven; for instance, knowledge about the diversity of vertebrates has been reasonably developed over the years, while for the terrestrial invertebrate fauna, it is very limited (Gallo 2005, Pablo-Cea et al.

2023). However, there have been recent progress and updates with respect to the study of the order Coleoptera in the country. For example, the knowledge about the subfamily Dynastinae has been updated (Ratcliffe and Cave 2006), as well as for families Chrysomelidae (Van Roie et al. 2019), Staphylinidae (Pablo-Cea et al. 2021) and superfamily Scarabaeoidea (Pablo-Cea et al. 2023). In this work we update the knowledge of two families of the superfamily Coccinelloidea in the country, Endomychidae and Anamorphidae, representing another important step forward towards the development of a general knowledge of the diversity and distribution of the order in El Salvador.

Historically, families Endomychidae and Anamorphidae, along with Epsilobiidae and Mycetidae were classified together as one family: Endomychidae (Tomaszewska 2000), before the taxonomic rearrangement based on phy-

logenetic study of Robertson *et al.* (2015). These beetles are characterized by their predominantly mycophagous habits (Shockley *et al.* 2009a). Endomychidae is moderately diverse with approximately 1620 described species, while Anamorphidae is less diverse, with approximately 175 species. A large portion of the specific diversity of these beetles is found in the tropics of the globe. For most countries in the Neotropical realm, the most updated list of species for these families can be found in Shockley *et al.* (2009b). However, in the case of El Salvador, some species from the country were first reported in the work of Shockley *et al.* (2009b), without providing any other information or specific data of those records: a common situation for records from El Salvador. An illustrative example of this is the checklist of Staphylinidae for the country (Pablo-Cea *et al.* 2021), where more than half of the recorded species ( $n=52$  spp., 54%) do not have specific locality records, evidencing the isolated and unsystematized nature of the entomological collecting and inventory efforts in El Salvador.

The only synthetic treatment including an annotated checklist at the country level for Endomychidae and Anamorphidae in the Neotropical region is available from Mexico (Arriaga-Varela *et al.* 2007, 2021). Six species of Endomychidae had been reported from El Salvador in the literature and only one from Anamorphidae (Arriaga-Varela *et al.* 2021; Shockley *et al.* 2009b). Even as scarce as it seems, the general knowledge of Endomychidae and Anamorphidae from the Neotropical realm suggests that the diversity of these groups in El Salvador is underestimated, as it is the case for many other taxa (e.g. Chrysomelidae, Scarabaeoidea). The examination of specimens held in the Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels (IRNSB) allowed us to have a much clearer idea on the diversity and distribution of these families in the Neotropical region. This institution holds the collection of Jan Bechyné and his wife Bohumila Bechyné, who did extensive work on Chrysomelidae from the Neotropics (see Van Roie *et al.* 2019), including treatments on the fauna from El Salvador (e.g. Bechyné and Bechyné 1960, 1963). Given the very limited entomological collecting effort done in El Salvador, the study of the material in IRNSB represents a huge leap forward in the knowledge of handsome fungus beetles.

Additionally, to the records from El Salvador, six neotropical species of Endomychidae are recorded for the first time from different countries in the regions (Costa Rica, Guyana, Honduras, Paraguay and Peru).

## MATERIAL AND METHODS

The present list includes published records mainly based on checklist by Shockley *et al.* (2009b) and additions by Arriaga-Varela *et al.* (2021). Additional new records are taken from the revision of material from the following collections:

CZUG — Colección Entomológica, Centro de Estudios en Zoología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Mexico (José L. Navarrete-Heredia);

IRNSB — Museum of Natural Sciences (Royal Belgian Institute of Natural Sciences) Brussels, Belgium (Wouter Dekoninck).

MNCR — Museo Nacional de Costa Rica, Costa Rica (Ángel Solís);

MIZ — Museum and Institute of Zoology, PAS, Warsaw, Poland (Wioletta Tomaszewska);

MZLU — Biological Museum, Lund University, Lund, Sweden (Christoffer Fägerström);

NMP — National Museum, Prague, Czech Republic (Lukaš Sekerka);

ZMB — Museum für Naturkunde, Berlin, Germany (Bernd Jaeger);

ZMUC — Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Denmark (Alexey Solodovnikov).

Maps for the distribution of Endomychidae and Anamorphidae in El Salvador were made using ArcGIS (ESRI 2023) based on the localities registered here.

## RESULTS

### Family Anamorphidae Strohecker, 1953

*Bystus* Guérin-Méneville, 1857: 270

Type species: *Bystus coccinelloides* Guérin-Méneville, 1857: 270

*Rhymbus* Gerstaecker, 1858: 347

Type species: *Rhymbus hemisphaericus* Gerstaecker, 1858: 349

*Bystus hemisphaericus* (Gerstaecker, 1858)

*Rhymbus hemisphaericus* Gerstaecker, 1858: 349; Gorham (1890: 143); Blackwelder (1945: 440).

*Bystus hemisphaericus*: Strohecker, 1953: 21; Arriaga-Varela *et al.* (2007: 7); Shockley *et al.* (2009b: 9).

**Distribution:** Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Mexico, Nicaragua, Panama.

**Examined material:** El Salvador, La Palma (Chalatenango), I.G. 22.899, Leg. J. Bechyné (3 IRSNB) (Fig. 1).

**Note:** This species was recorded from El Salvador by Shockley *et al.* (2009b) but no precise locality or basis for this record was provided.

### Family Endomychidae Leach, 1815

#### Subfamily Lycoperdininae Bromhead, 1838

*Corynomalus* Chevrolat in Dejean, 1836: 439

Type species: *Corynomalus tarsatus* Erichson, 1847: 181

*Corynomalus perforatus* Gerstaecker, 1857

*Corynomalus perforatus* Gerstaecker, 1857: 238; Arriaga-Varela *et al.* (2007: 13); Shockley *et al.* (2009b: 40).

*Corynomalus dentatus* Gorham, 1889: 117 (nec Gerstaecker, 1858).

*Amphix perforatus*: Blackwelder, 1945: 437; Strohecker (1953: 88); Strohecker (1980: 25).

*Amphix dentatus*: Blackwelder, 1945: 437 (in part)

**Distribution:** Belize, Brazil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, French Guiana, Guatemala, Honduras, Mexico, Nicaragua, Panama, Peru, Venezuela.

**Examined material:** El Salvador, Volcán San Vicente, Finca La Paz, I-VII-1959, J. Bechyné (6 IRSNB); El Salvador, Jucuarán (Usulután) I.G.22.899, 10/11-XI-1959 Leg J.Bechyné (2 IRSNB) (Fig. 2).

**Note:** This species was recorded from El Salvador by Shockley *et al.* (2009b) but no precise locality or basis for this record was provided.

*Corynomalus dentatus* (Fabricius), 1801

*Erotylus dentatus* Fabricius, 1801: 7

*Amphix dentatus* var. *multimaculatus* Pic, 1931: 7

**Distribution:** Belize, Bolivia, Brazil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras,

Mexico, Nicaragua, Panama.

**Note:** This species was recorded from El Salvador by Shockley et al. (2009b) but no precise locality or basis for this record was provided. This species and *C. perforatus* are very similar and the reported distribution in the literature must be carefully assessed by the study of material from all along their distribution range.

*Anidrytus* Gerstaecker, 1858: 256

Type species: *Anidrytus bipunctatus* Gerstaecker, 1858: 257

*Anidrytus guatemalae* Arrow, 1920

*Anidrytus guatemalae* Arrow, 1920: 46; Gorham (1889: 126) (as *Anidrytus liquefactus* Gorham, 1873); Strohecker (1953: 66); Strohecker (1997: 177); Shockley et al. (2009b: 22); Arriaga-Varela (2013: 47); Arriaga-Varela et al. (2021: 296)

**Distribution:** Mexico, Guatemala, Honduras, El Salvador\*  
\* NEW COUNTRY RECORD FOR EL SALVADOR.

**Examined material:** “El Salvador, Perguin Morajan [Perquín, Morazán], 22-VI-1959, Leg. J. Bechyné” (1: IRSNB) (Fig. 3).

*Epipocus* Germar, 1843: 86

Type species: *Endomychus tibialis* Chevrolat, 1834: 94

*Epipocus alvaradi* Strohecker, 1977

*Epipocus alvaradi* Strohecker, 1977: 311; Shockley et al. 2009: 25; Arriaga-Varela et al. 2021: 299

**Distribution:** Guatemala, El Salvador. Records from El Salvador in the literature: San Salvador, 19-VI-1959, Leg. J. Bechyné (Arriaga-Varela et al. 2021) (Fig. 4).

*Epipocus bifidus* Gerstaecker, 1858

*Epipocus bifidus* Gerstaecker, 1858: 248; Strohecker (1953: 67); Strohecker (1977: 311); Shockley et al. (2009b: 24)

**Distribution:** Guatemala, Honduras, El Salvador\*, Nicaragua, Costa Rica. \* NEW COUNTRY RECORD FOR EL SALVADOR.

**Examined material:** El Salvador, Volcán San Vicente, Finca La Paz, I-VII-1959, J. Bechyné (2 IRSNB); El Salvador: Santa Tecla (La Libertad), 28-IX-1959 J. Bechyné (4: IRSNB); El Salvador, San Salvador. 15.V.1950. Rec: J. Bechyné (1 IRSNB); El Salvador, Zaragoza. Ex Coll. A. Muysshondt (1 IRSNB) (Fig. 5).

*Epipocus punctatus* LeConte, 1853

*Epipocus punctatus* LeConte, 1853: 358; Guérin- Méneville (1857: 265); Gerstaecker (1858: 252); Strohecker (1953: 67); Strohecker (1977: 311); Arriaga-Varela et al. (2007: 21); Shockley et al. (2009b: 24); Arriaga-Varela et al. (2021: 298)

*Epipocus bivittatus* Gerstaecker, 1858: 253; Gorham (1889: 122); Blackwelder (1945: 438); Strohecker (1953: 67)

**Distribution:** United States of America, Mexico, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panama. Records from El Salvador in the literature: Quetzaltepeque (Strohecker 1977).

**Examined material:** El Salvador, Perguin Morajan [Perquín, Morazán], 22-VI-1959, Leg. J. Bechyné (2 IRSNB), S. Salvador, 19-23.v.1960, I.G. 22.899/Leg J. Bechyné (1: IRSNB), El Salvador, 12.vii.1959. I.G. 22899, Leg. J. Bechyné (1: IRSNB), El Salvador, San Salvador, 03-V-1960, I.G. 22899 Leg Bechyné (3: IRSNB), El Salvador, San Salvador, 25-28.IV.1960,

legg. J. Bechyné, I.G. 22.899 (1: IRSNB) (Fig. 6).

*Ephebus* Chevrolat in Dejean, 1836: 439

Type species: *Ephebus cardinalis* Gerstaecker, 1858: 294

*Ephebus piceus* Gorham, 1889

*Ephebus piceus* Gorham, 1889: 131; Strohecker (1975: 336); Shockley et al. (2009b: 23); Arriaga-Varela and Shockley (2010: 209); Arriaga-Varela et al. (2021: 297)

**Distribution:** Mexico, El Salvador, Colombia, Costa Rica.  
**Examined material:** El Salvador, Jucuarán (Usulután) I.G.22.899, 10/11-XI-1959 Leg J. Bechyné (1: IRSNB) (Fig. 7).

**Note:** Shockley et al. (2009b) recorded this species from El Salvador but no precise locality is provided.

*Ephebus sulcatus* Strohecker, 1975: 336

*Ephebus sulcatus* Strohecker, 1975: 336; Arriaga-Varela et al. (2007: 18); Shockley et al. (2009b: 24); Arriaga-Varela and Shockley (2010: 209); Arriaga-Varela et al. (2021: 297)

**Distribution:** Mexico, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panama. Colombia. Records from El Salvador in the literature: El Salvador: Quetzaltepeque, 500m, July (Strohecker 1975) (Fig. 8).

### Subfamily Endomychinae Leach, 1815

*Stenotarsus* Perty, 1832: 112

Type species: *Stenotarsus brevicollis* Perty, 1876: 112

*Stenotarsus ovalis* Arrow, 1920

*Stenotarsus ovalis* Arrow, 1920: 50; Blackwelder (1945: 440); Strohecker (1953: 55); Roubik and Skelley (2001: 256); Shockley et al. (2009b: 84); Arriaga-Varela et al. (2013: 35); Arriaga-Varela et al. (2021: 296)

*Stenotarsus rotundus* Arrow, 1920: 52; Blackwelder (1945: 440); Strohecker (1953: 56)

*Stenotarsus orbicularis* Gorham, 1890: 134 (in part).

*Stenotarsus pilatei* Gorham, 1890: 135 (in part).

**Distribution:** Mexico, Guatemala, El Salvador\*, Honduras\*\*, Costa Rica, Panama. \* NEW COUNTRY RECORD FOR EL SALVADOR. \*\* NEW COUNTRY RECORD FOR HONDURAS. Examined material: S. Salvador, 19-23.v.1960, I.G. 22.899/Leg J. Bechyné (1 IRSNB); “Honduras: Olancho, Catacamas, 15°50'N, 85°51'W, 10.VII.1995, leg. R. Cave / malaise trap lowland gallery forest” (1: MZLU) (Fig. 9).

### New country records for the Neotropical region

#### Subfamily Epipocinae Gorham, 1873

*Anidrytus batesi* Strohecker, 1997

*Anidrytus batesi* Strohecker 1997: 175; 337; Shockley et al. (2009b: 22)

**Distribution:** Brazil, Peru\*. \* NEW COUNTRY RECORD FOR PERU.

**Examined material:** Peru, Huanuco prov., Tingo María, 13-23.ii.2013, V. Hula & J. Niebodová leg. (1: NMPC).

*Anidrytus ovatulus* Gerstaecker, 1858

*Anidrytus ovatulus* Gerstaecker, 1858: 262; Strohecker (1997: 171); Shockley et al. (2009b: 23)

**Distribution:** Colombia, Venezuela, Guyana\*. \* NEW COUNTRY RECORD FOR GUYANA.

**Examined material:** Guyana, Landub (1: ZMUC).

*Ephebus hirtulus* Strohecker, 1975

*Ephebus hirtulus* Strohecker, 1975: 337; Shockley *et al.* (2009b: 24)

**Distribution:** Bolivia, Brazil, Paraguay\*. \* NEW COUNTRY RECORD FOR PARAGUAY.

**Examined material:** Paraguay, 1905, San Bernardino, leg. K. Fiebrig (3: ZMB).

*Epopterus vacuus* Gerstaecker, 1857

*Epopterus vacuus* Gerstaecker, 1857: 283; Strohecker (1997: 171); Shockley *et al.* (2009b: 27)

**Distribution:** Costa Rica\*, Panama, French Guiana. \* NEW COUNTRY RECORD FOR COSTA RICA.

**Examined material:** Est. Pitilla, 700m, 9km S Sta. Cecilia, P.N. Guanacaste, Prov. Guan., COSTA RICA, 19 May – 3 Jun 1993, C. Moraga. L-N-330200, 380200 / COSTA RICA INBIO CRI001 315379 (1: MNCR).

**Subfamily Lycoperdininae Bromhead, 1838***Acinaces unicolor* Tomaszewska, 2003

*Acinaces unicolor* Tomaszewska, 2003: 527; Shockley *et al.* (2009b: 31)

**Distribution:** Brazil, Suriname, Peru\*. \* NEW COUNTRY RECORD FOR PERU.

**Examined material:** (Huanuco), Distrito de Yuyapichis, ACP Panguana, 230m, 9° 37' S / 74° 56' W, 24.ix – 13.x.2016, leg. Gottwald (1: MIZ, 1: CZUG).

**CONCLUDING REMARKS**

The material collected by the Bechyné over sixty years ago is an invaluable resource for understanding the fauna of handsome fungus beetles in El Salvador. There is now a first glimpse on the geographical distribution of eight species in the country. The species of Endomychidae and Anamorphidae have been collected primarily in areas near or in the central zone of the inner volcanic chain (San Salvador, Santa Tecla, Quezaltepeque), where most of Bechyné collections were biased (Fig. 10) (Van Roie *et al.* 2019). This has been the case for other specialists who sporadically visited the country (e.g. Howden and Peck 1972) and in general in El Salvador (e.g. Pablo-Cea *et al.* 2023). This circumstance is very likely due to their closeness to San Salvador, the capital of El Salvador (J. Pablo, personal observation). Additionally, some isolated records from the northern mountains (La Palma) and the coastal mountains (Cordillera de Jucuarán) are also registered. Unfortunately, the extension of the natural habitats where these species were collected by the Bechyné has suffered a very extreme reduction in the last century, an aspect that is particularly relevant in a country with high ecological disturbance, such as El Salvador. Previously to this list, most of the records of Endomychidae and Anamorphidae from El Salvador were at a country level. A common situation for records from the territory.

As it is evident from the expansion in the knowledge of the distribution of handsome fungus beetles from El Salvador and the Neotropical region reported in this work, there is a need of extensive field work and additional study of entomological specimens, as it is the case for almost all groups of Coleoptera in the Neotropics. There is a high probability of yet undescribed species of handsome fungus

beetles in El Salvador as the diversity of these families in whole Central America is poorly known for most genera. In the same manner, the family Eupsilobiidae Casey, not yet recorded from El Salvador, could be distributed there since an eupsilobiid species, *Evolocera championi* Sharp, has been reported from Honduras and Guatemala (Arriaga-Varela *et al.* 2021).

**ACKNOWLEDGEMENTS**

We are greatly indebted to the curators of the entomological collections holding the studied material. This contribution is part of the postdoctoral stay by EAV in Universidad de Guadalajara, supported by the program: Estancias Posdoctorales por México, CONAHCYT, México, 2023. Resources for the development of this work partly came from the grant No. 2020/36/C/NZ8/00584 to EAV by the National Science Centre of Poland (Narodowe Centrum Nauki). We are honoured to dedicate this work to Gabriela Castaño Meneses (UNAM) in appreciation for her dedication to the study of Mexican entomofauna and its ecology.

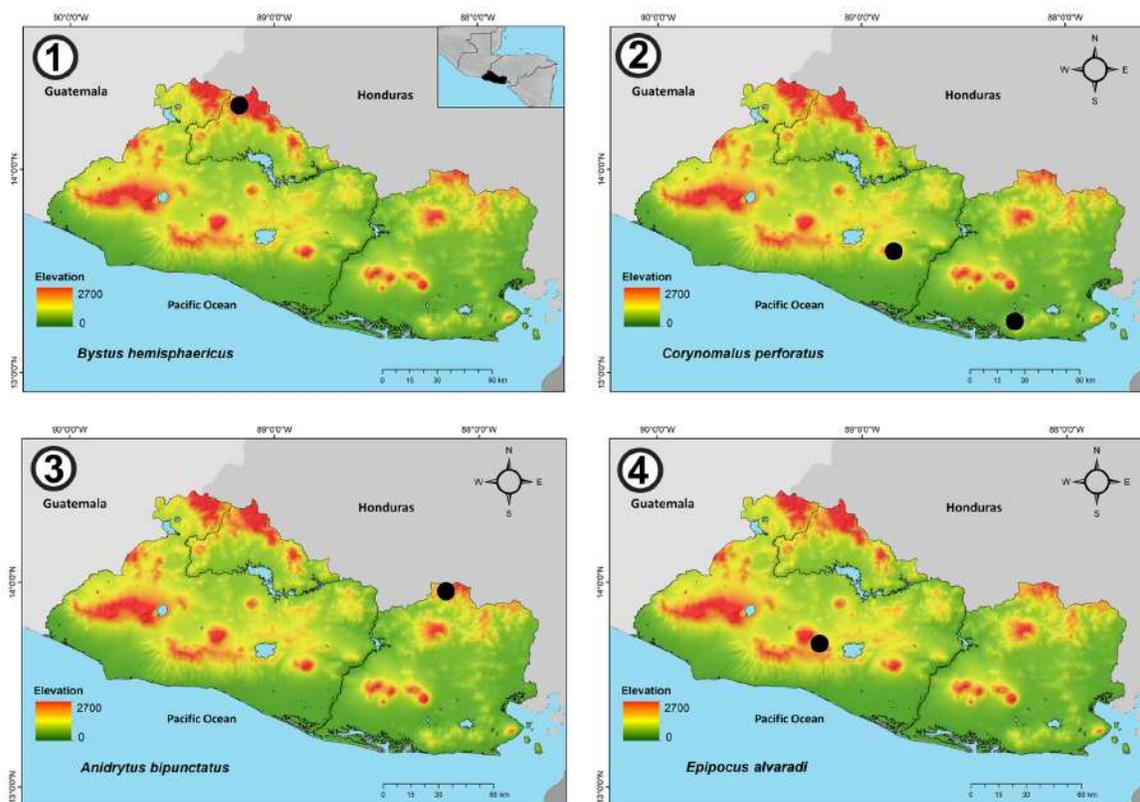
**LITERATURE CITED**

- Arriaga-Varela, E. 2013. Primer registro para México de *Anidrytus guatemalae* Arrow, 1920 (Coleoptera: Endomychidae: Epipocinae) con comentarios sobre la variación de coloración. *Dugesiana*, 20(1): 47-48.
- Arriaga-Varela, E., K.W. Tomaszewska and J.L. Navarrete-Heredia. 2007. A synopsis of the Endomychidae (Coleoptera: Cucujoidea) of Mexico. *Zootaxa*, 1594(1): 1-38.
- Arriaga-Varela, E., W. Tomaszewska, and J.L. Navarrete-Heredia. 2021. An updated checklist of Mexican handsome fungus beetles-families Endomychidae, Anamorphidae and Eupsilobiidae (Polyphaga: Coccinelloidea), with new records from the Neotropical region. *Dugesiana*, 28(2), 291-303.
- Bechyné, J., and B. Bechyné. 1960. Beiträge zur Kenntnis der Salvadorenischen Chrysomeloidea (Col. Phytophaga). *Pesquisas, Seria Zoologia*, (6): 5–73.
- Bechyné, J. and B. Bechyné. 1963. Beitrag zur Kenntnis der Salvadorenischen Chrysomeloidea (Col. Phytophaga) 1. Fortsetzung. *Iheringia, Seria Zoologia*, (31): 1–79.
- Blackwelder, R.E. 1945. Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America, The West Indies, and South America. *Bulletin of the United States National Museum*, 185: 343-550.
- Crespin, S.J. and J.A., Simonetti. 2016. Loss of ecosystem services and the decapitalization of nature in El Salvador. *Ecosystem Services*, (17): 5–13.
- Daugherty, H.E. 1969. *Man-induced Ecological Change in El Salvador*. PhD dissertation. Los Angeles: University of California, California.
- Dull, R.A. 2008. Unpacking El Salvador's ecological predicament: Theoretical templates and "long-view" ecologies. *Global Environmental Change*, (18): 319–329.
- Hecht, S.B., S. Kandel, I., Gomes, N., Cuellar and H. Rosa. 2006. Globalization, forest resurgence, and environmental politics in El Salvador. *World Development*, (34): 308–323.
- Gallo, M. 2005. *Estado del conocimiento de la biodiversidad en El Salvador*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador.

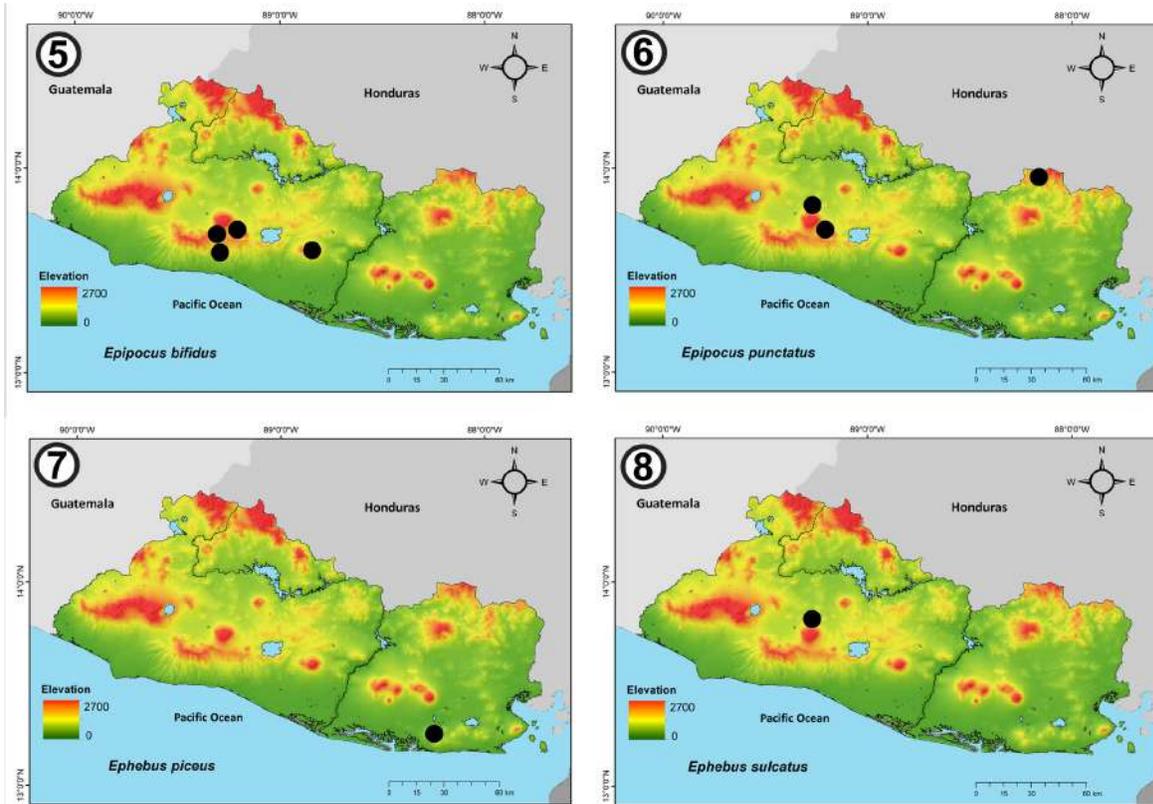
- Gorham, H.S. 1887–99. Insecta. Coleoptera. Vol. VII. Erotylidae, Endomychidae, and Coccinellidae (pp. 276, lams. 13) (1889). In: Du Cane Godman F. and O. Salvin (Eds.) *Biologia Centrali-Americana*. London.
- Pablo-Cea, J. D., A. Asenjo, J.L., Navarrete-Heredia, and A., Newton. 2021. Checklist of Staphylinidae (Coleoptera) of El Salvador. *Zootaxa*, (4951): 080–106.
- Pablo-Cea, J.D., R.D. Cave, F.A., Serrano-Peraza, R. Alvarado-Larios, C., Deloya, K.A., Serrano-Chicas, E., Alfaro, A.C., Chinchilla-Rodríguez, D., Girón-Segovia, and J.A. Noriega. 2023. Catalog and distribution atlas of the Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) of El Salvador. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, (94): e945117.
- Ratcliffe, B.C., and R.D., Cave. 2006. The dynastine scarab beetles of Honduras, Nicaragua, and El Salvador (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 21: 1-424.
- Robertson, J.A., A. Ślipiński, M. Moulton, F.W. Shockley, A. Giorgi, N.P. Lord, D.D. McKenna, W. Tomaszewska, J. Forrester, K.B. Miller, M.F. Whiting and J.V. Mchugh 2015. Phylogeny and classification of Cucujoidea and the recognition of a new superfamily Coccinelloidea (Coleoptera: Cucujiformia). *Systematic Entomology*, 40(4): 745-778.
- Roubik, D.W. and P.E. Skelley. 2001. *Stenotarsus subtilis* Arrow, the aggregating fungus beetle of Barro Colorado Island Nature Monument, Panama (Coleoptera, Endomychidae). *The Coleopterists Bulletin*, 55(3): 249-263.
- Shockley, F.W., K.W. Tomaszewska, and J.V. McHugh. 2009a. A review of the natural history of the Handsome Fungus Beetles (Coleoptera: Cucujoidea: Endomychidae). *Insecta Mundi*, 72: 1-24.
- Shockley, F.W., K.W. Tomaszewska, and J.V. McHugh. 2009b. An annotated checklist of the handsome fungus beetles of the world (Coleoptera: Cucujoidea: Endomychidae). *Zootaxa*, 1999: 1-113.
- Strohecker, H.F. 1953. Coleoptera Fam. Endomychidae. In: Wytsman P. (ed.), *Genera Insectorum*. Desmet-Verneuill, Brussels.
- Strohecker, H. F. 1980 Eine ubersicht über die gattung Amphix (Coleoptera: Endomychidae). *Mitteilungen Zoologie der Museum Berlin*, 56: 13-34.
- Terborgh, J. 1999. *Requiem for nature*. Island Press/Shearwater Books. Washington, DC.
- Tomaszewska, K.W. 2000. Morphology, phylogeny and classification of adult Endomychidae (Coleoptera: Cucujoidea). *Annales Zoologici*, 50: 449-558.
- Van Roie, M., F., De Wint, A., Güngör, C., Huyghe, W., De-koninck, and L., Sekerka. 2019. An annotated checklist of the leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae) from El Salvador, with additions from the Bechyné collection in the Royal Belgian Institute of Natural Sciences. *Zookeys*, 856: 137–196.

Reibido: 4 mayo 2024

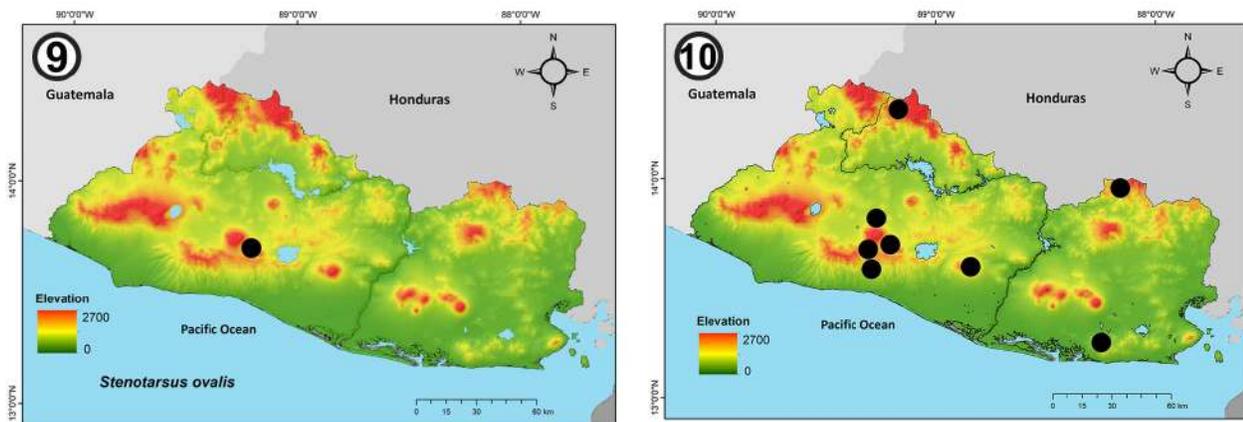
Aceptado: 5 de junio 2024



Figs. 1-4. Maps showing the distribution of species of Anamorphidae and Endomychidae in El Salvador. 1. *Bystus hemisphaericus* (Gerstaecker). 2. *Corynomalus perforatus* Gerstaecker. 3. : *Anidrytus guatemalae* Arrow. 4. *Epipocus alvaradi* Strohecker.



Figs. 5-8. Maps showing the distribution of species of Endomychidae in El Salvador. 5. *Epipocus bifidus* Gerstaecker. 6. *Epipocus punctatus* LeConte. 7. *Ephebus piceus* Gorham. 8. *Ephebus sulcatus* Strohecker.



Figs. 9-10. Maps showing the distribution of species of Anamorphidae and Endomychidae in El Salvador. 9. *Stenotarsus ovalis* Arrow. 10. Map showing known distribution of all Anamorphidae and Endomychidae in El Salvador.

## *Photinus gabicastanoae* sp. nov. (Coleoptera: Lampyridae) de Michoacán, México

### *Photinus gabicastanoae* sp. nov. (Coleoptera: Lampyridae) from Michoacán, Mexico

Ishwari G. Gutiérrez-Carranza<sup>1,2,3,\*</sup> y Santiago Zaragoza-Caballero<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Colección Nacional de Insectos, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Apartado Postal 70-153, C.P. 04510, Coyoacán, Ciudad de México, México; <sup>2</sup>IUCN Species Survival Commission-Firefly Specialist Group, Gland, Suiza; <sup>3</sup>ORCID-IGGC: <https://orcid.org/0000-0002-9711-2951>; <sup>4</sup>ORCID-SZC: <https://orcid.org/0000-0002-0235-318X>; \*Autor de correspondencia: [ishwarigg@gmail.com](mailto:ishwarigg@gmail.com)

#### RESUMEN

Se describe *Photinus gabicastanoae* sp. nov. procedente del Estado de Michoacán, que morfológicamente difiere de las especies conocidas. Adicionalmente, se comenta su relación con *P. palaciosi* (Zaragoza-Caballero, 2012).

**Palabras clave:** Taxonomía, Luciérnagas, Photinini, *Photinus palaciosi*, Tlalpujahua.

#### ABSTRACT

*Photinus gabicastanoae* sp. nov. is described from the State of Michoacán, which morphologically differs from the known firefly species. In addition, its relationship with *P. palaciosi* (Zaragoza-Caballero, 2012) is discussed.

**Key words:** Taxonomy, Fireflies, Photinini, *Photinus palaciosi*, Tlalpujahua.

En el mundo se conocen alrededor de 144 géneros y 2,500 especies de luciérnagas (Ferreira *et al.* 2020; ITIS 2024), para México se han documentado 26 géneros y 286 especies (Gorham 1884; Green 1956; Gutiérrez-Carranza *et al.* 2023a; 2023b; Zaragoza-Caballero *et al.* 2023a), en virtud de ello, nuestro país es el segundo lugar con mayor riqueza de luciérnagas, sólo después de Brasil, y concentra el 11% de la diversidad mundial (Zaragoza-Caballero *et al.* 2023a).

En Michoacán la familia Lampyridae está representada por nueve géneros y 42 especies, de las cuales 13, hasta el momento solo se han documentado en el territorio de dicha entidad federativa (Pérez-Hernández *et al.* 2023; Zaragoza-Caballero *et al.* 2023a). Y resalta *Photinus*, con 25 especies registradas (Pérez-Hernández *et al.* 2023).

*Photinus* Laporte, 1833:141 es un género americano (Zaragoza-Caballero *et al.* 2023b) y cuenta con el mayor número de especies de la subfamilia Lampyrinae con un total de 446 descritas (Gutiérrez-Carranza *et al.* 2023b). En México destaca por su diversidad: se conocen 177 especies, lo cual representa el 40% de las especies del género y el 63% del total de luciérnagas de nuestro país, de manera que se considera al territorio mexicano como un centro de diversificación de *Photinus* (Zaragoza-Caballero *et al.* 2023a).

*Photinus* ha sido un género difícil de caracterizar debido a que los adultos presentan características variables, no obstante, se puede reconocer por la siguiente combinación de caracteres: con o sin aparato luminoso; cabeza cubierta

por el pronoto; antenas filiformes o ligeramente aserradas y aplanadas, con 11 antenómeros; sutura frontoclipeal membranosa; mandíbulas falcadas; último palpómero maxilar fusiforme y el último labial securiforme; pronoto sin manchas traslúcidas; uñas simples; abdomen con 8 esternitos visibles, en los machos el último esternito es ojival y en las hembras de ordinario es triangular y hendido en la parte media; espiráculos abdominales abiertos pleuralmente; edeago trilobulado, con la pieza basal y lóbulos laterales libremente articulados, lóbulo medio con la superficie dorsal membranosa y puede o no presentar excrecencias dorsobasales (Zaragoza-Caballero *et al.* 2023a; 2023b).

A pesar del incremento de información taxonómica y del creciente interés por estudiar a estos escarabajos luminosos, se estima que hasta el momento solo se conocen poco más del 75% de las luciérnagas mexicanas, de modo que aún existe un gran número de especies por describir (Zaragoza-Caballero *et al.* 2022).

El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento taxonómico de *Photinus* con la descripción de una especie nueva para la ciencia.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La especie nueva se reconoció con base en el estudio morfológico de cinco ejemplares recuperados de la miscelánea del material de Lampyridae resguardado en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (CNIN-IBU-NAM).

**Trabajo taxonómico**

*Trabajo de gabinete.* El reblandecimiento, extracción de genitales, curación y montaje en seco se realizó de acuerdo con las directrices del protocolo de Gutiérrez-Carranza (2023). Para la identificación se hizo la comparación con el material tipo de Lampyridae depositado en la CNIN-IBU-NAM. La nomenclatura de la morfología externa y de los genitales sigue a Zaragoza-Caballero *et al.* (2023a). Los colores se estandarizaron con base en Syme (1821). Las medidas se expresan en milímetros. Las siguientes estructuras se midieron en vista dorsal: largo y ancho total del cuerpo (LT; AT), largo y ancho del pronoto, largo y ancho de los élitros. Vista frontal: ancho total de la cabeza, del ojo, distancia interocular, interantenal y largo de la fosita antenal. Vista lateral: largo y alto del ojo, longitud de las espinas tibiales. Vista ventral: largo de las antenas, fémures, tibias, tarsos y de los esternitos. Para el edeago se consideró la longitud total y por separado la pieza basal, lóbulo medio (LM) y lóbulos laterales (LL).

*Obtención de imágenes.* Las fotografías se tomaron en el “Laboratorio de microscopía y fotografía de la biodiversidad II” (LANABIO 2) del Instituto de Biología-UNAM con un microscopio estereoscópico Carl Zeiss™ modelo AXIO Zoom.V16, equipado con una cámara Zeiss™ AxioCam modelo MRc5 y con el software ZEN™=Zeiss Efficient Navigation pro-2012. Todas las fotografías se tomaron con un objetivo Plan-NEOFLUAR Z 1.0x/0.25 FWD 56 mm.

**DESCRIPCIÓN**

Familia: Lampyridae Rafinesque 1815:110

Subfamilia: Lampyrinae Rafinesque 1815:110

Tribu: Photinini LeConte, 1881:30

***Photinus gobicastanoae* Gutiérrez-Carranza y Zaragoza-Caballero, sp. nov.**

Figs. 1a-e, 2a-c, 3, 4a-b

<http://zoobank.org/3DD5297B-005C-4ED9-9E40-C5E43230F3B9>

*Holotipo.* Macho. Talla: Largo 8.29, ancho 1.62. Cuerpo alargado y paralelo; color marrón oscuro a excepción de: disco del pronoto amarillo crema con los márgenes marrones y una banda longitudinal esbelta en su base y gradualmente más ancha hacia el ápice, con esbozos de máculas laterales rojizas flor-durazno; pro- y mesotrocánteres y un tercio proximal de los fémures anteriores, mandíbulas y uñas amarillas; séptimo esternito lúteo. Aparato luminoso ocupando toda la superficie de los esternitos 5 y 6 (Fig. 1a-b).

*Cabeza.* Prominente, ancho total más de  $\frac{2}{3}$  (1.27) en comparación con lo ancho del pronoto (1.40), totalmente cubierta. Espacio interocular (0.51) ligeramente cóncavo, superficie chagrinada y espaciadamente pilosa, mayor al ancho del ojo (0.37); ojos finamente facetados, prominentes, suman casi  $\frac{2}{3}$  del ancho total de la cabeza (0.74 x 1.27), esféricos, en vista lateral tan largos como altos (0.60); frente vertical; distancia interantenal mayor (0.18) que lo ancho de la fosita antenal (0.13); antenas filiformes, cilíndricas y cortas (2.74), sobrepasan ligeramente las coxas posteriores, casi 2 veces tan largas como el pronoto (1.40), escapo claviforme, más largo (0.39) que los dos antenitos siguientes juntos (0.34), el II corto (0.11), el III de 0.23, del IV al VIII de 0.25, el IX y X de 0.23 y el XI alcanza 0.30; sutura frontoclipeal conspicua, membranosa y cóncava; clipeo rectangular con el borde distal cóncavo y ligeramente hendido en su parte media (Fig. 2a), superficie con sedas cortas irregularmente distribuidas; mandíbulas falcadas, esbeltas, angularmente arqueadas, con sedas en su base externa; labro membranoso, triangular; palpómero maxilar apical romboidal; el labial securiforme.

*Tórax.* Pronoto un tanto paralelo en la base, tan ancho como largo (1.40), borde anterior semicircular, el posterior recto, ángulos posteriores rectos, disco convexo y acanalado en su parte media, explanaciones laterales angostas y acanaladas, poros glandulares abundantes en los márgenes y en la región apical, superficie glabra, brillante, espaciadamente pilosa y con sedas decumbentes sobre el centro y las máculas laterales, por el contrario, es chagrinada, marcadamente punteada y con pilosidad decumbente en los márgenes y la región apical; escutelo espatulado con el borde posterior truncado, superficie plana, punteada y pilosidad decumbente abundante; élitros paralelos, 8.5 veces más largos (6.89) que anchos (0.81), integumento chagrinado, rugosamente punteado, con tres costillas que disminuyen gradualmente hacia el ápice [costilla 1 y 2 disciales, conspicuas, en tanto que la 3 es umbilical y poco evidente (Fig. 3)], pilosidad decumbente de dos tipos: una larga y otra muy corta e imbricada, epipleura angosta, anteriormente más visible; espiráculos respiratorios mesotorácicos poco esclerosados, orbiculares, con su base proyectada transversalmente; patas cortas y esbeltas, semejantes entre sí pero sucesivamente más largas: profémures de 0.90 y protibias de 1.09, mesofémures de 0.99 y mesotibias de 1.16, metafémures de 1.04 y metatibias de 1.27, fémures fusiformes, lateralmente aplanados, tibias aplanadas, acanaladas, rectas, con el borde externo crenulado y el margen apical ondulado, espinas tibiales 1-2-2 de longitud semejante (0.12; 0.14; 0.14), tarsómeros lateralmente comprimidos, primer metatarsómero más corto (0.30) que los dos siguientes juntos (0.21 + 0.11), el cuarto bífido con un cojinete de sedas ventrales, uñas simples.

*Abdomen.* Esternito I de 0.39 y II-IV de 0.48, presentan el borde posterior ondulado y ángulos posteriores rectos, esternito V de 0.58 con el borde posterior ligeramente cóncavo y ángulos posteriores romos, esternito VI de 0.58 con el borde posterior emarginado y ángulos posteriores romos, esternito VII de 0.23 con el borde posterior hendido y ángulos posteriores redondeados, esternito VIII de 0.37, ojival, con la superficie plana y acanalada en su parte media, ápice emarginado (Fig. 2b), pigidio con el borde posterior ondulado y ángulos posteriores romos (Fig. 2c). *Edeago.* Longitud total: 0.58. Simétrico; pieza basal más larga (0.37) que los lóbulos laterales (0.26), margen posterior escotado; lóbulo medio corto (0.21), cónico y en vista lateral poco

curvado, superficie dorsal membranosa, superficie lateral crenulada y la ventral glabra, esclerosada, con la porción apical membranosa, excrescencias dorsobasales simétricas, separadas, posteriormente proyectadas, curvadas con forma globosa, apicalmente dilatadas y con el ápice obtuso, orificio medio abierto al ápice; lóbulos laterales simétricos (0.26), en vista lateral con forma de “S”, apicalmente ensanchados, romos, sin modificaciones para la recepción de las excrescencias (Fig. 1c-e).

**Alotipo.** Hembra. Talla: Largo 5.34, ancho 1.08. Braquíptera. Aparato luminoso ocupando poco más de  $\frac{2}{3}$  de la superficie media del esternito V; adicionalmente, presenta una mancha lútea en la superficie media del esternito VI. Ojos reducidos, ovoides, en vista lateral más largos (0.32) que altos (0.28); distancia interantenal (0.10) y longitud de las antenas (1.21) menor que el macho; último esternito visible triangular con la parte media del borde posterior emarginada (Fig. 4a-b).

#### *Resumen taxonómico.*

**Material examinado.** HOLOTIPO. 1 ♂. MÉXICO: MI-CHOACÁN: Tlalpujahua, 20-vii-2019, red de golpeo, Col. H. Ontiveros. [COL.TIP. 03972]. ALOTIPO. 1 ♀. Mismos datos que el holotipo. [COL.TIP. 03973]. PARATIPOS. 3 ♂. Mismos datos que el holotipo. [COL.TIP. 03974 - 03976]. El holotipo, alotipo y paratipos se encuentran depositados en la CNIN-IBUNAM.

**Etimología.** Especie dedicada a la Dra. Gabriela Castaño Meneses, en reconocimiento a su labor realizada como destacada investigadora con amplia trayectoria en el estudio de los artrópodos edáficos, particularmente colémbolos y formícidos; entusiasta impulsora de la entomología cultural. El epíteto específico corresponde a la conjunción del hipocorístico “gabi” del nombre y el primer apellido.

**Comentarios taxonómicos.** *Photinus gabicastanoae* sp. nov. está estrechamente relacionada con *P. palaciosi* (Zaragoza-Caballero, 2012). Se segregan por las características indicadas en el Cuadro 1.

## DISCUSIÓN

*Photinus gabicastanoae* sp. nov. es una especie de luciérnaga de hábitos nocturnos estrechamente relacionada con *P. palaciosi*. Ambas especies habitan en bosques templados por arriba de los 2500 msnm y se registran en la provincia biogeográfica de la Faja Volcánica Transmexicana, aunque *P. palaciosi* también se ha documentado en bosque mesófilo de montaña de la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental (Gutiérrez-Carranza et al. 2023c). Presentan características similares como: el cuerpo alargado, casi paralelo y el pronoto reducido en relación con los élitros, los cuales alcanzan a medir de seis a ocho veces más largos que anchos.

Cabe resaltar la particularidad de que *Photinus gabicastanoae* sp. nov. presenta costillas elitrales, una expresión que no suele documentarse en el género, también, exhibe un mayor tamaño de las espinas tibiales (0.12 – 0.14 mm) en comparación con otras especies de mayor talla cor-

poral y cuya espinas no suelen sobrepasar los 0.10 mm (e. g. Gutiérrez-Carranza et al. 2023b).

Por otro lado, la exploración de los genitales de la hembra ha resultado fructífera en el reconocimiento de especies con machos que presentan un edeago similar en otros géneros de la tribu Photinini (Gutiérrez-Carranza et al. 2023a). En el presente trabajo se contó con un ejemplar hembra de *P. gabicastanoae* y debido a su estado de preservación no fue posible realizar la extracción de genitales, no obstante, las características morfológicas externas fueron suficientes para segregarla de *P. palaciosi*.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Biól. Susana Guzmán Gómez por el apoyo técnico con el equipo de microscopía multifocal en el Laboratorio de microscopía y fotografía de la biodiversidad II del Instituto de Biología-UNAM. Se agradece al Dr. Daniel E. Domínguez León por su apoyo con los Sistemas de Información Geográfica para identificar algunas de las características de la localidad de procedencia de los ejemplares para complementar este trabajo. Por último, agradecemos a dos revisores anónimos por sus valiosos comentarios para mejorar el manuscrito.

## LITERATURA CITADA

- Ferreira, V.S., O. Keller and M.A. Branham. 2020. Multilocus Phylogeny Support the Nonbioluminescent Firefly *Chespirito* as a New Subfamily in the Lampyridae (Coleoptera: Elateroidea). *Insect Systematics and Diversity*, 4(6): 1–13. <https://doi.org/10.1093/isd/ixaa014>
- Gorham, H.S. 1884. Insecta. Coleoptera: Malacodermata. Vol. 3. Pt. 2. Supplement. (pp. 251). In: H.S. Gorham (Ed.). *Biologia Centrali-Americana*. Taylor & Francis, London.
- Green, J.W. 1956. Revision of the Nearctic species of *Photinus* (Lampyridae: Coleoptera). *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 28(15): 561–613.
- Gutiérrez-Carranza, I.G. 2023. Protocolo para disección y montaje de luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae). *Boletín de la Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos*, 7(1): 2–6.
- Gutiérrez-Carranza, I.G., S. Zaragoza-Caballero, M. González-Ramírez, D.E. Domínguez-León, V. Vega-Badillo, G.M. Rodríguez-Mirón, M. Aquino-Romero y S. López-Pérez. 2023a. *Pyropyga julietafierroae* sp. nov. (Coleoptera: Lampyridae) un ejemplo de participación ciudadana en la ciencia. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 39(1): 1–18. <https://doi.org/10.21829/azm.2023.3912587>
- Gutiérrez-Carranza, I.G., S. Zaragoza-Caballero y D.E. Domínguez-León. 2023b. *Photinus favilai* y *P. tilae* nuevas especies de luciérnagas de México (Coleoptera: Lampyridae). *Dugesiana*, 30(2): 209–219. <https://doi.org/10.32870/dugesiana.v30i2.7300>

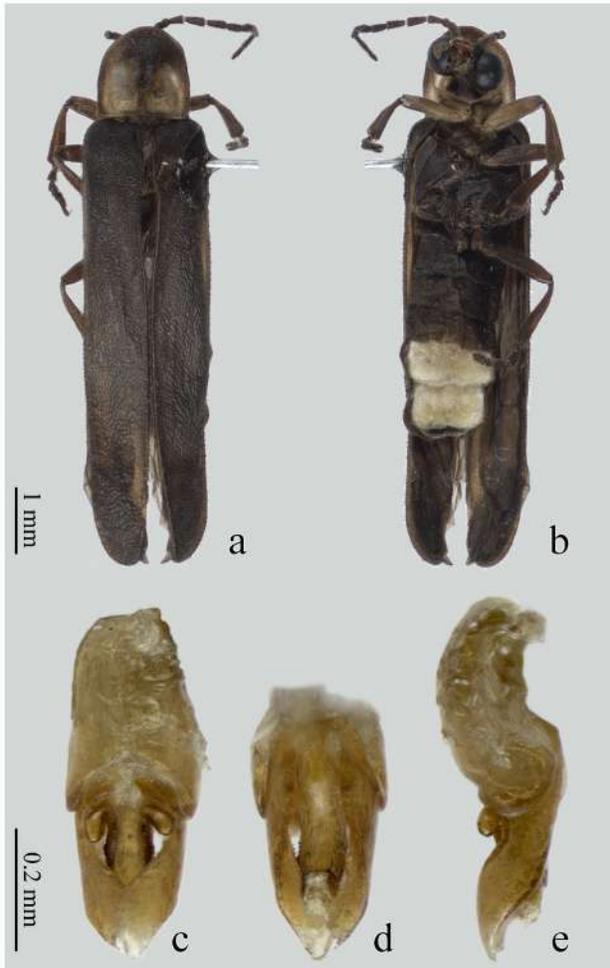
- Gutiérrez-Carranza, I.G., D.E. Domínguez-León y G.M. Rodríguez-Mirón. 2023c. Distribución de la luciérnaga de los volcanes *Photinus palaciosi* (Zaragoza-Caballero, 2012) (Coleoptera: Lampyridae). *Dugesiana*, 30(2): 65–70. <https://doi.org/10.32870/dugesiana.v30i2.7280>
- ITIS. 2024. Integrated Taxonomic Information System (ITIS) on-line database. [www.itis.gov](http://www.itis.gov), CC0, [Fecha de consulta: 12 marzo, 2024]. <https://doi.org/10.5066/F7KH0KBK>
- Pérez-Hernández, C.X., A.M. Gutiérrez-Mancillas, E. del Val and L. Mendoza-Cuenca. 2023. Living on the edge: urban fireflies (Coleoptera, Lampyridae) in Morelia, Michoacán, Mexico. *PeerJ*, 11(e16622). <https://doi.org/10.7717/peerj.16622>
- Syme, P. 1821. *Werner's Nomenclature of Colours, with additions, arranged so as to render it highly useful to the Arts and Sciences, particularly Zoology, Botany, Chemistry, Mineralogy, and Morbid Anatomy*. (2nd ed.). London, Natural History Museum.
- Zaragoza-Caballero, S. 2012. *Macrolampis palaciosi* sp. nov. (Coleoptera: Lampyridae: Photininae), Tlaxcala, México. *Dugesiana*, 19(2): 117–121. <https://doi.org/10.32870/dugesiana.v19i2.4068>
- Zaragoza-Caballero, S., P. Cifuentes-Ruiz, D.E. Domínguez-León, M. González-Ramírez, I.G. Gutiérrez-Carranza, G.M. Rodríguez-Mirón, V. Vega-Badillo y S. López-Pérez. 2022. Una perspectiva a la diversidad de luciérnagas mexicanas (Coleoptera: Lampyridae). (pp. 177). En: Rivas, G., A. Ocegüera-Figueroa, M.E. García-Garza, F. Armendáriz-Toledano, G. García-Guerrero y G. Rodríguez-Almaraz (Comps.). *Memorias del XXV Congreso Nacional de Zoología*. Sociedad Mexicana de Zoología A.C., Ciudad de México.
- Zaragoza-Caballero, S., S. López-Pérez, M. González-Ramírez, G.M. Rodríguez-Mirón, V. Vega-Badillo, D.E. Domínguez-León y P. Cifuentes-Ruiz. 2023a. Luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae) del norte-occidente de México con la descripción de 48 especies nuevas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 94(2023), e945028: 1–81. <https://doi.org/10.2220lib.20078706e.2023.94.5028>
- Zaragoza-Caballero, S., M.L. Zurita-García y A. Ramírez-Ponce. 2023b. The on–off pattern in the evolution of the presence of bioluminescence in a derived lineage from fireflies of Mexico (Coleoptera, Lampyridae). *Zoologischer Anzeiger*, 302(2023): 266–283. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2022.12.00>

Reibido: 29 de abril 2024

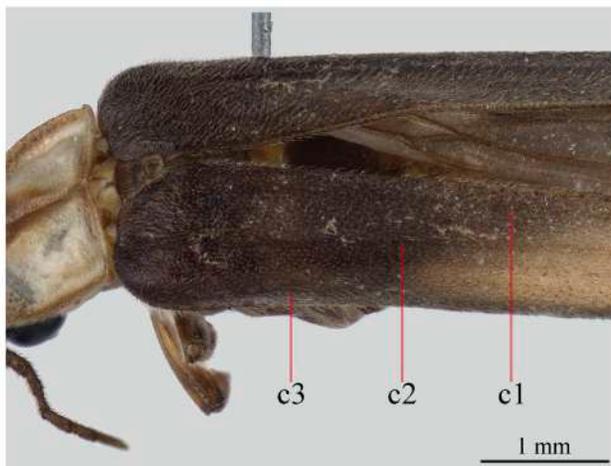
Aceptado: 4 de junio 2024

**Cuadro 1.** Diferencias entre *Photinus palaciosi* (Zaragoza-Caballero, 2012) y *P. gabicastanoae* sp. nov.

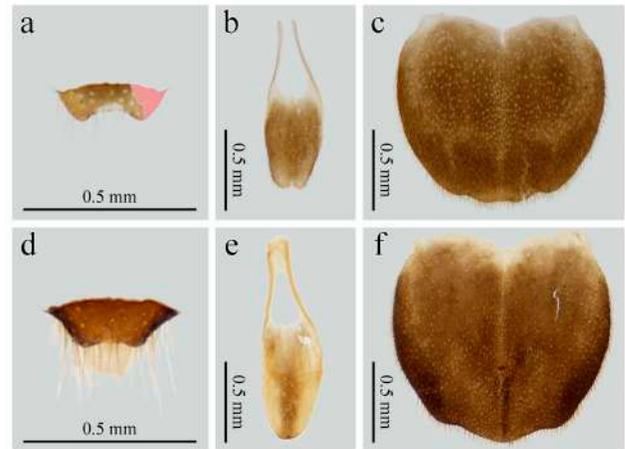
Característica	<i>P. palaciosi</i>	<i>P. gabicastanoae</i> sp. nov.
[♂] Talla	LT=13.1 mm, AT=3.00 mm	LT=8.29 mm, AT=1.62 mm
[♂] Fémures anteriores: color	Marrón oscuro	2/3 proximales ambarinos
[♂] Clípeo: forma / borde distal / sedas	Trapezoidal / cóncavo / sedas largas (Fig. 2d)	Rectangular / hendido / sedas cortas (Fig. 2a)
[♂] Élitros	Sin costillas	Con costillas
[♂] Esternito 8: ápice	Redondeado (Fig. 2e)	Emarginado (Fig. 2b)
[♂] Pigidio: borde posterior	Convexo (Fig. 2f)	Ondulado (Fig. 2c)
[♂] Edeago: LM superficie / tamaño / excrecencias / LL ápice	LM liso / largo / cilíndricas / LL esbeltos [véase Zaragoza-Caballero (2012) pp. 121, Fig. 5a-b y Fig. 8]	LM crenulado / corto / globosas / LL ensanchados (Fig. 1c-e)
[♀] Talla	LT=9.00 mm, AT=2.10 mm	LT=5.34 mm, AT=1.08 mm
[♀] Élitros	Largos (Fig. 4c)	Cortos (Fig. 4a)
[♀] Aparato luminoso	Reducido (Fig. 4d)	Amplio (Fig. 4b)
[♀] Esternito 6	Sin mancha lútea (Fig. 4d)	Con mancha lútea (Fig. 4b)



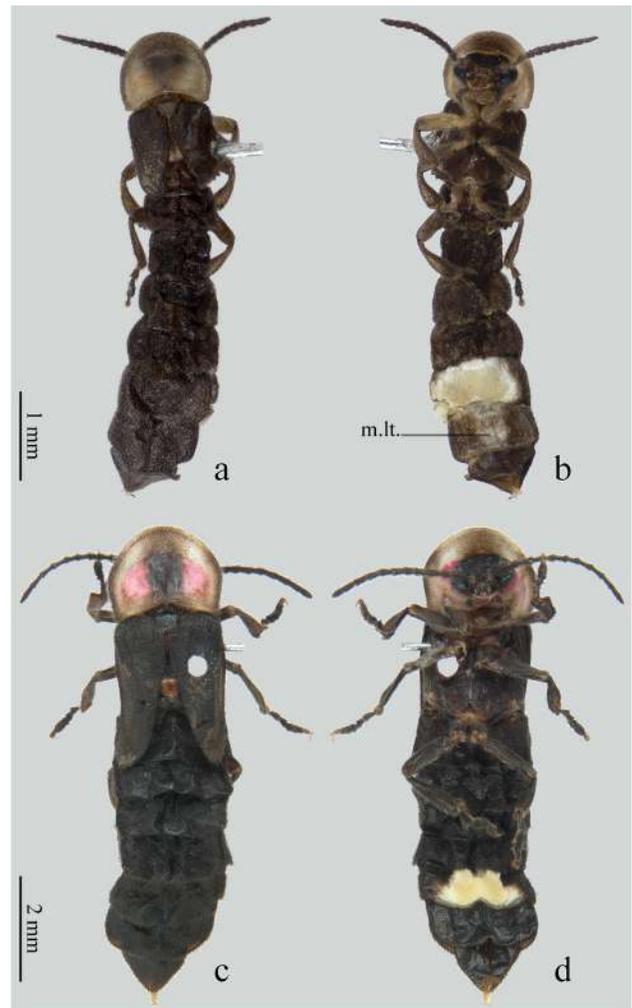
**Figura 1.** *Photinus gabicastanoae* sp. nov. ♂; a) hábito dorsal, b) hábito ventral, c) edeago en vista dorsal, d) edeago en vista ventral, e) edeago en vista lateral.



**Figura 3.** *Photinus gabicastanoae* sp. nov. ♂; vista latero-dorsal. Abreviaturas: c1 = costilla uno, c2 = costilla dos, c3 = costilla tres.



**Figura 2.** *Photinus gabicastanoae* sp. nov. ♂; a) clípeo, b) esternito ocho, c) pigidio. *Photinus palaciosi* (Zaragoza-Caballero, 2012) ♂; d) clípeo, e) esternito ocho, f) pigidio.



**Figura 4.** *Photinus gabicastanoae* sp. nov. ♀; a) hábito dorsal, b) hábito ventral. *Photinus palaciosi* (Zaragoza-Caballero, 2012) ♀; a) hábito dorsal, b) hábito ventral. Abreviaturas: m.lt. = mancha lútea.

## Nuevos taxa publicados en 2024

### Scorpiones: Vaejovidae

*Vaejovis castanoae* Contreras-Félix & Navarrete-Heredia, 2024: 160

### Hemiptera: Geocoridae

*Geocoridae flatus* Brailovsky & Barrera, 2024: 201

*Geocoridae genuinus* Brailovsky & Barrera, 2024: 201

*Geocoridae infrequens* Brailovsky & Barrera, 2024: 202

*Geocoridae navus* Brailovsky & Barrera, 2024: 203

*Geocoridae castanoae* Brailovsky & Barrera, 2024: 205

### Hymenoptera: Eurytomidae

*Sycophila gatesi* Pérez-Alfárez & Pujade-Villar, 2024: 130

### Coleoptera: Carabidae

*Cymindis apache* Hilchie & Ball, 2024: 27

*Cymindis crenatoverpa* Hilchie & Ball, 2024: 29

*Cymindis cuyuteca* Hilchie & Ball, 2024: 30

*Cymindis geminata* Hilchie & Ball, 2024: 30

*Cymindis huichilobos* Hilchie & Ball, 2024: 31

*Cymindis punctifera toltec* Hilchie & Ball, 2024: 39

*Cymindis rugofrons* Hilchie & Ball, 2024: 41

*Cymindis tonatiuh* Hilchie & Ball, 2024: 42

*Cymindis yaqui* Hilchie & Ball, 2024: 43

*Cymindis zacapa* Hilchie & Ball, 2024: 43

*Cymindis zapotec* Hilchie & Ball, 2024: 44

### Lampyridae

*Photinus gabicastanoae* Gutiérrez-Carranza & Zaragoza-Caballero, 2024: 218

## Lista comentada de formícidos (Hymenoptera: Formicidae) en parques urbanos de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México

### Annotated checklist of formicids (Hymenoptera: Formicidae) in urban parks of the Metropolitan Zone, Guadalajara, Jalisco, México

Jairo David Uribe-Mendoza<sup>1</sup>, José Javier Reynoso-Campos<sup>2</sup>, Georgina Adriana Quiroz-Rocha<sup>3</sup> y Miguel Vásquez-Bolaños<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Entomología, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Ramón Padilla Sánchez # 2100, Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México, C. P. 45220; <sup>1</sup>jairo.uribe@alumnos.udg.mx, <sup>2</sup>jose.reynoso9416@alumnos.udg.mx, <sup>3</sup>georgina.quiroz@academicos.udg.mx, <sup>4</sup>Autor de correspondencia \*miguel.vasquez@academicos.udg.mx, ORCID 0000-0002-6494-5199

#### RESUMEN

Los ecosistemas urbanos son áreas sometidas a constantes cambios por las actividades humanas, caracterizados por heterogeneidad espacial y dinámica temporal, lo que se traduce en desorden y reducción de biodiversidad. La diversidad es menor en ecosistemas urbanos y agroecosistemas que en ecosistemas conservados, las zonas de transición llegan a ser altamente diversas debido a la complejidad de la vegetación y las oportunidades como nuevos ambientes. Las hormigas pueden adaptarse a los entornos urbanos, en su mayoría son generalistas, dominantes y con conducta agresiva; estos ambientes albergan un gran número de especies introducidas. Estos organismos han sido poco estudiados en ambientes urbanos a pesar de su importancia y las interacciones que presentan con otros organismos. Para conocer las especies de hormigas en los parques de la Zona Metropolitana de Guadalajara se seleccionaron 13 parques de la Agencia Metropolitana de Bosques Urbanos, se realizó una visita por parque entre febrero y julio de 2021, en cada uno se marcaron seis puntos, cada punto consto de cuatro cebos (dos con atún y dos con nuez) y se realizaron dos horas de colecta manual por la mañana, 9:00 a 11:00 am. El material se traslado al laboratorio donde se separó y determinó, se encuentra depositado en la Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara. Se elaboró una lista comentada con las 35 especies de hormigas encontradas, de las que se tienen 17,677 individuos; de las cuales 26 son especies nativas y nueve introducidas. Se encontraron ocho especies de hormigas compartidas en todos lo parques, tres especies fueron exclusivas en un sólo parque. El parque más diverso tiene 26 especies y los menos diversos fueron dos, con 17 especies cada uno. *Paratrechina longicornis* fue la especie más abundante, mientras que *Hypoponera opaciceps*, *Solenopsis subterranea* y *Strumigenys louisianae* fueron las especies menos abundantes con sólo un individuo cada una. *Myrmelachista skwarrae* es colectada por primera vez en ambientes urbanos.

**Palabras clave:** Hormigas, inventario, área urbana, occidente de México.

#### ABSTRACT

Urban ecosystems are areas subject to constant changes due to human activities, characterized by spatial heterogeneity and temporal dynamics, which translates into disorder and reduction of biodiversity. Diversity is lower in urban and agroecosystems than in conserved ecosystems, transition zones become highly diverse due to the complexity of vegetation and opportunities as a new environment. Ants can adapt to urban environments, they tend to be generalist, dominant and with aggressive behavior, these environments have a greater number of introduced species. These organisms have been little studied in urban environments despite their importance and interactions they have with other organisms. In order to know the species of ants in parks of the Guadalajara Metropolitan Zone, 13 parks of Agencia Metropolitana de Bosques Urbanos were selected, one visit was made to each park between February and July 2021. Six points were marked in each park, four baits were placed in each point (two with tuna and two with walnut) and two hours of manual collection were carried out in the morning, from 9:00 to 11:00 am. The material was taken to the laboratory where it was separated and determined and deposited in the Colección Entomológica of Cento de Estudios en Zoología of the Universidad de Guadalajara. An annotated checklist of the ant species found was prepared. 17,677 individuals belonging to 35 species were collected; of which 26 are native species and nine are introduced species. Eight species of ant were found in all the parks, three species were exclusive to only one park. The most diverse park had 26 species, and the least diversity were two parks, with 17 species each one. *Paratrechina longicornis* was the most abundant species, while *Hypoponera opaciceps*, *Solenopsis subterranea* and *Strumigenys louisianae* were the least abundant species with only one individual each one. *Myrmelachista skwarrae* is collected for the first time in urban environments.

**Key words:** Ants, inventory, urban area, occidental of México.

Un bosque urbano es considerado una comunidad biológica específica dentro del ecosistema urbano, un estrato con elementos naturales dentro de la ciudad como extensión y densidad que deben interactuar, con la mejor optimización

posible. Los bosques urbanos son vistos a diversas escalas y tamaños, por ejemplo, lineal, periferal y de parche, además de su influencia en el viento, temperatura, escorrentía y fauna (Márquez 1991; Rowntree 1984). Los ecosistemas

urbanos están sometidos a constantes cambios por las actividades humanas, caracterizados por heterogeneidad espacial y dinámica temporal, lo que se traduce en desorden y reducción de biodiversidad (De Souza *et al.* 2012). En áreas con vegetación prístina es posible ver mayor número de especies comparando con lotes baldíos, jardines urbanos o cultivos, esto a causa de la complejidad de la vegetación, aunque las zonas de transición o de borde son altamente diversas dada la oportunidad de nuevos hábitats (Rodríguez-de León *et al.* 2019; Uno *et al.* 2010). Los parques no sustituyen las condiciones de áreas naturales, pero son importantes para mantener la diversidad remanente, sólo que pocas especies persisten en ambientes urbanos en general, la riqueza local de especies tiende a declinar con el incremento de la urbanización (Arias-Aguilar *et al.* 2015). Las áreas urbanizadas, si bien tienen menor número de especies e interacciones, presentan una estabilidad estructural de las redes ya que proporcionan ambientes favorables para las especies de hormigas, brindando variedad nichos ecológicos que cubran las necesidades de estos insectos (de Oliveira Lima *et al.* 2024).

Aunque la ecología urbana comenzó en la década de los 60's fue hasta los 70's que tuvo auge, sin embargo, hasta 1990 se estableció como disciplina (McDonnell 2011). Esta disciplina comenzó por la necesidad de describir y documentar la distribución y la abundancia de las especies de plantas y animales en las ciudades. Hoy en día, se ha expandido para incluir aspectos socioeconómicos y el desarrollo urbanístico con el objetivo de inculcar a las personas sostenibilidad y educación ambiental dando herramientas para diseñar ciudades con principios ecológicos. El área urbana como ecosistema considera a los seres humanos como actores principales en la dinámica de este sistema, además de factores bióticos (especies no humanas) y abióticos. (McDonnell y MacGregor-Fors 2016; McPhearson *et al.* 2016). Los primeros estudios de ecología urbana para México se realizaron a inicios del año 1980 con un tema en particular e incluyendo uno o pocos grupos de organismos (Young 1982; Rapoport *et al.* 1983). A partir de 2008 aumentó la temática y el número de publicaciones, incluyendo: aves, invertebrados, vegetación urbana; así como reptiles, anfibios, mamíferos y hongos (MacGregor-Fors 2019).

Las hormigas son insectos himenópteros eusociales con gran diversidad, tanto funcional como taxonómica (Rojas-Fernández 2001). Capaces de incidir directa o indirectamente con las especies que interactúan, ya que son taxones clave en los ambientes terrestres, ejerciendo presión ecológica colectiva (Parker y Kronauer 2021). Además, en los ambientes terrestres son considerados de los insectos más exitosos, se han descrito 16,000 especies (AntWiki 2023). No hay duda de su abundancia, se estima de manera conservadora que hay  $20 \times 10^{15}$  hormigas, aunque se distribuyen de forma irregular en el planeta existe una concentración en los trópicos (Schultheiss *et al.* 2022). Todas las especies de hormigas está reunidas en la familia Formicidae, ubicada en el suborden Aculeata, dentro de Hymenoptera

(Borowiec *et al.* 2020). Esta familia consta de 20 subfamilias, cinco de ellas extintas, que incluyen 410 géneros, 289 con representantes vivos y 121 extintos (Bolton *et al.* 2006; Cover y Deyrup 2007; Rabeling *et al.* 2008; Vásquez-Bolaños 2015); y quizás representan la mitad de las especies de hormigas existentes (Cover y Fisher 2007). Se predice que pudieran ser 21, 847 especies en 574 géneros, si los mirmecólogos continúan trabajando en la misma forma, se habrán descrito todos los géneros de hormigas en 40 años y todas las especies se conocerán hacia el 2060 (Agosti y Johnson 2003). En México se han registrado 927 especies de hormigas, que pertenecen a 93 géneros y 11 subfamilias (Vásquez-Bolaños 2015).

Con presencia en todos los ecosistemas terrestres, excepto en los polos y los glaciares, se localizan en las selvas tropicales, bosques templados, zonas áridas y semiáridas, agroecosistemas y áreas urbanas (Jaffé 1993; Vásquez-Bolaños y Quiroz-Rocha 2013). La mayor riqueza y abundancia se concentra en los trópicos, se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altitud y se encuentran desde el subsuelo hasta las copas de los árboles, son habitantes del suelo por excelencia, aunque que la mayoría de las especies están en nidos subterráneos, en la hojarasca o en la madera en descomposición depositada sobre el suelo, algunas especies anidan en plantas o dentro de ellas (Rojas-Fernández 2001; Vásquez-Bolaños 2011).

La importancia de las hormigas está en el papel que tienen en los ecosistemas terrestres, son omnipresentes en los ambientes actuales, se consideran ingenieras del ecosistema, se utilizan como indicadores biológicos, mantienen interacciones positivas y negativas con plantas y diversos grupos zoológicos, controlan flujos de energía por defoliación, dispersan semillas, son alimento para otras especies, algunas hormigas son de importancia gastronómica y médica al producir reacciones alérgicas por su picadura o mordedura (Fernández 2003; Parker y Kronauer 2021). Los hábitos alimentarios que presentan son: carnívoras, omnívoras (en su mayoría), herbívoras; consumen semillas, hongos, secreciones de plantas (a través de insectos), depredan a gran variedad de animales (Richter y Economo 2023).

Las hormigas que logran adaptarse a entornos urbanos desempeñan importantes funciones biológicas, pues la urbanización da lugar a cambios en los hábitats naturales transformándolos en entornos en los que sólo algunas especies son capaces de existir (Conti González y Janda 2016). Las especies de hormigas que persisten en hábitats urbanos tienden a ser generalistas y oportunistas, dominantes y competitivas, además constan de grandes colonias y conducta agresiva (Carpintero *et al.* 2003). En hábitats urbanos, las hormigas siendo un grupo abundante son propensas a jugar un papel importante en barrido y limpieza de detritos humanos y residuos, por lo que la alteración las favorece; son potenciales prestadores de servicios ecosistémicos, pero se ven afectadas en el tiempo y espacio; las hormigas que logran establecerse son aquellas que tiene un rango de temperatura amplio y mayor tolerancias al calor (Chacón

de Ulloa 2003; Frankie y Ehler 1978; Perfecto y Philpott 2023). Donde la presencia de hormigas es escasa, la carroña y las heces pueden tener un proceso de descomposición lento y es más probable su acumulación. El éxito de las hormigas en las ciudades se explica por la variedad de recursos alimenticios que utilizan, la capacidad de anidar en suelos compactos y superficies con cobertura gris y una alta tolerancia al estrés por calor (Angilletta *et al.* 2007; Blüthgen y Feldhaar 2010; Dáttilo y MacGregor-Fors 2021).

En el estado de Jalisco poco se ha publicado sobre hormigas en áreas urbanas, y la mayoría de los trabajos que se tienen giran en torno a inventarios. En Puerto Vallarta Cupul-Magaña (2009) encontró 13 especies de hormigas en la zona urbana con el método de trampas adhesivas; para el Bosque Los Colomos Vásquez-Bolaños *et al.* (2019) encontraron 25 especies de hormigas, 3 de ellas introducidas, con trampas de caída. Carrillo-Rubio y Cupul-Magaña (2020) encontraron 10 especies de hormigas en el Centro Universitario de la Costa en Puerto Vallarta. En el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias en Zapopan se encontraron 39 especies por medio de colecta directa (Vásquez-Bolaños 2020).

Trabajos de la familia Formicidae en su mayoría se enfocan en ambientes naturales, descuidando las zonas urbanas formando así un hueco en el conocimiento a pesar de los servicios ambientales que brindan. El conocer qué especies de hormigas se encuentran en las zonas verdes urbanas puede proporcionar no sólo lo necesario para determinar el estado de conservación del área, sino también conocer la posible llegada de especies introducidas y/o invasoras como supuesta amenaza de la fauna nativa, además la información necesaria para la determinación de ciertas medidas correctoras para el mantenimiento del ecosistema nativo (Trigos-Peral 2015).

Por lo tanto, este inventario es esencial para conocer a mayor profundidad la diversidad de hormigas de la Zona Metropolitana de Guadalajara. El objetivo de este trabajo es conocer las especies de hormigas en los parques urbanos dentro de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se localiza en el centro del estado de Jalisco, a una altitud promedio de 1,540 m s.n.m., el clima es cálido subhúmedo con una temperatura media anual de 20.5°C (Conociendo Jalisco 2015). La ZMG es el tercer centro de mayor población en México, ya que cuenta con 5'268,642 habitantes y una extensión de 2,734 km<sup>2</sup>, formada por diez municipios: Acatlán de Juárez, El Salto, Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán, Tlajomulco de Zúñiga, San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan y Zapotlanejo (Censo de Población y Vivienda 2020).

El área de estudio comprendió 13 parques pertenecientes a la Agencia Metropolitana de Bosques Urbanos de la Zona Metropolitana de Guadalajara (AMBU): Bosque Los Colomos, Parque Natural Huentitán, Parque Agua Azul,

Parque Morelos, Parque Alcalde, Parque Ávila Camacho, Parque González Gallo, Parque de la Liberación, Parque Arboledas del Sur, Parque Metropolitano, Parque de la Solidaridad, Parque Montenegro y Bosque Urbano Tlaquepaque. La Agencia Metropolitana de Bosques Urbanos de la Zona Metropolitana de Guadalajara (antes llamada Red de Bosques Urbanos) fue diseñada para conservar, proteger y renovar de manera integral un conjunto de áreas verdes completamente gratuitas localizadas a lo largo y ancho de la capital de Jalisco para que funjan como amortiguadores medioambientales, detonadores de la convivencia ciudadana y de la apropiación de estilos de vida saludables. Estos parques están ubicados en los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, El Salto y Tonalá (Fig. 1) (Agencia Metropolitana de Bosques Urbanos S.F.).

Se colectó en 13 parques urbanos en la ZMG, de febrero a julio de 2021, se realizó una visita a cada uno de los parques. En cada parque se establecieron seis puntos al azar. En cada punto se empleó *colecta manual* y se colocaron cuatro trampas de cebo. La colecta manual fue utilizando pinzas entomológicas y se realizó durante dos horas buscando en el suelo, entre la vegetación, debajo de piedras y en troncos, entre las 9:00 y las 11:00 am; las trampas de cebo estuvieron activas durante dos horas en el sitio, dos de atún y dos de nuez, el atún en aceite y la nuez en trozos. En ambos métodos las hormigas fueron depositadas en frascos con alcohol al 70%, con la etiqueta respectiva. El material se transportó al Laboratorio de Entomología de la Universidad de Guadalajara; se separó con un microscopio estereoscópico ZEISS Stemi DV4, se determinó con claves para el grupo y por comparación con ejemplares de la Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara (CZUG). Las etiquetas que acompañan a cada ejemplar tienen la información de campo y taxonómica; la información de las etiquetas y el número de individuos se capturaron en una hoja de Excel y los ejemplares se depositaron en la Colección Entomológica de la Universidad de Guadalajara. Para la elaboración de la lista comentada se incluyó: especie, descriptor y año; biología y/o hábitos alimentarios, distribución general; número de ejemplares colectados, castas; lugar y mes de colecta.

## RESULTADOS

Se colectaron 17,677 individuos pertenecientes a 35 especies de hormigas, 21 géneros y cinco subfamilias. De las especies encontradas, 26 son nativas y nueve son introducidas. La subfamilia más diversa fue Myrmicinae con el 54.2% de la riqueza, seguida de Formicinae con el 22.9%, Dolichoderinae con el 14.3%, Pseudomyrmecinae con el 5.7% y finalmente Ponerinae con el 2.9% de la diversidad (Cuadro 1).

Ocho especies se encontraron en todos los parques: *Atta mexicana* (Smith, 1858), *Brachymyrmex patagonicus* Mayr, 1868), *Cardiocondyla emeryi* Forel, 1881), *Monomorium minimum* (Buckley, 1867), *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), *Pheidole* sp. 1, *Solenopsis geminata*

(Fabricius, 1804) y *Tetramorium simillimum* (Smith, 1851). En promedio se colectaron 20 especies por parque, el parque con más especies fue el Bosque Los Colomos con 26 especies, el 74% y también el más abundante con 3,145 individuos, que corresponde al 18%; los parques BUT y González Gallo tuvieron menos especies, 17 cada uno, 48%. *Paratrechina longicornis* fue la especie más abundante con 3,841 individuos colectados, 21.7%; seguida de *Solenopsis geminata* con 3,043 individuos colectados, 17.2%. En contraste *Hypoponera opaciceps*, *Solenopsis subterranea* y *Strumigenys louisianae* fueron las especies menos abundantes con un individuo cada una, 0.005%.

### Lista comentada de las hormigas en parques urbanos de la Zona Metropolitana de Guadalajara

#### Dolichoderinae Forel, 1878

*Dorymyrmex* Mayr, 1866

*Dorymyrmex insanus* (Buckley, 1866)

Es una especie monomórfica, anida en lugares abiertos o en sitios con poca cobertura vegetal. Su capacidad para prosperar en áreas cálidas, abiertas y secas le permite habitar en sitios perturbados. Su alimentación es variada ya que son depredadoras oportunistas y su dieta va desde líquidos procedentes de plantas hasta cadáveres de vertebrados; se distribuye desde Estados Unidos de América hasta Costa Rica (Fisher y Cover 2007). Se colectaron 546 obreras en los parques Metropolitano, Colomos, Montenegro, Natural Huentitán, Solidaridad, Arboledas del Sur, Ávila Camacho, Morelos, Alcalde, BUT, los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Forelius* Emery, 1888

*Forelius damiani* Guerrero y Fernández, 2008

Especie monomórfica, anida cerca de los bordes de los caminos y en la base de los pastos. Se distribuye desde Estados Unidos de América hasta Costa Rica (Longino 2009). Se colectaron un total de 76 obreras sólo en el parque De la Liberación en marzo de 2021.

*Linepithema* Mayr, 1866

*Linepithema dispertitum* (Forel, 1885)

Por lo general anidan en el suelo o en madera podrida, pero también se pueden encontrar anidando en otras situaciones, es una especie monomórfica. Se alimenta de néctar de distintas flores sin llegar a mostrar una actitud defensiva hacia la planta, ni mostrarse de forma agresiva en presencia de intrusos; se asocia con insectos de la familia Pseudococcidae, pero sólo se ha registrado en inflorescencias con brácteas marchitas (referencia). Se distribuye desde México hasta Panamá (Gutiérrez-Martínez 2013). Se colectaron 215 obreras en los parques Metropolitano, Colomos, González Gallo, Natural Huentitán, De la Liberación, Solidaridad, Arboledas del Sur, Ávila Camacho, Morelos, Alcalde, Agua Azul, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Tapinoma* Foerster, 1850

*Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793)

Especie monomórfica, los nidos se encuentran en el suelo, debajo de piedras, árboles caídos, corteza de árboles y en otras grietas y son reubicados constantemente ganándose el apodo de hormigas vagabundas. Se alimenta de néctar y sustancias dulces. Esta especie es invasora a nivel mundial y se cree que es de origen africano (Longino 2006a). Se colectaron 183 obreras en los parques Colomos, González Gallo, Natural Huentitán, De la Liberación, Arboledas del Sur, Ávila Camacho, Morelos, Alcalde, Agua Azul, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021. Especie introducida.

*Tapinoma ramulorum* Emery, 1896

Especie monomórfica, suele anidar en cavidades de plantas vivas o muertas. Se alimenta de néctar; se distribuye desde México hasta Costa Rica (Longino 2006b). Se colectaron 63 obreras y una reina, en los parques Metropolitano, Colomos, Montenegro, González Gallo, Natural Huentitán, De la Liberación, Solidaridad, Arboledas del Sur, Ávila Camacho, Morelos, Agua Azul, los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

#### Formicinae Latreille, 1802

*Anoplolepis* Santschi, 1914

*Anoplolepis gracilipes* (Smith, 1857)

Especie monomórfica. Invasora a nivel mundial, de origen asiático y se encuentra dentro de la lista de las 100 especies más invasoras del mundo de la IUCN, esto debido a que interactúa con pulgones y coccidios que dañan los cultivos, a pesar de estas relaciones simbióticas su dieta es generalista (Reimer *et al.* 1990). Se colectaron 532 obreras en los parques Metropolitano, Colomos, Montenegro, Natural Huentitán, Alcalde, BUT, Agua Azul, los meses de marzo, mayo y junio del 2021. Especie introducida.

*Brachymyrmex* Mayr, 1868

*Brachymyrmex heeri* Forel, 1874

Es una especie monomórfica. Suelen anidar debajo de rocas y otros objetos a nivel de suelo. Esta especie se alimenta de néctar; se distribuye desde México hasta Argentina (Fagundes *et al.* 2010). Se colectaron 18 obreras, fue colectada en los parques Arboledas del Sur, Agua Azul, BUT y Montenegro en los meses de marzo abril y junio del 2021.

*Brachymyrmex patagonicus* Mayr, 1868

Especie monomórfica, suele anidar en las cortezas de los árboles o en la base de las plantas, dentro de áreas urbanas es frecuente encontrarlas en jardinerías o dentro de la estructura de casas y edificios (Dash *et al.* 2005). En laboratorio las obreras preferían alimentos ricos en carbohidratos durante la primavera e invierno en cambio durante verano y otoño preferían alimentos ricos en proteínas lo que indica que su dieta es generalista, además es vector de la bacteria *Escherichia coli* (Keefer 2016). Se distribuye desde Esta-

dos Unidos de América hasta Chile y llega a algunos países de Asia, siendo especie invasora para los países asiáticos y Estados Unidos de América. Se colectaron 1,843 obreras, una reina y un macho, fue colectada en todos los parques, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Camponotus* Mayr, 1861

*Camponotus atriceps* (Smith, 1858)

Es una especie polimórfica, anidan en troncos de árboles vivos o muertos, su alimentación es generalista obtienen néctar de las flores y proteínas de otros artrópodos que cazan, son hospederas del hongo parásito *Ophiocordyceps camponoti-atricipis* Araujo, Evans & Hughes 2015 (Sobczak *et al.* 2017). Se distribuye desde Estados Unidos de América hasta Panamá. Se colectaron en total 24 individuos de las cuales uno es macho, dos son reinas, 11 son soldados y diez obreras, fueron colectadas en los parques Colomos, Montenegro, González Gallo, De la Liberación, Solidaridad, Arboledas del Sur, Ávila Camacho y Agua Azul, los meses de marzo, abril y junio del 2021.

*Camponotus maculatus* (Fabricius, 1782)

Especie dimórfica, anidan en troncos de árboles vivos o muertos, su alimentación es generalista obtienen néctar de las flores y proteínas de otros artrópodos que cazan (Dejean 1988). Es nativa en el continente africano, es introducida en América: México y Estados Unidos de América y el Sur de Europa. Se colectaron cuatro obreras y tres soldados en los parques Colomos, Montenegro, De la Liberación, Alcalde y Agua Azul, en los meses de marzo, mayo y junio del 2021. Especie introducida.

*Myrmelachista* Roger, 1863

*Myrmelachista skwarrae* Wheeler, 1934

Especie monomórfica de la cual se sabe relativamente poco, el material tipo fue colectado directo de su nido que se encontraba en una bromelia por lo que probablemente se alimente de néctar en ambientes naturales (Wheeler 1934). Se distribuye de México a Honduras. Se colectaron 41 obreras en los parques Ávila Camacho, Morelos, Alcalde y Agua Azul, en los meses de abril, mayo y junio del 2021.

*Nylanderia* Emery, 1906

*Nylanderia bruesii* (Wheeler, 1903)

Especie monomórfica de alimentación generalista, anida debajo de piedras o debajo de madera o en áreas sombreadas cerca del agua, incluso en ambientes áridos (Trager 1984). Se distribuye en Estados Unidos de América y en México. Se colectaron 24 obreras en los parques Colomos, Solidaridad, Ávila Camacho, BUT y Agua Azul, en los meses de marzo, abril y junio del 2021.

*Paratrechina* Motschoulsky, 1863

*Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802)

Especie monomórfica, dieta generalista, anida debajo de plantas, piedras o troncos y al ser parte de las hormigas

vagabundas mueven constantemente su nido, no es agresiva con otras hormigas, pero tiene nidos de muchos ejemplares superando varios miles de obreras (Sharaf *et al.* 2017). Esta especie es invasora a nivel mundial de origen asiático. Se colectaron en total 3,831 obreras, fue colectada en todos los parques, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021. Especie introducida.

**Myrmicinae Lepeletier de Saint-Fageau, 1835**

*Atta* Fabricius, 1804

*Atta mexicana* (Smith, 1858)

Especie polimórfica, anida a nivel de suelo y los nidos maduros pueden llegar a medir 6m de profundidad y 100m<sup>2</sup>. Se les conoce como hormigas cultivadoras de hongo, sin embargo, sólo las larvas son alimentadas con ese hongo, las obreras adultas se alimentan de la savia que secretan las hojas al cortarlas y muy pocas veces del propio hongo, el cual es cultivado en una cámara especial al centro del hormiguero. La reina al abandonar el nido madre lleva consigo un poco del micelio del hongo en su bolsillo infrabucal, al seleccionar el sitio de su agrado la reina excava un agujero en el suelo y durante las primeras semanas ella se encarga de las primeras larvas y del cultivo del hongo el cual es una mezcla del micelio con saliva y fluido fecal de la reina lo cual permite el cultivo de este hongo de tipo basidiomiceto (Márquez-Luna 1996). Se distribuye desde el sur de Estados Unidos de América hasta Honduras. Se colectaron en total 778 individuos de los cuales cuatro son reinas, cinco machos, 98 soldados y 671 obreras, fue colectada en todos los parques, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Cardiocondyla* Emery, 1869

*Cardiocondyla emeryi* Forel, 1881

Especie monomórfica, su dieta es generalista y es probablemente un depredador de insectos pequeños de cuerpo blando y casi seguro que se alimenta de los restos de los más grandes. Los alimentos sólidos rara vez se devuelven al nido y la transferencia de alimentos en la colonia implica principalmente alimentos líquidos regurgitados (Creighton y Snelling 1974). Esta especie es invasora a nivel mundial de origen africano. Se colectaron en total 347 obreras, fue colectada en todos los parques, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021. Especie introducida.

*Cardiocondyla wroughtonii* (Forel, 1890)

Especie monomórfica. Anida en huecos de ramas en descomposición y cavidades de plantas como tallos de hierba y se encuentra en áreas abiertas, pastizales y márgenes de bosques (Seifert 2003). Esta especie es invasora a nivel mundial de origen asiático. Se colectaron ocho obreras en dos parques, el Bosque Los Colomos y el parque Alcalde en los meses de marzo y mayo del 2021. Especie introducida.

*Crematogaster* Lund, 1831

*Crematogaster (Orthocrema) crinosa* Mayr, 1862

Es una especie monomórfica, los nidos pueden estar en ramas vivas o muertas, en pequeños nudos podridos o debajo de la corteza de los árboles. Tiene una dieta generalista (Longino 2003). Se distribuye desde Estados Unidos de América hasta Argentina. Se colectaron 119 obreras en los parques Metropolitano, Colomos, Montenegro, De la Liberación, Solidaridad, Ávila Camacho, Morelos, Alcalde y Agua Azul, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Crematogaster isolata* Buren, 1968

Es una especie monomórfica, los nidos pueden estar en ramas vivas o muertas, en pequeños nudos podridos o debajo de la corteza de los árboles. Tiene una dieta generalista (Mackay y Mackay 2002). Se distribuye en Estados Unidos de América y en México. Se colectaron 183 obreras, en los parques Metropolitano, Colomos, Montenegro, González Gallo, Natural Huentitán, De la Liberación, Solidaridad, Arboledas del Sur, Morelos, Alcalde, BUT, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Monomorium* Mayr, 1855

*Monomorium minimum* (Buckley, 1867)

Especie monomórfica, es la más común de este género, los nidos pueden estar a nivel de suelo o debajo de rocas, o en plantas vivas, también en ambientes urbanizados como casas o edificios abandonados. Son carroñeras por lo que su dieta principal consta de cadáveres, sin embargo, también pueden cazar pequeños artrópodos (DuBois 1986). Se distribuye desde Canadá hasta México. Se colectaron 2,107 individuos de los cuales cuatro son machos, 22 son reinas y 2,081 obreras, en todos los parques, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Pheidole* Westwood, 1839

*Pheidole gouldi* Forel, 1886

Especie dimórfica, se ha colectado en ambientes secos, matorrales y arbustos, además se cree que su dieta es generalista (Wilson 2003). Se distribuye desde el centro de México hasta Costa Rica. Se colectaron 144 individuos de esta especie de los cuales uno es macho, 48 soldados y 95 obreras, se encontró sólo en el Bosque Los Colomos, en el mes de marzo del 2021.

*Pheidole tepicana* Pergande, 1896

Especie trimórfica, suele encontrarse anidando bajo piedras y a nivel de suelo, dentro de un nido fue encontrado una cámara de semillas por lo que su alimentación puede ser granívora o generalista (Moody y Francke 1982). Se distribuye desde Estados Unidos de América hasta El Salvador. Se colectaron 512 individuos de los cuales 80 son soldados y 432 obreras, en los parques, Colomos, Montenegro, González Gallo, Natural Huentitán, De la Liberación, Solidaridad, Arboledas del Sur, Ávila Camacho, Morelos,

Alcalde y BUT, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Pheidole* sp. 1

Debido a la complejidad del género esta especie no pudo ser determinada, pero se sabe que pertenece al grupo *fallax* y que es una especie dimórfica. Se colectaron 1,129 individuos de los cuales uno es macho, una reina, 191 soldados y 936 obreras, en todos los parques, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Pheidole* sp. 2

Debido a la complejidad del género esta especie no pudo ser determinada, pero se sabe que pertenece al grupo *pilifera* y que es una especie dimórfica. Se colectaron 143 individuos de los cuales 25 son soldados y 143 obreras, en el parque Metropolitano, Colomos, Montenegro, González Gallo, Natural Huentitán, Solidaridad, Morelos, BUT y Agua Azul, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Pheidole* sp. 3

Se encontraron 45 individuos de los cuales cinco son soldados y 40 obreras, en el parque Metropolitano el mes de marzo del 2021.

*Pheidole* sp. 4

Debido a la complejidad del género esta especie no pudo ser determinada, pero se sabe que pertenece al grupo *fallax* y que es una especie polimórfica. Se encontraron 208 individuos de los cuales 50 son soldados y 158 son obreras, fueron colectadas en los parques Metropolitano, Colomos, Natural Huentitán, Arboledas del Sur, Ávila Camacho, Alcalde, BUT y Agua Azul, en los meses de marzo, abril, mayo y junio del 2021.

*Pogonomyrmex* Mayr, 1868

*Pogonomyrmex barbatus* (Smith, 1858)

Es una especie monomórfica, sus nidos están a nivel de suelo entre rocas, se alimenta de semillas y de carroña dando preferencia a esta (Cortes-Reyna 2021). Se distribuye en Estados Unidos de América y en México. Se colectaron 153 obreras en los parques Metropolitano, Colomos, Montenegro, Natural Huentitán, Solidaridad, Arboledas del Sur y BUT en los meses de marzo, abril y junio del 2021.

*Solenopsis* Westwood, 1840

*Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804)

Especie polimórfica, suele anidar en campos abiertos o claros soleados raramente en troncos muertos, agresiva contra invasores y de alimentación es generalista (Creighton 1930). Esta especie es invasora a nivel mundial de origen americano. Se colectaron en total 3,043 individuos de los cuales 31 son machos, 14 reinas, 172 soldados y 2826 obreras, en todos los parques, en los meses de marzo, abril, mayo, junio del 2021.

*Solenopsis subterranea* Mackay y Vinson, 1989

Se ha colectado en zonas con pastos y maleza dentro de bosques (Hill 2015), frecuentemente colectada en trampas de cebo con salchicha por lo que su dieta puede ser generalista o carnívora (Mackay y Vinson 1989). Se distribuye desde Estados Unidos de América hasta Venezuela. Se colectó una obrera en el Parque Morelos en el mes de mayo del 2021.

*Solenopsis zeteki* Wheeler, 1942

Nidos al nivel de suelo, frecuentemente colectada en trampas de cebo con salchicha por lo que su dieta puede ser generalista o carnívora (Wheeler 1942). Se distribuye de México hasta Colombia. Se colectaron en total 13 obreras en cuatro parques que fueron Bosque Los Colomos, González Gallo, Solidaridad y Agua Azul, en los meses marzo, abril y junio del 2021.

*Strumigenys* Smith, 1860

*Strumigenys louisianae* Roger, 1863

Especie monomórfica que es depredadora de artrópodos del suelo (Wetterer 2014). Se distribuye de Estados Unidos de América hasta Argentina. Se colectó una obrera en el parque Morelos en el mes de mayo del 2021.

*Tetramorium* Mayr, 1855

*Tetramorium lanuginosum* Mayr, 1870

Especie monomórfica que anida a nivel de suelo debajo de piedras (Sharaf *et al.* 2018). Esta especie es invasora a nivel mundial, de origen asiático. Se colectaron 15 obreras en el Parque Agua Azul, en el mes de junio de 2021. Especie introducida.

*Tetramorium simillimum* (Smith, 1851)

Especie monomórfica que anida a nivel de suelo debajo de piedras o en áreas abiertas cerca de edificios (Deyrup *et al.* 2000). Esta especie es invasora a nivel mundial, origen africano. Se colectaron 1,229 obreras y 12 reinas, en todos los parques, en los meses marzo, abril, mayo, junio del 2021. Especie introducida.

**Ponerinae Lepelletier de Saint-Fargeau, 1835**

*Hypoponera* Santschi, 1938

*Hypoponera opaciceps* (Mayr, 1887)

Una especie críptica que busca alimento en el moho de las hojas. Con frecuencia se encuentran anidando en madera en descomposición. Es una rápida colonizadora de áreas perturbadas como céspedes y zanjas (Smith 1929). Se distribuye desde Carolina del Sur a través de Florida, al oeste de Colorado siendo especie invasora para Estados Unidos de América, América Central y del Sur (hasta el sur de Uruguay), Indias Occidentales, Sudeste Asiático y Polinesia. Se colectó una obrera en el Parque Ávila Camacho en abril del 2021. Especie introducida.

**Pseudomyrmecinae Smith, 1952**

*Pseudomyrmex* Lund, 1831

*Pseudomyrmex gracilis* (Fabricius, 1804)

Especie monomórfica, suele anidar en ramas muertas de plantas, llegando incluso a desarrollar relaciones simbióticas hormiga-planta (Ward 1993), la planta proporciona alimento y refugio y la hormiga proporciona protección contra herbívoros. Esta especie se distribuye desde Estados Unidos de América (donde es especie invasora), pasando por centro América y hasta llegar a Argentina. Se colectaron 55 obreras, en los parques Metropolitano, Montenegro, González Gallo, Natural Huentitán, De la Liberación, Solidaridad, Ávila Camacho, Morelos y Alcalde, en los meses de marzo, abril, mayo del 2021.

*Pseudomyrmex pallidus* (Smith, 1855)

Esta especie es monomórfica y suele anidar en ramitas o ramas muertas de plantas y a diferencia de *P. gracilis* es más oportunista al momento de seleccionar nido, se alimenta de plantas (Ward 1985). Esta especie se distribuye desde el sur de Estados Unidos de América hasta el sur de Costa Rica. Se colectaron diez individuos: nueve obreras y una reina, fue colectada en los parques Metropolitano, Colomos, Solidaridad, Ávila Camacho, Morelos y Alcalde, en los meses de marzo, abril, mayo del 2021.

**DISCUSIÓN**

Entre los estudios sobre mirmecofauna en parques urbanos está Ruiz-Heras *et al.* (2011), en Madrid, donde colectaron 37 especies de las cuales una era introducida, mientras que en este proyecto se encontraron 35 especies, nueve de las cuales son introducidas. Vásquez-Bolaños *et al.* (2019) registran 25 especies en el Bosque Los Colomos, tres especies de esas especies son introducidas: *Paratrechina longicornis*, *Cardiocondyla emeryi* y *Anoplolepis gracilipes*. Mientras que en nuestro estudio se colectaron 26 especies de las cuales siete son introducidas.

En la revisión de Wetterer (2008), descubrió que *Paratrechina longicornis* está presente prácticamente a nivel mundial, esta especie se encontró en todos los parques. Los hábitats donde es más frecuente *P. longicornis* son los ambientes altamente urbanizados y las zonas costeras. Otros motivos por los que esta especie se distribuye tan ampliamente es el gran tamaño de sus colonias, que las mueven constantemente y que pueden existir varias reinas activas al mismo tiempo (Fontenla y Matienzo 2011).

Wheeler (1934) describió *Myrmelachista skwarrae* a partir de varias colonias colectadas por la Dra. Skwarra encontradas en dos especies del género *Tillandsia*. A partir de la descripción esta especie ha sido poco colectada y siempre en ambientes conservados. Sin embargo, se colectó en cuatro parques (Agua Azul, Alcalde, Ávila Camacho y Morelos), estos tres parques están en la zona centro de la ZMG por lo que reciben más visitantes que los otros parques, lo que significa que su grado de perturbación es alto.

Los tres parques más cercanos entre sí y localizados en el centro de la ZMG (Morelos, Alcalde y Agua Azul) comparten doce especies (cuatro más que el promedio de especies compartidas en todos los parques). El gran número de especies compartidas puede deberse a la proximidad entre éstos, ya que es más sencillo para las reinas buscar un nuevo refugio cercano después del vuelo nupcial lo que reduce el riesgo de muerte y permite la fundación de nuevas colonias.

La subfamilia Myrmicinae es la más abundante y diversa con 10,193 ejemplares que pertenecen a 19 especies. La especie más abundante fue *Paratrechina longicornis* con 3,841 individuos lo que representa el 21.7% de la abundancia total. *Hypoponera opaciceps*, *Solenopsis subterranea* y *Strumigenys louisianae* fueron las especies más raras con sólo un individuo representando el 0.005% del total, cada una. *Myrmelachista skwarrae* es reportada por primera vez en ambientes urbanos.

El parque con más especies fue Bosque Los Colomos, con 26 especies que es el 77% de la diversidad total. Mientras que el Parque Morelos tuvo 21 especies totales y dos exclusivas. Especies de hormigas con nidos errantes, nidos grandes, dietas generalistas y con varias reinas activas a la vez tienen un mayor potencial para ser especies introducidas. Es esencial conocer más a fondo la diversidad y distribución, además de estudiar el papel de las hormigas dentro de un ambiente urbano y si su comportamiento es igual o no a un ambiente natural. Se debe dar seguimiento a la presencia de las hormigas en parques urbanos con más proyectos que evalúen distintos aspectos de estos refugios verdes dentro de la urbe de la ciudad.

#### AGRADECIMENTOS

Al personal administrativo y de mantenimiento de los 13 parques de la Agencia Metropolitana de Bosques Urbanos: Bosque Los Colomos, Parque Natural Huentitán, Parque Agua Azul, Parque Morelos, Parque Alcalde, Parque Ávila Camacho, Parque González Gallo, Parque de la Liberación, Parque Arboledas del Sur, Parque Metropolitano, Parque de la Solidaridad, Parque Montenegro y Bosque Urbano Tlaquepaque por las facilidades y el apoyo para el trabajo de campo. Y en especial a la Bióloga Karina Aguilar Vizcaíno (Gerencia de Conservación y Mejoramiento al Ecosistema), por otorgar los permisos para ingresar y coleccionar en los parques.

Este trabajo se dedica a la Dra. Gabriela Castaño Meneeses dada su trayectoria académica y un merecido reconocimiento como persona, debido a la influencia que ha tenido en el estudio de las hormigas a nivel nacional.

#### LITERATURA CITADA

Agencia Metropolitana de Bosques Urbanos. S.F. Una agencia para todos. Agencia metropolitana de bosques urbanos. <https://bosquesurbanos.mx/agencia>. Fecha de consulta 15 de junio de 2021.

- Agosti, D. y N.F. Johnson. 2003. La nueva taxonomía de hormigas. (pp. 45-48). In: Fernández, F. (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Angilletta, M.J., R.S. Wilson, A.C. Niehaus, M.W. Sears, C.A. Navas y P.L. Ribeiro. 2007. Urban Physiology: city ants possess high heat tolerance. *PLoS ONE*, 2(2): e258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000258>
- AntWiki. 2023. [https://antwiki.org/wiki/Welcome\\_to\\_AntWiki](https://antwiki.org/wiki/Welcome_to_AntWiki). [https://antwiki.org/wiki/Diversity\\_by\\_Taxonomic\\_Group](https://antwiki.org/wiki/Diversity_by_Taxonomic_Group). Fecha de consulta 15 de febrero de 2023.
- Arias-Aguilar, A., E. Chacón-Madrugal y B. Rodríguez-Herrera. 2015. El uso de los parques urbanos con vegetación por murciélagos insectívoros en San José, Costa Rica. *Mastozoología Neotropical*, 22(2): 229-237.
- Blüthgen, N. y H. Feldhaar. 2010. Food and Shelter: How Resources Influence Ant Ecology. (pp. 115-136). In: Lach, L., C. Parr and K. Abbott (Eds.). *Ant ecology*. Oxford University Press, New York.
- Bolton, B., G. Alpert, P.S. Ward y P. Naskrecki. 2006. *Bolton's catalogue of ants of the world: 1758-2005*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. CD.
- Borowiec, M. L., C.S. Moreau, C. S. y C. Rabeling. 2021. Ants: phylogeny and classification. *Encyclopedia of social insects*: 52-69.
- Carpintero, S., J. Reyes-Lopez y L. Arias de Reyna. 2003. Impact of human dwellings on the distribution of the exotic Argentine ant: a case study in the Donana National Park, Spain. *Biological Conservation*, 115: 279-289.
- Carrillo-Rubio, G. y F.G. Cupul-Magaña. 2020. Hormigas del suelo Hymenoptera: Formicidae) de las áreas grises y verdes del Centro Universitario de la Costa, Jalisco, México. *Boletín de la SEA*, 66: 267-269.
- Censo de Población y Vivienda. 2020. Panorama sociodemográfico de Jalisco: Censo de Población y Vivienda 2020: CPV / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2021. 277 p.
- Chacón de Ulloa, P. 2003. Hormigas Urbanas. (pp. 351-362). In: Fernández, F. (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Conociendo Jalisco. 2015. Conociendo Jalisco 2015: CPV / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI. 35 p.
- Conti González, E.A. y M. Janda. 2016. Hormigas en ambientes urbanos. *Jóvenes en la Ciencia*, 2(1): 294-298.
- Cortes-Reyna, E. J. 2021. ¿Semillas o carroña, qué prefiere *Pogonomyrmex barbatus* (Hymenoptera: Formicidae) en una zona semiárida intertropical? Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- Cover, S.P. y M. Deyrup. 2007. A new ant genus from the southwestern United States. (pp. 89-99). In: Snelling,

- R.R., B.L. Fisher y P.S. Ward (Eds.). *Advances in the ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson-50 years of contributions*. Memoirs of the American Entomological Institute, 80 American Entomological Institute, Gainesville, Florida.
- Cover, S. y B.L. Fisher. 2007. A new species of *Crematogaster* from the pinelands of the southeastern United States. (pp.100-112). In: Snelling, R.R., B.L. Fisher y P.S. Ward (Eds.). *Advances in the ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson-50 years of contributions*. Memoirs of the American Entomological Institute, 80 American Entomological Institute, Gainesville, Florida.
- Creighton, W.S. 1930. The New World species of the genus *Solenopsis* (Hymenop. Formicidae). *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 66: 39-151.
- Creighton, W.S. y R.R. Snelling. 1974. Notes on the behavior of three species of *Cardiocondyla* in the United States (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the New York Entomological Society*, 82: 82-92.
- Cupul-Magaña, F.G. 2009. Diversidad y abundancia de hormigas (Formicidae) en las viviendas de puerto Vallarta, Jalisco, México. *Ecología Aplicada*, 8(1-2): 115-117.
- Dash, S.T., L.M. Hooper-Bùi y M.A. Seymour. 2005. *The Pest Ants of Louisiana: A Guide to Their Identification, Biology and Control*. Louisiana State University Agricultural Center Communications, Baton Rouge. 24 pp.
- Dáttilo, W. y I. MacGregor-Fors. 2021. Ant social foraging strategies along a Neotropical gradient of urbanization. *Scientific Reports*, 11: 6119. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85538-2>
- Dejean, A. 1988. Prey capture by *Camponotus maculatus* (Formicidae-Formicinae). *Biology of Behavioral*, 13: 97-115.
- de Oliveira Lima, S.R., E. C. de Oliveira Sá, P.N. Morais, T.G.M. Silva, W. Dáttilo y W.S. de Araújo. 2024. Ant-plant networks exhibit distinct species diversity but similar organization in urban and wild areas of neotropical savannas. *Urban Ecosystems*, 1-11.
- De Souza, D.R., S.G. dos Santos, C.de B. Munhae y M.S. de C. Morini. 2012. Diversity of epigeal ants (Hymenoptera: Formicidae) in urban areas of Alto Tietê. *Sociobiology*, 59 (3): 703-717.
- Deyrup, M., L. Davis y S. Cover. 2000. Exotic ants in Florida. *Transactions of the American Entomological Society*, 126: 293-325.
- DuBois, M.B. 1986. A revision of the native New World species of the ant genus *Monomorium* (minimum group) (Hymenoptera: Formicidae). *University of Kansas Science Bulletin*, 53(2): 65-119.
- Fagundes, R., G. Terra, S.R. Ribeiro, J.D. Majer. 2010. The bamboo *Merostachys fischeriana* (Bambusoideae: Bambuseae) as a canopy habitat for ants of Neotropical Montane Forest. *Neotropical Entomology*, 39(6): 906-911.
- Fernández, F. 2003. Hormigas Urbanas. (pp. 351-362). In: Fernández, F. (Ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Fisher, B.L. y S.P. Cover. 2007. *Ants of North America: a guide to the genera*. University of California Press, Berkeley.
- Fontenla, J.L. e Y. Matienzo. 2011. Hormigas invasoras y vagabundas de Cuba. *Fitosanidad*, 15(4): 253-259.
- Frankie, G.W. y L.E. Ehler. 1978. Ecology of insects in urban environments. *Annual Review of Entomology*, 23: 367-387.
- Gutiérrez-Martínez, P.R. 2013. Actividad de la hormiga *Linepithema dispertitum* (Hymenoptera: Formicidae) a lo largo del día y en diferentes estados de inflorescencia de *Heliconia rostrata* (Heliconiaceae). *UNED Research Journal /Cuadernos de Investigación UNED*, 5(1): 57-61.
- Hill, J.G. 2015. Ants (Hymenoptera: Formicidae) of the Big Thicket Region of Texas. *Midsouth Entomologist*, 8: 24-34.
- Jaffé, K. 1993. *Mundo de las Hormigas*. Equinoccio, Ediciones de la Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- Keefer, T.C. 2016. Biology, Diet Preferences, and Control of the Dark Rover Ant *Brachymyrmex patagonicus* (Hymenoptera: Formicidae) in Texas. A & M University. Disponible electrónicamente en <https://hdl.handle.net/1969.1/157072>. Fecha de consulta 15 de junio de 2021.
- Longino, J.T. 2003. The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. *Zootaxa*, 151: 1-150.
- Longino, J.T. 2006a. *Tapinoma melanocephalum*. Ants biology. <https://ants.biology.utah.edu/genera/tapinoma/species/melanocephalum/melanocephalum.html>. Fecha de consulta 23 de febrero de 2023.
- Longino, J.T. 2006b. *Tapinoma ramulorum*. Ants biology. <https://ants.biology.utah.edu/genera/tapinoma/species/ramulorum/ramulorum.html>. Fecha de consulta 23 de febrero de 2023.
- Longino, J.T. 2009. *Forelius damiani*. Ants biology. <https://ants.biology.utah.edu/genera/forelius/species/damiani/damiani.html>. Fecha de consulta 23 de febrero de 2023.
- MacGregor-Fors, I. 2019. De mitos a hitos urbanos: ¿Cómo hacer ecología en selvas de asfalto? (pp. 19-38). In: Zuria, I., A.M. Olvera-Ramírez y P. Ramírez-Bastida (Eds.). *Manual de Técnicas para el estudio de Fauna Nativa en Ambientes Urbanos*. REFAMA/UAQ, Santiago de Querétaro, Querétaro.
- Mackay, W.P. and E.E. Mackay. 2002. *The ants of New Mexico (Hymenoptera: Formicidae)*. The Edwin Mellen Press, New York.
- Mackay, W.P. y S.B. Vinson. 1989. Two new ants of the genus *Solenopsis* (*Diplorhoptrum*) from eastern Texas (Hymenoptera: Formicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 91: 175-178.

- Márquez, F. 1991. Bosque Urbano. Otro modo de entender el arbolado de la ciudad y su paisaje. *Conceptos Universidad Mayor de San Andrés*, 496(2): 121-137.
- Márquez-Luna, J. 1996. Las hormigas “arrieras”, *Atta* spp. (Hymenoptera; Formicidae) de México. *Dugesiana*, 3(1): 33-45.
- McDonnell, M.J. 2011. The history of urban Ecology: an ecologist’s perspective. (pp. 5-13). In: Niemelä, J., J.H. Breuste, T. Elmqvist, G. Guntenspergen, P. James y N.E. McIntyre (Eds.). *Urban Ecology: Patterns, Processes and Applications*. Oxford University Press, Oxford.
- McDonnell, M.J. y I. MacGregor-Fors. 2016. The Ecological Future of the Cities. *Science*, 352: 936-938.
- McPhearson, T., S.T.A. Pickett, N.B. Grimm, J. Niemelä, M. Alberti, T. Elmqvist, C. Weber, D. Haase, J. Breuste y S. Qureshi. 2016. Advancing urban ecology toward a science of cities. *BioScience*, 66(3): 198-212.
- Moody, J.V. y O. Francke. 1982. The ants (Hymenoptera, Formicidae) of western Texas, Part 1: Subfamily Myrmicinae. *Graduate Student Association at the Texas Tech University*, 27, 1–80.
- Parker, J. y D.J. Kronauer. 2021. How ants shape biodiversity. *Current Biology*, 31(19): R1208-R1214.
- Perfecto, I. y S.M. Philpott. 2023. Ants (Hymenoptera: Formicidae) and ecosystem functions and services in urban areas: a reflection on a diverse literature. *Myrmecological News*, 33: 103-122.
- Rabeling, C., J.M. Brown y M. Verhaagh. 2008. Newly discovered sister lineage sheds light on early ant evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (39): 14913-14917.
- Rapoport, E.H., M.E. Díaz-Betancourt y I.R. López-Moreno. 1983. *Aspectos de la ecología urbana en la Ciudad de México: flora de las calles y baldíos*. Limusa, México.
- Reimer, N.J., J.W. Beardsley y G. Jahn. 1990. *Pest ants in the Hawaiian Islands. Applied myrmecology*. Westview, Boulder, Colorado, USA.
- Richter, A. y E.P. Economo. 2023. The feeding apparatus of ants: an overview of structure and function. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 378(1891): 20220556.
- Rodríguez-de León, I.R., C.S. Venegas-Barrera, M. Vásquez-Bolaños y J.V. Horta-Vega. 2019. Estructura de la comunidad de Formicidae (Hymenoptera) en dos agroecosistemas con diferente grado de perturbación. *Agrociencia*, 53(2): 285-301.
- Rowntree, R.A. 1984. Ecology of the urban forest—Introduction to Part I. *Urban Ecology*, 8(1-2): 1-11.
- Ruiz-Heras, P., M.D. Martínez-Ibáñez, F.J. Cabrero-Sañudo y M.A. Vázquez-Martínez. 2011. Primeros datos de Formicidos (Hymenoptera, Formicidae) en parques urbanos de Madrid. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 35(1): 93-112.
- Seifert, B. 2003. The ant genus *Cardiocondyla* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae)-a taxonomic revision of the *C. elegans*, *C. bulgarica*, *C. batesii*, *C. nuda*, *C. shuckardi*, *C. stambuloffii*, *C. wroughtonii*, *C. emeryi*, and *C. minutior* species groups. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien Serie B Botanik und Zoologie*, 104: 203-338.
- Sharaf, M.R., B.L. Fisher, C.A. Collingwood y A.S. Aldawood. 2017. Ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of the Socotra Archipelago (Yemen): zoogeography, distribution and description of a new species. *Journal of Natural History*, 51: 317–378. DOI 10.1080/00222933.2016.1271157.
- Sharaf, M.R., B.L. Fisher, H.M. Al Dhafer, A. Polaszek y A.S. Aldawood. 2018. Additions to the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of Oman: an updated list, new records and a description of two new species. *Asian Myrmecology*, 9: e010004, 1-38. DOI 10.20362/am.010004
- Smith, M.R. 1929. Descriptions of five new North American ants, with biological notes. *Annals of the Entomological Society of America*, 22: 543-551.
- Sobczak, J.F., L.F.A. Costa, J. Carvalho, G. Salgado-Neto, J. Moura-Sobczak y Y.F. Messas. 2017. The zombie ants parasitized by the fungi *Ophiocordyceps camponotiaticripis* (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae): new occurrence and natural history. *Micosfera*, 8: 1261-1266. doi: 10.5943/micosfera/8/9/1
- Schultheiss, P., S.S. Nooten, R. Wang, M.K. Wong, F. Brasard y B. Guénard. 2022. The abundance, biomass, and distribution of ants on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(40): e2201550119.
- Trager, J.C. 1984. A revision of the genus *Paratrechina* (Hymenoptera: Formicidae) of the continental United States. *Sociobiology*, 9: 49-162.
- Trigos-Peral, G. 2015. *Papel de las zonas verdes urbanas en las estrategias globales de conservación usando las hormigas como bioindicadores*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, España.
- Uno, S., J. Cotton y S.M. Philpott. 2010. Diversity, abundance, and species composition of ants in urban green spaces. *Urban Ecosystems*, 13: 425-441.
- Vásquez-Bolaños, M. 2011. Lista de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para México. *Dugesiana*, 18(1): 93-133.
- Vásquez-Bolaños, M. 2015. Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos en Ecología y Sistemática*, 10: 1-53.
- Vásquez-Bolaños, M. 2020. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) Presentes en el CUCBA, Zapopan, Jalisco, México. *e-CUCBA*, 14(7): 48-54.
- Vásquez-Bolaños, M., A.L. González-Hernández y G.A. Quiroz-Rocha. 2019. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Digital Ciencia@UAQRO*, 12(2): 23–27.
- Vásquez-Bolaños, M. y G.A. Quiroz-Rocha. 2013. Introducción. (pp. 7-22). In: Vásquez-Bolaños, M., G. Castaño-Meneses, A. Cisneros-Caballero, G.A. Quiroz-Rocha y J.L. Navarrete-Heredia (Eds.). *Formicidae de*

México. Orgánica Editores, Guadalajara, México.

- Ward, P.S. 1985. The Nearctic species of the genus *Pseudomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Quaestiones Entomologicae*, 21: 209-246.
- Ward, P.S. 1993. Systematic studies on *Pseudomyrmex* acacia-ants (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae). *Journal of Hymenoptera Research*, 2: 117-168.
- Wetterer, J.K. 2008. Worldwide spread of the crazy ant, *Paratrechina longicornis* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 11: 137-149.
- Wetterer, J.K. 2014. Geographic distribution of *Strumigenys louisianae* (Hymenoptera: Formicidae). *Terrestrial Arthropod Reviews*, 7 (2-4): 159-170.
- Wheeler, W.M. 1934. Neotropical ants collected by Dr. Elisabeth Skwarra and others. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 77: 157-240.
- Wheeler, W.M. 1942. Studies of Neotropical ant-plants and their ants. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 90: 1-262.
- Wilson, E.O. 2003. *Pheidole in the New World: A Dominant, Hyperdiverse Genus*. Harvard University Press, Cambridge.
- Young, A.M. 1982. Notes on the Interaction of the Skipper Butterfly *Calpodus ethlius* (Lepidoptera: Hesperidae) with its Larval Host Plant *Canna edulis* (Cannaceae) in Mazatlan, State of Sinaloa, Mexico. *Journal of the New York Entomological Society*, 90: 99-114.

Reibido: 24 de abril 2024

Aceptado: 13 de junio 2024

Cuadro 1. Número de individuos, especies y géneros por subfamilia.

Subfamilia	Géneros	Especies	Individuos
Myrmicinae	9	19	10,193
Formicinae	6	8	6,334
Dolichoderinae	4	5	1,084
Pseudomyrmecinae	1	2	65
Ponerinae	1	1	1
Total	21	35	17,677

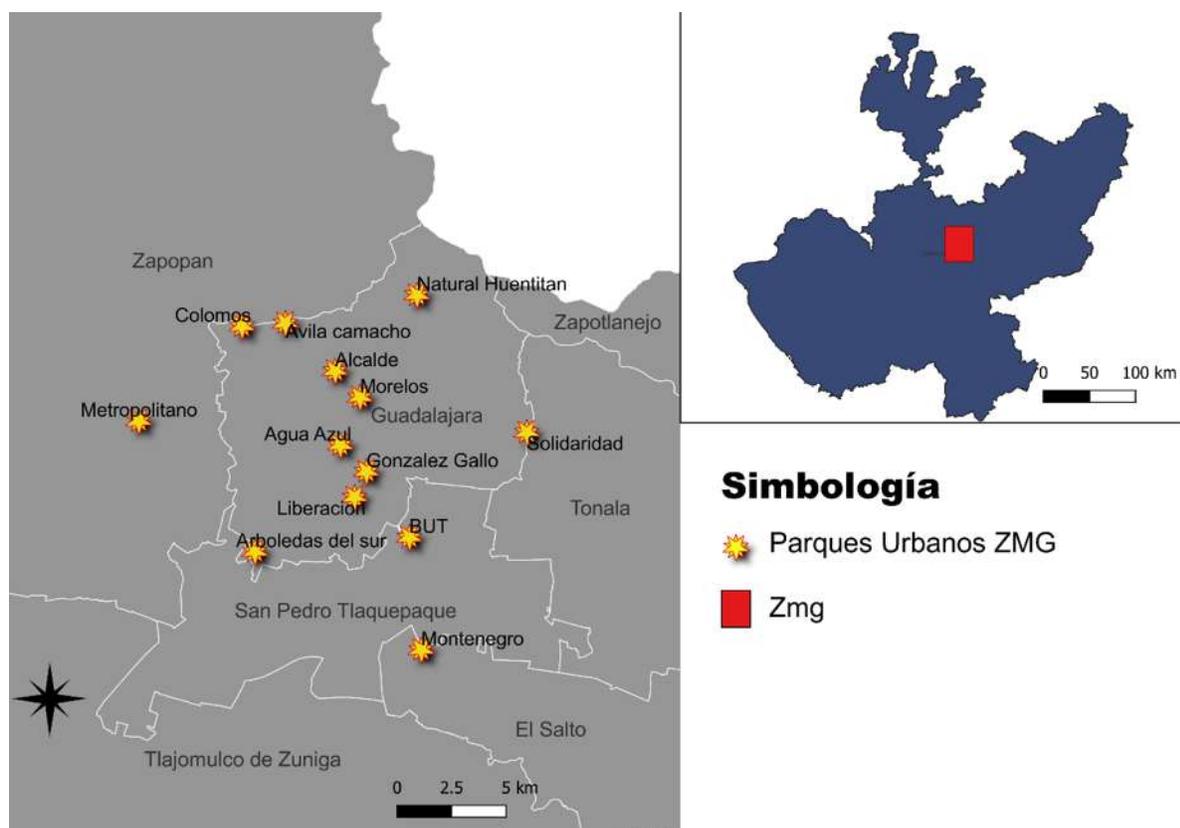


Figura 1. Localización de los 13 parques muestreados de la AMBU, en la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco.

## La crisis de la diversidad de insectos en México

### The insect diversity crisis in Mexico

Juan Márquez<sup>1\*</sup>, Julieta Asiain<sup>1</sup> y María Razo-González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Sistemática Animal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. <sup>2</sup>Colección Nacional de Insectos, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, 04510, Ciudad de México. E-mails: marquezorum@gmail.com\*, asiainae@gmail.com, maria\_razo@hotmail.com. ORCID: 0000-0001-5423-3545, 0000-0002-7958-4779, 0000-0002-5088-9472

#### RESUMEN

En este escrito se aborda el problema de la pérdida de la diversidad de insectos en el mundo y en México, con la finalidad de hacerlo evidente y conocer las consecuencias que pueden derivarse de esta situación, así como las causas principales que la provocan, con ejemplos concretos basados en experiencias personales. Finalmente, se aportan algunas sugerencias que podrían ayudar a reducir esta problemática, varias de ellas se derivan de las referencias consultadas y otras más se proponen por primera vez.

**Palabras clave:** conservación, especies, extinción, hexápodos.

#### ABSTRACT

This paper addresses the problem of the loss of insect diversity in the world and Mexico, to make it evident and know the consequences that may arise from this situation, as well as the main causes that cause it, with specific examples based on personal experiences. Finally, some suggestions are provided that could help reduce this problem, several of them are derived from the references consulted and others are proposed for the first time.

**Keywords:** conservation, species, extinction, hexapods.

Los insectos integran el grupo de seres vivos con la mayor diversidad conocida, ya que superan el millón de especies (Janicki et al. 2022, Zhang 2011). No hay ningún otro grupo biológico que se compare con dicha riqueza, ni con lo importante que son en la existencia de la vida en nuestro planeta (van der Sluijs 2020).

A lo largo de la historia de la humanidad, los insectos han sido un tanto repulsivos o desagradables, ya que su conocimiento e interacción con las personas se limita a aquellas especies asociadas a las actividades humanas, como las moscas domésticas, las cucarachas o los mosquitos (Salazar-Buenaño y Donoso 2019). Pero estos insectos, aunque muy abundantes en algunos lugares, son una minoría de la gran diversidad que ellos poseen. En cambio, la mayoría de los insectos son benéficos para el ser humano y la naturaleza (Angulo 2023, Salazar-Buenaño y Donoso 2019, Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019). Es por eso que hay preocupación en la comunidad científica por la pérdida de la diversidad de insectos en el mundo.

El objetivo de este trabajo es abordar de manera muy general la importancia de los insectos para el ser humano y para la naturaleza, con la finalidad de tener una idea más clara y completa sobre su relevancia en este mundo, lo que a su vez puede mejorar la percepción que se tiene sobre el problema de la pérdida de la diversidad de insectos, tanto a nivel nacional, como internacional, con algunos ejemplos basados en experiencias personales. Finalmente, se comen-

tarán algunas de las causas de esta pérdida de diversidad de insectos y las posibles alternativas que podrían seguirse para mitigar dicho problema.

#### DIVERSIDAD DE INSECTOS

La gran cantidad de especies conocidas de insectos tiene varias implicaciones que pueden afectar su conservación. La primera de ellas es que aún en la actualidad y después de más de 20 siglos contados a partir del cristianismo, se siguen descubriendo y describiendo nuevas especies de insectos (van der Sluijs 2020), por lo que una de las preguntas más difíciles de resolver es ¿cuántas especies de insectos existen en el mundo? De acuerdo con Zhang (2011), existen 1,020,007 especies de insectos, que equivalen a casi el 66% de todos los grupos de animales. Sin embargo, algunos estudios pronostican la posible existencia de hasta 5.5 millones de especies (Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019, van der Sluijs 2020). Esto quiere decir que aún quedan muchísimas especies de insectos por descubrirse, lo que a su vez implica que nuestro conocimiento sobre ellos es bastante limitado.

La importancia de cualquier ser vivo puede valorarse a partir del conocimiento que se tenga sobre él, por ejemplo, conocer su ciclo de vida, sus interacciones ecológicas, su historia evolutiva, etc. (Simonetti y Simonetti-Grez 2022). La alta riqueza de especies de insectos, muchos de ellos aún como especies desconocidas o nuevas, parece ser una carrera contra el tiempo, en la que, por un lado, las necesi-

dades y actividades del ser humano causan la destrucción o modificación de las áreas naturales, y por otro se pueden estar extinguiendo algunas especies de insectos aún sin saber que existieron en este mundo (Simonetti y Simonetti-Grez 2022).

Aunado a lo anterior, la mayor diversidad de insectos, y de otros grupos biológicos, se encuentra en países megadiversos como México, muchos de los cuales son sociedades en vías de desarrollo, lo que implica que el grado de avance en las ciencias, incluida la Entomología, no es comparable con el que existe en países desarrollados, los cuales, sin embargo, no tienen bajo su resguardo una diversidad tan elevada (Llorente-Bousquets y Castro-Gerardino 2002, Márquez *et al.* 2022, Paknia *et al.* 2015). El factor de que muchos de los países con gran biodiversidad sean también los más pobres del mundo, representa una desventaja, pues en ellos el estudio y protección de las especies es mínimo o no existe. Si a lo anterior se le suma el hecho de que no se cuenta con suficientes profesionales en el estudio de los insectos (entomólogos) (Delgado y Navarrete-Heredia 2022), o que muchos de estos entomólogos no tienen oportunidades de desempeñarse profesionalmente, el conocimiento sobre ellos y su protección se ve disminuido.

### IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS

Tal vez algunas personas se pregunten ¿para qué queremos conservar a los insectos? Las respuestas que pueden darse a esta pregunta generalmente van dirigidas a la importancia de los insectos (Angulo 2023, Janicki *et al.* 2022). Para las personas en general, el concepto de “la importancia” de algún insecto se relaciona directamente con el beneficio que éste le puede brindar. No es así para todas. Para algunas personas, sobre todo profesionales de la biología, la importancia de cualquier ser vivo está más allá del beneficio directo al ser humano, pues todos los seres vivos son importantes, porque conforman la naturaleza en un equilibrio ecológico único, impresionante y muy frágil (Simonetti y Simonetti-Grez 2022). En palabras de Córdoba-Aguilar y del Val de Gortari (2023, p. 17) “...los insectos nos importan, en primer lugar, por una mera condición de haber evolucionado y existido por largo tiempo en este planeta. Es decir, pertenecen a este mundo tanto como la humanidad misma”, y la humanidad depende de la existencia de los insectos a tal grado que, si éstos desaparecieran, la humanidad sobreviviría posiblemente solo algunos meses (Wilson 1985). Desde este punto de vista, tal vez se pueda hablar de la importancia relativa de cada especie en la naturaleza. Todas las especies son importantes, pero es posible que ciertos grupos biológicos tengan papeles más relevantes que otros para el funcionamiento de los ecosistemas.

Es probable que este sea el caso de los insectos. Son tantas especies, que interactúan de diversas formas entre ellas y con un gran número de otros grupos biológicos, pueden participar en todos los tipos de interacciones ecológicas documentadas en la literatura (Janicki *et al.* 2022). Los tipos de alimentos que ellos pueden consumir cubren todo el

espectro conocido (Márquez *et al.* 2017). Los lugares que habitan prácticamente son cualquiera en este mundo, excepto en los polos donde el hielo es permanente y en mar abierto, aunque prefieren los sitios cálido-húmedos, pues ellos no controlan su temperatura corporal (Triplehorn y Johnson 2005). Lo anterior da una idea de la enorme importancia de este grupo biológico en la naturaleza.

Desde otro punto de vista, tal vez se puedan separar a los insectos en aquellos benéficos para el ser humano y aquellos perjudiciales. Este enfoque, como se ha comentado, es más antropocéntrico. El hecho de que algunos insectos sean perjudiciales para el ser humano también los hace ser importantes, aunque sea en un aspecto negativo. Algunos ejemplos pueden ser los insectos que son plagas de cultivos de consumo humano; es decir, insectos de importancia agrícola, como ciertas especies de saltamontes, larvas de escarabajos o de mariposas (Janicki *et al.* 2022, León-Cortés *et al.* 2023). También destacan los insectos transmisores de enfermedades, como las moscas domésticas, las cucarachas, las chinches de la cama y sobre todo los mosquitos (Bello 2021). En el caso de los insectos plaga, vale la pena preguntarse ¿cuál es el papel que ha desempeñado el ser humano en el desarrollo de las plagas de insectos? Al transformar las áreas naturales en campos de cultivos y eliminar sus competidores y enemigos naturales (depredadores y parásitos), mediante la aplicación de productos químicos (insecticidas), se están favoreciendo las condiciones para que las poblaciones de algunas especies de insectos crezcan a tal grado que se conviertan en plaga. Para el resto de los casos en los que se consideran perjudiciales a los insectos, sería conveniente hacer una reflexión similar, aunque en el presente texto no es el objetivo abundar más en este tema.

Con relación a los insectos benéficos, pareciera que para las personas en general serían los únicos que desearían conservar. Sin embargo, no hay que olvidar que existen muchas más especies que son importantes en la naturaleza y que directa o indirectamente inciden en la vida del ser humano (Angulo 2023, Fischer 2023, Gómez-Morantes 2022, Janicki *et al.* 2022, Puig y Gómez-Prado 2021, Salazar-Buenaño y Donoso 2019). Los insectos polinizadores se encuentran entre los más conocidos y populares para las personas, incluyen varias especies de abejas (y no solo la abeja común de la miel), mariposas, así como otros insectos menos frecuentes en las flores, como algunos tipos de moscas y escarabajos (Gómez-Morantes 2022, Puig y Gómez-Prado 2021). Otro ejemplo relevante son los insectos comestibles, que en México incluyen una gran cantidad de especies. Esta actividad se conoce como entomofagia, o antropoentomofagia (Gómez y Gómez 2023), y se practica desde la época prehispánica. Sin embargo, un conjunto de problemas también causados por la sobreexplotación del hombre está poniendo en riesgo esta costumbre ancestral, como se ha documentado para la chinche del mezquite o xamuis del Valle del Mezquital en Hidalgo y otros insectos de varias partes del país (Gómez y Gómez 2023, Martínez-Muñoz y Márquez 2022).

Los insectos son sumamente importantes en las redes tróficas, ya que son alimento primordial de muchos organismos vertebrados e invertebrados; a la vez, hay una alta representación de especies depredadoras que contribuyen en el control de poblaciones, como las libélulas, que consumen gran cantidad de mosquitos perjudiciales para el hombre. También son relevantes en el flujo de energía de los ecosistemas, al integrar a su organismo nutrientes provenientes de distintos tipos de materia orgánica en descomposición, como excremento, carroña, madera, entre otros; además, participan en varios procesos de enriquecimiento de los suelos, como su aireación y la degradación de hojarasca que producen con sus desplazamientos por el suelo (Angulo 2023, Fischer 2023, Gómez-Morantes 2022, Janicki et al. 2022, Puig y Gómez-Prado 2021, Salazar-Buenaño y Donoso 2019).

De la misma forma que como se ha comentado sobre los insectos perjudiciales, no es el objetivo principal abundar en su importancia como organismos benéficos. Sin embargo, se espera que con esta breve información se haya logrado resaltar la importancia de la conservación de los insectos.

## PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD DE INSECTOS

La comunidad científica, sobre todo el gremio que estudia insectos, ha notado una disminución drástica en la diversidad de insectos, que incluye tanto la extinción de especies (implica la desaparición completa de una especie de la faz de la tierra), como la cantidad de individuos por especie (disminución de sus poblaciones) (Gómez-Morantes 2022, Puig y Gómez-Prado 2021, Rhodes 2019, Salazar-Buenaño y Donoso 2019). Por ejemplo, Sánchez-Bayo y Wyckhuys (2019, p. 22) señalan que “Esta revisión destaca el terrible estado de la biodiversidad de insectos en el mundo, ya que casi la mitad de las especies están disminuyendo rápidamente y un tercio está en peligro de extinción”. Sin embargo, Cardoso y colaboradores (2019) no están convencidos de que los análisis realizados por Sánchez-Bayo y Wyckhuys (2019) hayan sido del todo adecuados para llegar a las conclusiones que dichos autores mencionan.

Hasta hace poco más de diez años, las malas noticias sobre la extinción de distintas especies por causas atribuidas al ser humano, incluían principalmente animales vertebrados y plantas; es decir, grupos más carismáticos o del gusto de las personas, como las ranas, aves, mamíferos, orquídeas, por mencionar algunos ejemplos (Janicki et al. 2022, Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019). Poco se escuchaba que esto mismo estuviera ocurriendo con insectos. Sin embargo, eso no quiere decir que no estuviera sucediendo, solo que se había puesto poca atención a ello y actualmente el problema es mucho más notorio.

La extinción de especies es un fenómeno natural que ha sucedido a lo largo de la historia de la vida en la tierra y que sigue y seguirá ocurriendo (Rhodes 2019, Simonetti y Simonetti-Grez 2022). Las causas pueden ser múltiples, por ejemplo, el vulcanismo, terremotos, caída de meteoritos,

competencia entre especies por espacio y alimento, etc. Sin embargo, la actividad del ser humano está causando la extinción a un ritmo mucho mayor que cuando ocurre por causas naturales y, en consecuencia, parece conducir a un problema más grave que podría terminar en un colapso ecológico mundial, cuyos efectos, aunque se desconocen con certeza, seguramente serán malos para la vida misma de todo ser vivo (Janicki et al. 2022, Salazar-Buenaño y Donoso 2019). A este respecto, van der Sluijs (2020, p. 293) señala que “El columnista del Guardián George Monbiot acuñó el término ‘insectarmagedon’ para advertir que los impactos del colapso global de los insectos serán más catastróficos que el colapso climático”, aunque también comenta que este término ha sido criticado de alarmista y no siempre sustentado en datos.

La pérdida de la diversidad de insectos no es un problema particular de éstos, es para la mayoría de las especies de la naturaleza, incluso, en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2023), algunas especies de insectos ya se han registrado como extintas; este el caso del tricóptero *Triaenodes phalacris* Ross, 1938. Sin embargo, al menos en México, es sólo recientemente que se está haciendo explícito que, a pesar de que los insectos son los más diversos, muy resistentes, evolutivamente muy exitosos, entre otros aspectos, les está afectado este problema mundial de la pérdida acelerada de la biodiversidad.

Un ejemplo de lo anterior, que a la vez constituye el principal antecedente sobre este tema en México, es la publicación de dos números del Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología dedicados a hacer notar este problema, sus causas y una variedad de estrategias que pueden ayudar a reducir esta crisis (Córdoba-Aguilar y del Val de Gortari 2023).

Sánchez-Bayo y Wyckhuys (2019) aportan información completa sobre las causas de la pérdida de diversidad de insectos en el mundo, las cuales se resumen en la figura 1. Además, en casi todos los trabajos consultados (citados en las referencias) se alude a las mismas causas, en distintas proporciones, que las indicadas en la figura 1, destacando la agricultura intensiva, el uso de pesticidas y fertilizantes, la urbanización y la deforestación. Una causa poco común en la literatura es la que comenta Barahona-Segovia (2023) relacionada con el tráfico ilegal de algunos insectos atractivos para coleccionistas privados, por ejemplo mariposas y escarabajos llamativos o considerados “raros”. Este autor señala que “Sin embargo, el tráfico de artrópodos —vivos o muertos— para abastecer a coleccionistas privados, sigue siendo un problema menor para muchos académicos de países desarrollados. Una revisión reciente de artrópodos amenazados en listas locales de clasificación de especies en la región neotropical, reconoce que el comercio de artrópodos es la tercera causa más importante para que una especie haya sido considerada vulnerable, en peligro o en peligro crítico por dichas listas...” (Barahona-Segovia 2023, p. 36).

## ALGUNAS EXPERIENCIAS PERSONALES SOBRE EL PROBLEMA DE LA PÉRDIDA DE DIVERSIDAD DE INSECTOS

Puede resultar interesante compartir algunas de las experiencias propias sobre el tema abordado, derivadas del trabajo de campo realizado a lo largo de casi 30 años, relacionadas con la disminución de los insectos en las áreas naturales. Muy probablemente muchos entomólogos nacionales cuentan con experiencias similares, las cuales sería interesante conocer.

Hacia finales del siglo XX y principios del siglo XXI se efectuaron múltiples excursiones en distintos estados del país, principalmente en Morelos, Veracruz, Hidalgo y Puebla, con la finalidad de realizar colectas de grupos particulares de coleópteros para su estudio. La cantidad de organismos que se observaban en los sitios visitados y la diversidad de insectos que se documentaban era impresionante, aunque esto dio mucho más trabajo con relación al procesamiento de los ejemplares y su estudio.

En Tlayacapan, Morelos, caminando por los alrededores del pueblo, entre los arbustos y árboles circundantes de las tierras de cultivo o patios de las casas, se veían posados en las plantas, volando, comiendo o apareándose, una gran cantidad de especies de escarabajos, muchos de ellos muy coloridos y bonitos. En la actualidad estos sitios se han transformado en más viviendas y poco queda de la vegetación y sus escarabajos habitantes. La cercanía con la Ciudad de México, ha tenido efectos negativos en la diversidad de insectos del lugar.

Cuatro localidades del centro de Veracruz concentraban más de la mitad de las especies de coleópteros Staphylinidae que se describieron en la *Biología Centrali-Americana* (Godman y Salvin 1885), una obra muy importante para el estudio de los insectos de México, que fue publicada a finales del siglo XIX. Estas localidades son Las Vigas, Xalapa, El Mirador (en Totutla) y Córdoba. A finales del siglo XX, entre 1998 y 1999, se hicieron colectas mensuales durante un año en esos sitios con la intención de analizar cuántas de esas especies podían ser colectadas y, por lo tanto, lograron sobrevivir al menos entre el siglo XIX y XX. No fue posible cuantificar con exactitud lo que se deseaba, pero es seguro que ni la mitad de las especies esperadas se lograron documentar durante este arduo trabajo de campo (Márquez et al. 2004). Las causas son múltiples, pero una de las de mayor peso, además de ser la más recurrente, es la pérdida de las áreas naturales donde estas especies puedan subsistir, como es notorio en la ciudad de Xalapa.

En varios sitios de la Huasteca Hidalguense se han hecho estudios sobre la diversidad de escarabajos. Como ejemplo del tema abordado, se puede mencionar los alrededores de Tlanchinol. Aquí desde 1995 y hasta cerca del año 2010 se visitaban irregularmente los bosques de niebla que son excepcionalmente diversos y hermosos. Existe un grupo de escarabajos muy codiciados por coleccionistas de insectos, llamados escarabajos gema debido a sus colores similares a esas piedras preciosas. Hasta antes de 2010 se

lograban encontrar más de 10 especies de escarabajos gema en Tlanchinol, algunas de sus especies se observaban con abundancia, otras eran más raras (Márquez et al. 2013). Actualmente, solo se logran ver dos o tres de esas especies y son aquellas que en el pasado fueron más abundantes, pero que ahora son menos numerosas.

Un caso similar es el de los tricópteros de la Sierra de Juárez en Oaxaca. Entre los años 1984 y 2009 se publicaron trabajos describiendo 32 especies nuevas de esta región de México. En 2016 se llevó a cabo un estudio sistemático para conocer mejor la diversidad de tricópteros de la Sierra de Juárez y solo pudieron registrarse 20 de las 32 especies antes mencionada, lo cual puede considerarse como un foco de alarma sobre la diversidad de ese lugar (Razo-González et al. 2023).

Una situación que ocurre con frecuencia en México al estudiar insectos es la sorprendente velocidad a la que las áreas naturales son deforestadas. Esto se ha apreciado cuando se han intentado realizar réplicas de muestreos mensuales durante un año o más en alguna localidad o cuando se regresa a algún sitio particular en búsqueda de algún taxón que se estudia (entre ellos, especies nuevas), después de algunos meses o años. La sorpresa desagradable es notar la transformación del lugar de un área natural a una deforestada, como se ilustra en la figura 2, de la localidad llamada “camino a Santo Domingo”, del ejido Tzincoatlán, municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. La cantidad de élitros de escarabajos gema que se encontraron tirados en esa ocasión da evidencia del daño que se ha causado. En muestreos previos al acontecimiento anterior en este sitio, se colectaron algunos ejemplares de escarabajos gema que se describieron como especie nueva, llamada *Chrysina gorda* Delgado, 2003, por lo que la deforestación seguramente afectó a sus poblaciones aún sin saber casi nada sobre esta especie (Delgado 2003). Los pasálidos se conocen como escarabajos de la madera, y en este sitio habitan varias especies en coexistencia con los escarabajos gema y muchos otros más, también en los pasálidos se notó el daño causado por esta deforestación (Fig. 2e). Además, cerca de este sitio se encontró, a inicios del siglo XXI, una nueva especie del escarabajo estafilínido *Oxyporus delgadoi* Márquez, Asiain y Fierros-López, 2005, por lo que este lugar es una localidad tipo (Márquez et al. 2005). Hasta ahora este estafilínido no ha sido registrado de ningún otro sitio.

Los ejemplos anteriores son solo parte de un problema global que está acabando con la vida natural en nuestro país y en todo el mundo: somos demasiados seres humanos y nuestras necesidades están por encima de cualquier otra cosa. “Gran parte de la culpa de la pérdida de biodiversidad recae en actividades humanas, como la caza y la pérdida de hábitat debido a la deforestación, la expansión e intensificación agrícola, la industrialización y la urbanización” (Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019, p. 8). Además, en países megadiversos, como México, se agrava esta problemática por la poca educación y conciencia del daño que causamos, así como el escaso interés en cambiar esta situación.

## POSIBLES ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LA PÉRDIDA DE INSECTOS

Como se ha comentado, la pérdida de la diversidad de insectos no es un problema particular de este grupo, pero hasta el momento, es la que menos atención ha recibido a pesar de la importancia que ellos poseen en la naturaleza (Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019). En los apartados siguientes se comentan algunas posibles estrategias que podrían ayudar a reducir este problema, sin dejar de considerar que la conservación debe ser para ecosistemas completos y no solo para grupos particulares.

### Las áreas naturales protegidas y las reservas privadas

Las áreas naturales protegidas (ANP) son muy importantes en la protección de la biodiversidad, posiblemente esta estrategia sea la de mayor relevancia en México (Villalobos 2000). Hay ANP de distintas categorías, dependiendo de su extensión territorial y otros factores. Sin embargo, parece que no son suficientes para frenar la pérdida de biodiversidad y se requerirían más de ellas, pero tal vez no queden muchas más áreas naturales (al menos en México) para ser decretadas como protegidas y es muy notorio que a pesar de ser ANP, aún existe caza furtiva y tala ilegal, incluso crecimiento acelerado de las poblaciones inmersas en ellas, con las consecuencias que eso implica en el uso irracional de los recursos. Además, en cuanto a insectos se refiere, no se conoce con cierto grado de precisión qué especies viven o vivieron en cada ANP, es decir, no existen ni siquiera inventarios de especies de insectos en las ANP, por lo que menos aún se puede saber otros aspectos fundamentales para su protección, como lo es la densidad de sus poblaciones y su distribución geográfica. Para que realmente funcionen las ANP es necesario que la población local ayude a cuidarlas (conciencia ambiental y ciudadana), que los gobiernos apoyen con vigilancia adecuada y programas estratégicos para las comunidades de esas ANP (Villalobos 2000), además de promover y facilitar el estudio de sus insectos, en lugar de complicarlo.

En países como Costa Rica, la estrategia que ha ayudado considerablemente en la conservación de su biodiversidad es la existencia de reservas privadas, en adición a las ANP (Arrieta-García y Moya-Calderón 2021). El compromiso de las personas a cargo de las reservas privadas es más claro y se aplica directamente, en comparación con el compromiso del gobierno. En México existen también reservas privadas, muchas de ellas son recientes y a veces incluyen áreas muy pequeñas para la extensión que requiere la subsistencia de ecosistemas completos (Fig. 3); sin embargo, también aportan a la conservación y parecen ser una buena alternativa localmente, aunque las personas a su cargo se enfrentan a una variedad amplia de problemas con las personas de alrededor, cuyas costumbres y educación no son acordes con la idea de la conservación y la explotación racional de los recursos, además de los inconvenientes burocráticos que son comunes en los gobiernos a nivel municipal, estatal y

federal.

### La restauración de áreas naturales

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2013, p. 7), “Actualmente la RE (restauración ecológica) se define como el proceso de asistencia para restablecer un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido”. Las acciones de restauración ecológica se están llevando a cabo tanto en ANP, como en reservas privadas o incluso en áreas no protegidas formalmente. “Ya no basta conservar y proteger áreas representativas, sino que se debe aprender a restaurar paisajes, ecosistemas, comunidades y poblaciones de plantas y animales, para garantizar sustentabilidad de sistemas naturales, seminaturales y sociales en grandes extensiones...” (Vargas 2011, p. 222).

El tema de restauración ecológica es complicado, ya que existen términos similares, pero que no significan lo mismo. Sin embargo, la idea está encaminada a recuperar y proteger la biodiversidad, la cual incluye a los insectos. Sería interesante conocer los resultados que se han obtenido en cuanto a la diversidad de insectos a través de la restauración ecológica, pero son estudios que involucran varios años de muestreo y análisis, por lo que pueden ser más complejos de realizar.

### La protección de especies emblemáticas

Las especies más carismáticas que han ayudado en la protección de áreas naturales extensas son aquellas conocidas como especies clave o emblemáticas, como por ejemplo el jaguar (*Panthera onca* (Linnaeus, 1758)) (Conde et al. 2011) o el quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno* (De La Llave, 1832)) (CONAP Comunicación 2023). Lo relevante de protegerlas es que funcionan como una especie paraguas, ya que al cuidar los lugares en donde viven, también se brinda protección al resto de las especies de animales y plantas que coexisten con ellas. Sin embargo, no siempre estas especies emblemáticas ocupan suficientes áreas naturales como para la protección de más especies y, por lo que se ve, no ha sido una estrategia suficiente para mitigar el problema. A pesar de ello, suma a favor de la protección de la naturaleza.

### La difusión sobre la importancia de conservar a los insectos

Retomando la idea de que para muchas personas los insectos son poco conocidos y que sus interacciones tal vez no han sido del todo agradables, una estrategia más que, en conjunto con otras alternativas, puede ayudar a concientizar sobre este problema y cambiar la conducta de las personas hacia la naturaleza, es mejorar la difusión sobre el grupo. En primera instancia, es bien conocido que es en los niños donde más se puede impactar en dirigir sus buenas conductas hacia el cuidado de la naturaleza, por lo que hacer visitas a las escuelas desde el nivel preescolar hasta el universitario, para no descartar la posibilidad de que la idea sea bien recibida por alumnos más adelantados, o recibir sus visitas

en las instalaciones de los centros de investigación donde se estudian los insectos, parecen buenas alternativas.

Aunque parece algo complicado, por la logística, la falta de apoyo económico y personal capacitado, la difusión sobre la importancia de conservar a los insectos y la naturaleza en general, debería ser promovida presencialmente en las comunidades rurales, ya que mucha información o programas de difusión están disponibles en internet (Córdoba-Aguilar *et al.* 2023) y no siempre este servicio está al alcance de dichas comunidades. Es en estos sitios donde las personas están más en contacto con la naturaleza y es donde mayormente se requiere un cambio en la forma de interactuar entre las personas y su entorno.

No hay que olvidar la escritura de trabajos de difusión que aborden este tema, así como promover entre los alumnos de Biología la elaboración de este tipo de trabajos como parte de sus proyectos de investigación, entre muchas otras estrategias de difusión que se requieren sobre insectos.

### **El papel de las colecciones entomológicas**

Las colecciones de insectos son sumamente relevantes en su estudio. Los ejemplares que albergan cuentan con datos de etiquetas que son necesarios para la generación de conocimiento sobre ellos. Su papel en el estudio de los insectos es fundamental, prácticamente a partir de los ejemplares depositados en las colecciones se generan las publicaciones y trabajos que contribuyen en su conocimiento y dicho conocimiento es necesario para realizar propuestas sustentadas sobre su conservación (Márquez *et al.* 2022).

Por otro lado, su papel en la difusión también es importante. Ya sea que algunos ejemplares de la colección se destinen para fines de difusión, como una exposición cultural, o se cuente con espacio apropiado para generar salas de exhibición. El Pabellón Nacional de la Biodiversidad ubicado en la Ciudad de México bajo el resguardo de la Universidad Nacional Autónoma de México, es una iniciativa que ejemplifica el esfuerzo encaminado en este sentido y que ha dado muy buenos resultados en lo relativo a la difusión del conocimiento que se genera en dicha Universidad.

A pesar de las dificultades que estas colecciones enfrentan, se debe continuar con su desarrollo, así como el estudio de los ejemplares que poseen, ya que la representatividad de cada colección (esto implica el número de especies, calidad y cantidad de los ejemplares con los que cuenta) es un reflejo del grado de estudio que en esa institución se hace sobre los insectos (Márquez *et al.* 2022).

### **La colecta de insectos con fines docentes**

Desde hace muchos años, con el auge de la carrera de Biología en las distintas universidades del país, en algunos cursos obligatorios u optativos se incluyen a los insectos en sus programas de estudio. Frecuentemente se han realizado salidas a campo en las que grupos numerosos de alumnos practican las distintas técnicas de colecta de insectos. En las universidades con mayor capacidad en cuanto al número de alumnos que pueden atender, son varios grupos en

un solo semestre quienes realizan esta actividad y esto se hace semestre con semestre. Además, suelen visitarse los mismos sitios. Lo anterior da una idea del impacto potencial negativo que representa esta actividad y que se sugiere cambiar. En lugar de realizar colectas por parte de una gran cantidad de alumnos sin experiencia, en la que colectarán principalmente insectos grandes y llamativos, a los que afectarán en mayor grado, se sugiere que los profesores hagan notar esta situación antes de las salidas a campo y que se propongan otras estrategias que básicamente impliquen la observación de insectos en la naturaleza y complementar con visitas a colecciones entomológicas. Si el profesor de algunos de estos cursos es entomólogo y se encuentra estudiando algún grupo específico de insectos, puede explicar brevemente a sus alumnos su proyecto de investigación y posiblemente pueda hacer una demostración de cómo los colecta para su estudio durante la salida a campo. Lo anterior son solo algunas ideas generales que pueden ser ejemplo de la necesidad de que los profesores participen activamente fomentando en los alumnos el cuidado de los insectos, haciéndolos conscientes de que sólo con fines de estudios se deben colectar.

### **Los zoológicos y la conservación de los insectos**

La mayoría de las personas conocen y han visitado los zoológicos, pero en pocos de ellos se incluyen a los insectos como parte de la fauna que exhiben y custodian para su conservación. Se pretende que los zoológicos mantengan con vida muchas especies animales aun cuando en la naturaleza ya no existan (Lara-Garduño y Sánchez-Rojas 2021). Estas excepciones casi siempre se hacen con mariposas, uno de los grupos de insectos más atractivos para las personas, también existen arácnidos, lo que es algo muy bueno, pero los arácnidos no son insectos.

Sería excelente que los principales zoológicos del mundo incluyeran en sus espacios y estrategias de trabajo a los insectos, para lo cual es necesario contar con información biológica básica para su sobrevivencia. Se pueden incluir en espacios acondicionados de acuerdo con el tipo de insectos que se estén protegiendo: muchos de ellos tendrían que instalarse en un ambiente controlado y con plantas de selvas tropicales húmedas, otros más en condiciones de bosques nubosos, o en bosques de montaña, etc. Todo esto implica un enorme trabajo e inversión económica, habría que hacer estudios para afinar los detalles de la propuesta y conocer el interés de las personas por este nuevo campo de los zoológicos. A pesar del posible alto costo de esta propuesta, solo hay que meditar cuánto dinero se está gastando en las guerras actuales, de esta forma, es una mejor inversión conservar nuestra biodiversidad que estar en guerra.

### **Principales recomendaciones derivadas de dos números del Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología dedicados a esta problemática**

Varias recomendaciones hechas en cada uno de los trabajos sobre esta temática (Barahona-Segovia 2023, Casti-

Ilo-Pérez 2023, Córdoba-Aguilar y del Val de Gortari 2023, Díaz-Guerrero y Larsen 2023, del Val de Gortari 2023, González-Tokman et al. 2023, Gómez y Gómez 2023, León-Cortés et al. 2023, Pérez-Hernández y Pérez-Jarillo 2023, Suárez-Tovar y Rivera 2023), y principalmente la contribución que concluye y cierra los dos números (Córdoba-Aguilar et al. 2023), parecen estar dirigidas a las ciudades o zonas urbanas, por lo que pueden ser un buen complemento a las recomendaciones previas.

1) Se sugiere contar con jardines, pequeños o grandes, que ayuden al mantenimiento de los polinizadores, así como a otros insectos que los usen como refugio o sitios de descanso. Se recomienda usar plantas locales.

2) Se propone usar insecticidas, herbicidas o plaguicidas de origen orgánico.

3) Se postula concientizar a las nuevas generaciones. Esta es una recomendación similar a la que ya se ha abordado en puntos previos.

4) Se sugiere documentar la crisis de los insectos sacando fotos con un celular y subiéndolas a portales específicos en internet para que los especialistas los puedan identificar. Es importante dejar claro que la identificación de insectos a través de la observación de fotos es incierta. Uno de los problemas en el estudio de los insectos es la dificultad que existe para una correcta identificación, así que esta sugerencia podría ser parcialmente adecuada o debe tomarse con reservas.

5) Menos luces nocturnas y de menor intensidad lumínica, ya que se ha notado un aumento en la muerte de los insectos que son atraídos a las luces eléctricas debido a que se cansan volando alrededor de ellas y se vuelven más vulnerables a la depredación. Esta sugerencia podría no ser del agrado de muchas personas que se sienten inseguras en sus casas o establecimientos, principalmente en la noche; sin embargo, se pueden emplear luces de menor voltaje o luminosidad, lo que también ayudaría al ahorro energético y a reducir el cambio climático. También es necesario hacer más investigaciones sobre la atracción que ejercen distintos tipos de luces artificiales sobre los insectos para poder contar con alternativas más adecuadas, pues se desconocen muchos detalles sobre este aspecto.

6) Denunciar la venta ilegal de insectos. Se indica que para la venta legal de insectos se requiere un permiso especial de PROFEPA, pero en México no es clara la legislación sobre la venta legal o ilegal de insectos, esto debería incluir a los insectos comestibles (Gómez y Gómez 2023) y no solo los insectos atractivos para los coleccionistas.

7) Elegir gobernantes que incluyan el cuidado de la naturaleza en sus políticas públicas. Sería óptimo que ocurriera esta situación, pero si se mira hacia atrás, o incluso hacia el futuro, parece que las prioridades de tales políticos son muy diferentes a las que ayudarían a la conservación de los insectos. Sin embargo, no hay que perder la esperanza.

## CONCLUSIONES

El problema de la pérdida de la diversidad de insectos se agrava cada día, en especial en México y otros países megadiversos que, sin embargo, están en vías de desarrollo. La reducción de la abundancia y riqueza de los insectos está afectando muchas de las funciones que ellos desempeñan en la naturaleza, por lo que es relevante buscar alternativas que ayuden a reducir esta problemática. Es posible que la mejor alternativa sea implementar una variedad amplia de estrategias en pro de la conservación, no solo de insectos, sino de todos los seres vivos.

## AGRADECIMIENTOS

Con nuestro mayor afecto, dedicamos esta contribución a Rosa Gabriela Castaño Meneses (Gaby) (Facultad de Ciencias, UNAM), en reconocimiento a su impresionante trayectoria profesional dedicada al estudio de los microartrópodos, con énfasis en hormigas; pero sobre todo como un gesto de agradecimiento por su excelente calidad humana y por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles. Además, agradecemos a R. Arce-Pérez (Red Biodiversidad y Sistemática, Instituto de Ecología, A.C.), J. A. Escoto-Moreno (Colección Zoológica, Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes) y V. Vega-Badillo (Curadora, Colección Entomológica IEXA) por la revisión meticolosa y la aportación de comentarios valiosos para mejorar el manuscrito.

## LITERATURA CITADA

- Angulo, J. 2023. La alarmante disminución de los insectos: un llamado de atención para la humanidad. *Debate*. <https://www.debate.com.mx/tecnologia/La-alarman-te-disminucion-de-los-insectos-Un-llamado-de-atencion-para-la-humanidad-20230522-0070.html>. Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023.
- Arrieta-García, M.M. y M. Moya-Calderón. 2021. Estrategia de sostenibilidad para reservas naturales privadas. Estudios de caso en Costa Rica. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 4: 1-19. <https://doi.org/10.46380/rias.vol4.e106>
- Barahona-Segovia, R.M. 2023. El tráfico de artrópodos como factor en el riesgo de extinción. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 36-43. <https://www.flipsnack.com/8D6766CC5A8/volumen-3-n-mero-6-agosto-2023/full-view.html>
- Bello, F. 2021. Entomología médica y veterinaria: importancia, avances y desafíos. *Revista de Medicina Veterinaria*, 43: 7-12. <https://doi.org/10.19052/mv.vol11.iss43.1>
- Cardoso, P., V.V. Branco, F. Chichorro, C.S. Fukushima and N. Macías-Hernández. 2019. Can we really predict a catastrophic worldwide decline of entomofauna and its drivers? *Global Ecology and Conservation*, 20: e00621. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00621>

- Castillo-Pérez, E.U. 2023. Pequeños en peligro: respuestas de los insectos ante el cambio climático. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 30-35.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2013. *Lineamientos para una estrategia de restauración en Áreas Naturales Protegidas*. CONANP/SEMARNAT. México, D.F. <http://www.conanp.gob.mx>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) Comunicación. 2023. El quetzal: Símbolo de la historia natural y cultural de Guatemala. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/193456448@N07/albums/72157719762636378/with/51420583505/>. Fecha de consulta: 4 de octubre de 2023.
- Conde, D.A., F. Colchero, E. Huerta, C. Manterola, E. Pallares, A. Rivera y A. Soler. 2011. *El jaguar como elemento estratégico para la conservación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.
- Córdoba-Aguilar, A. y E. del Val de Gortari. 2023. Introducción ¿Por qué una sección temática sobre extinción de insectos? *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 16-19.
- Córdoba-Aguilar, A., A.S. Ensaldo-Cárdenas, X.J. Sánchez-Rivero, M.X. Martínez-Castaneira, L.A. Valencia-López, R. Vargas-Abasolo, V. Sandoval-Granillo y A. Nava-Bolaños. 2023. Consejos prácticos ante la extinción masiva de insectos. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 50-85.
- del Val de Gortari, E. 2023. Una amenaza más: insectos invasores. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 44-49.
- Delgado, L. 2003. A new Mexican species of *Chrysina* Kirby (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae). *Bulletin of the Society of Entomology of Suisse*, 76: 319-321. <https://doi.org/10.5169/seals-402855>
- Delgado, L. y J.L. Navarrete-Heredia. 2022. ¿Cuántos taxónomos coleopterólogos hay en México? *Boletín de la Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos*, 6(1): 5-8.
- Díaz-Guerrero, T. y J. Larsen. 2023. Plaguicidas y abejas. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 22-27.
- Fischer, A. 2023. Los insectos se están extinguiendo rápidamente y sin remedio a causa de la crisis climática. National Geographic en español. <https://www.ngenespanol.com/animales/los-insectos-estan-desapareciendo-del-planeta-a-una-velocidad-insolita/>. Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023.
- Godman, F.D. and O. Salvin (Eds.). 1885. *Biología Centrali-Americana*. Taylor & Francis, London.
- Gómez y Gómez, B. 2023. Antropoentomofagia en México y su impacto en el declive de poblaciones de insectos. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 46-52.
- Gómez-Morantes, A.M. 2022. Estrategia pedagógica ambiental, una oportunidad para conservar las abejas polinizadoras. *Global Research Review in Business and Economics [GRRBE]*, 8(4): 1-7. <https://doi.org/10.56805/grrbe>
- González-Tokman, D., R. Portela-Salomão, S. Villada-Bedoya y M. Cruz-Rosales. 2023. Entre sangre y estiércol: los insectos en la ganadería. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 36-43.
- IUCN. 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1. <https://www.iucnredlist.org>. Fecha de consulta: 10 de enero de 2024
- Janicki, J., G. Dickie, S. Scarr and J. Chowdhury. 2022. The collapse of insects. Reuters Graphics. <https://www.reuters.com/graphics/GLOBAL-ENVIRONMENT/INSECT-APOCALYPSE/egpbykdxjvq/>. Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- Lara-Garduño, M. y G. Sánchez-Rojas. 2021. Los zoológicos: Un importante componente para la preservación de las especies. *Herreriana*, 2(2): 19-24.
- León-Cortés, J.L., A. Murillo-Vázquez y J.L. Rangel-Salazar. 2023. La expansión agrícola y la persistencia de los insectos. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(7): 14-19.
- Llorente-Bousquets, J.E. y D.J. Castro-Gerardino. 2002. Colecciones entomológicas en instituciones taxonómicas de Iberoamérica: ¿Hacia estrategias para el inventario de la biodiversidad? (pp. 307-318). En: Costa, C., S.A. Vanin, J.M. Lobo y A. Melic (Eds.), *Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PrIBES 2002*. RIBES-SEA-CYTED. México, D.F.
- Márquez, J., J. Asiain y Q.J. Santiago-Jiménez. 2004. Especies de Staphylininae (Coleoptera: Staphylinidae) de “El Mirador”, Veracruz, México. *Dugesiana*, 10(2): 21-46.
- Márquez, J., J. Asiain and H.E. Fierros-López. 2005. A new species of *Oxyporus* (Coleoptera: Staphylinidae: Oxyporinae) from Mexico, with notes on some poorly known species. *Zootaxa*, 954: 1-12.
- Márquez, J., J. Asiain, M.A. Morón y C.T. Hornung-Leoni. 2013. Escarabajos gema (Insecta: Coleoptera, Melolonthidae) como indicadores del grado de conservación de los bosques del estado de Hidalgo, México. *Interciencia*, 38(6): 410-417.
- Márquez, J., J. Asiain, J.L. Navarrete-Heredia y M.A. Morón. 2017. *Coleópteros atractivos del estado de Hidalgo, México*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Márquez, J., N.L. Manríquez-Morán, J.M. Castillo-Cerón e I. Goyenechea. 2022. Colecciones Entomológicas: Importancia y problemática. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30(86): e3624. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2022863624>

- Martínez-Muñoz, A.L. y J. Márquez. 2022. Biología y consumo de la chinche del mezquite o xamuis, *Thasus gigas* (Klug, 1835) (Hemiptera: Coreidae), en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Boletín de la Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos*, 6(2): 4-8.
- Paknia, O., H. Rajaei Sh., and A. Koch. 2015. Lack of well-maintained natural history collections and taxonomists in megadiverse developing countries hampers global biodiversity exploration. *Organisms Diversity & Evolution*, 15(3): 619-629. <https://doi.org/10.1007/s13127-015-0202-1>
- Pérez-Hernández, C.X. y E.B. Pérez-Jarillo. 2023. El oscuro legado de la luz artificial: un mundo sin insectos. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 20-26. <https://www.flipsnack.com/8D6766C-C5A8/volumen-3-n-mero-6-agosto-2023/full-view.html>
- Puig, B. y B. Gómez-Prado. 2021. Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de insectos, plantas y el problema de la pérdida de polinizadores. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3): 3203. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_en-sen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i3.3203](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_en-sen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3203)
- Razo-González, M., R. Novelo-Gutiérrez, G. Castaño-Meneses and J. Márquez. 2023. Diversity and composition of caddisflies (Insecta: Trichoptera) along an elevation gradient in southeastern Mexico. *Diversity*, 15: 1-19. <http://doi.org/10.3390/d15010110>
- Recibido: 24 de enero 2024  
Aceptado: 20 de marzo 2024
- Rhodes, C.J. 2019. Are insect species imperilled? Critical factors and prevailing evidence for a potential global loss of the entomofauna: A current commentary. *Science Progress*, 102(2): 181-196. <https://doi.org/10.1177/0036850419854291>
- Salazar-Buenaño, F. y D.A. Donoso. 2019. Declinación masiva de insectos: ¿Se acerca el Armagedón? *Nuestra Ciencia, Curiosidades Científicas*, 21: 44-46.
- Sánchez-Bayo, F. and K.A.G. Wyckhuys. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Simonetti, J.A. y G. Simonetti-Grez. 2022. Desconocimiento y olvido: Grandes amenazas para la biodiversidad. *La Chiricoca*, 28: 6-13.
- Suárez-Tovar, C.M. y J.D. Rivera. 2023. Urbanitas de seis patas: ¿cómo algunos insectos han soportado la vida en la ciudad? *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 3(6): 28-33.
- Triplehorn, C.A. and N.F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's introduction to the study of insects, 7th edition*. Thomson Brooks/Cole, Belmont, California.
- van der Sluijs, J.P. 2020. Insect decline, an emerging global environmental risk. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 46: 39-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2013.05.007>
- Vargas, O. 2011. Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2): 221-246. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/19280>
- Villalobos, I. 2000. Áreas naturales protegidas: instrumento estratégico para la conservación de la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*, 54: 24-34.
- Wilson, E. O. (1985). The sociogenesis of insect colonies. *Science*, 228: 1489-1495.
- Zhang, Z. 2011. Animal biodiversity: An introduction to higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148: 7-12.

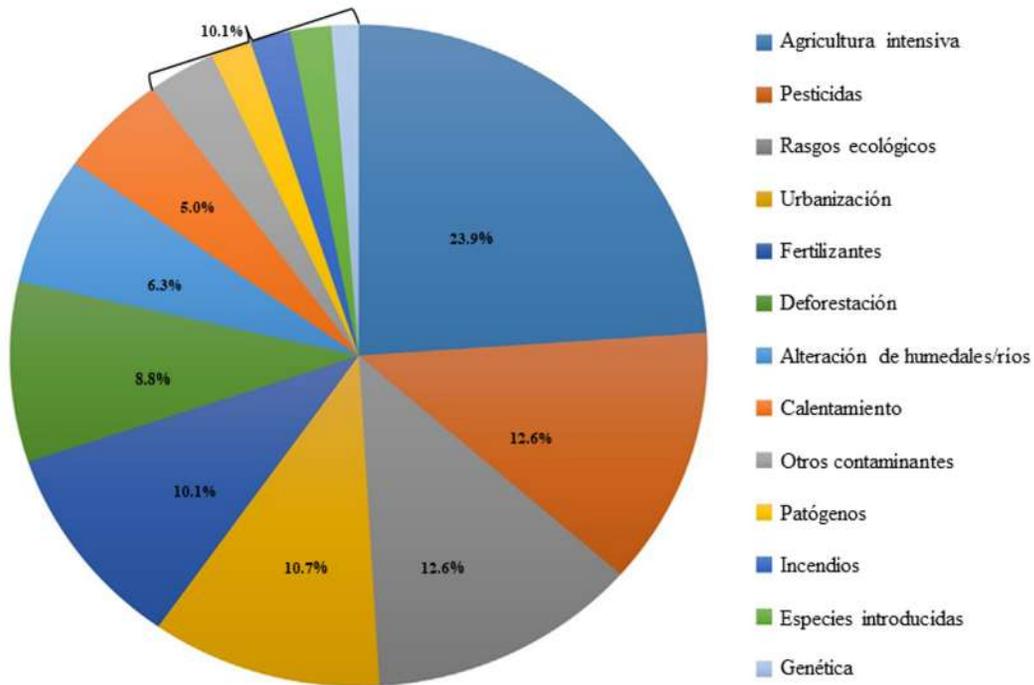


Figura 1. Causas principales de la pérdida de diversidad de insectos (imagen modificada de Sánchez-Bayo y Wyckhuys 2019).

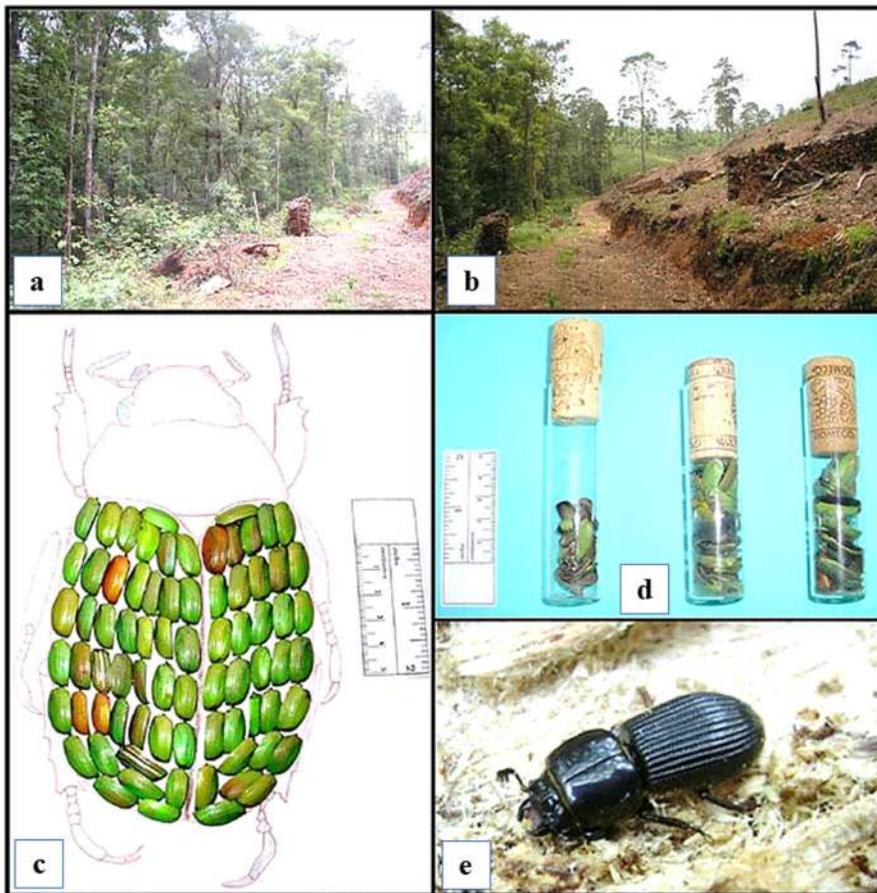


Figura 2. Panorámica de camino a Santo Domingo, Zacualtipán, Hidalgo: a) límite del bosque (izquierda) y la zona deforestada; b) zona deforestada (derecha) y límite del bosque; c) élitros de escarabajos gema colectados en la franja que separa el bosque de la zona deforestada pegados sobre un esquema de *Chrysina* y d) colocados dentro de tubos de vidrio; e) foto del pasálido *Procolejus hirtus* (Truqui, 1857) que vive en troncos en descomposición en estos mismos bosques (© fotos J. Asiain).



Figura 3. Fotos de distintas partes (a-d) de la reserva privada “Santuario de los anfibios del bosque de niebla” en Cuetzalan, Puebla (© fotos J. Márquez).

Los manuscritos recibidos para su evaluación y posible publicación en *Dugesiana* son evaluados al menos por dos árbitros anónimos especialistas en la temática del artículo, generalmente ajenos al comité editorial. Es indispensable que el autor envíe el nombre de tres especialistas, con sus respectivos correos electrónicos para ser considerados en el proceso de evaluación. La sugerencia debe venir en un archivo independiente.

Todos los manuscritos serán evaluados en el sistema Turnitin para verificar la originalidad del mismo.

Para someter a revisión un trabajo que desee ser publicado en *Dugesiana*, el manuscrito se debe ajustar a las siguientes normas editoriales:

- El manuscrito debe estar escrito en Word, a doble espacio, márgenes de 2.5 cm y sangría de 0.5 cm.
- Sin formato especial: elimine el espaciado automático entre párrafos, no dar espacios con la barra o tecla espaciadora; nunca utilizar los encabezados del sistema de word.
- Escrito con letra (fuente) Times New Roman a 12 puntos.
- Numerar las páginas consecutivamente, colocar el número en la parte inferior central.
- Se aceptan manuscritos en español, inglés y portugués.

El texto deberá incluir las siguientes secciones: Título en el idioma original, Título en español, Resumen, Palabras claves, Abstract (inglés), Key words, Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura citada. Los encabezados deben escribirse con mayúsculas, negritas y estar centrados en el texto. Si el manuscrito está en español o portugués, se debe incluir un título en inglés. Si el manuscrito está en inglés se debe incluir un título en español.

- Utilizar un título corto como cabecera, máximo 16 palabras. En caso de utilizar nombres científicos, colocar el apellido del descriptor y el año de descripción separados por una coma. Es importante adicionar entre paréntesis el nombre del orden y familia. Todos los trabajos deben llevar el título en dos idiomas, dando preferencia al inglés y español.
- Nombre completo de autores con mayúsculas y minúsculas, seguidos por las direcciones postales adecuadamente relacionadas con números en superíndice y el autor de correspondencia con asterisco.
- Las direcciones o afiliaciones de los autores deberán estar señaladas inicialmente con el número en superíndice que le corresponde. Mencionar las dependencias en orden jerárquico de menor a mayor grado. Ejemplo: Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. No abreviar los nombres de las instituciones. Además de señalar la ciudad, estado

y país (en este orden).

- Incorporar el número ORCID para cada autor.
- Resumen: párrafo que no debe exceder de 300 palabras, ni incluir referencias.
- Palabras clave: hasta ocho palabras, distintas de las que se incluyen en el título del manuscrito.
- Abstract: versión en inglés del resumen (debe ser una traducción, nunca algo diferente al resumen). No debe exceder las 300 palabras.
- Key words: hasta ocho y ser equivalentes a las palabras clave.
- Los encabezados para subtítulos en las secciones Introducción, Material y métodos, Resultados, se escribirán con mayúscula inicial y en negritas.
- Los nombres científicos siempre deberán escribirse en cursivas o itálicas; nunca subrayados. La primera vez que se mencionen deben ir seguidos por el autor (es) que describió (eron) la especie y el año de descripción, separados por una coma; por ejemplo: *Oxyporus lawrencei* Campbell, 1974. Este formato debe incluirse también en el Resumen y Abstract. En caso de citar nombres regulados por un código de nomenclatura diferente al de Zoología, deberá colocarse entre paréntesis al menos el nombre de la familia a la que pertenece el taxón. El apellido del descriptor debe estar escrito completo.
- Al final del artículo y en página aparte, se incluirá la sección para los pies de figura y los cuadros, con sus respectivos encabezados. Para facilitar la edición de los mismos, nunca utilice imágenes de los cuadros, siempre elaborarlos con texto con las herramientas del procesador Word.
- Las figuras, mapas o fotografías serán presentadas por separado del texto, en formato TIFF con una resolución de 300 dpi o mayor. Todas deben numerarse de manera continua como figuras, de acuerdo con su señalamiento en el cuerpo del manuscrito. En caso de existir varias, es indispensable organizarlas en láminas. Se pueden enviar imágenes a color, siempre y cuando sean de alta resolución (600 dpi), con muy buena definición y que su publicación a color se considere indispensable. Las imágenes que no reúnan estos requisitos no se publicarán a color. Todas deben incorporarse a la plataforma de la revista. Para su evaluación, es necesario enviar un archivo pdf con todas las imágenes.
- En las imágenes y cuadros, en caso de haber sido tomados o modificados de otra fuente, mencionar el autor de los mismos o aclarar que son de autoría propia cuando fueron realizados por el o los autores.

- Agradecimientos: Además de los nombres de personas e instituciones que apoyaron aspectos del trabajo, pueden incluirse créditos a proyectos, programas, becas u otros datos pertinentes al trabajo o al (los) autor (es). Para ello, mencione el nombre de la institución u organización que dio el apoyo, agregue nombre y/o número del proyecto o contrato.
- Literatura citada: la cita en texto se incluye sin comas entre autor y año ejemplo: (López 1980), (López y Hernández 1980). Es oportuno recordar que de esta forma, se diferenciará entre las citas bibliográficas y la referencia al descriptor y año de descripción de un taxón. No utilizar el operador “&” (ampersand); no incluir sangrías, justificación o numeración. En la lista, todas las referencias se deben organizar en orden alfabético. Cuando se mencionen varios artículos del mismo autor, éstos se presentarán en orden alfabético, cronológico y por número de autores. Si hay dos artículos con el (los) mismo (s) autor (es) y año, deberán diferenciarse por las letras ‘a’, ‘b’, ... En cursivas deberán escribirse los títulos de libro, nombre de revista y título de tesis (en lo posible evitar citas de tesis y resúmenes de eventos académicos); no se permiten citas de páginas de internet, pero pueden incluirse referencias a publicaciones electrónicas o digitales, bases de datos o software. Las conjunciones de los autores deben escribirse en el idioma original de la obra citada. Ejemplo: y, and, et, und.

Ejemplos:

#### **Libros [sin páginas totales]:**

Morón, M.A., B.C. Rattclife y C. Deloya (Eds). 1997. *Atlas de escarabajos de México: Coleoptera: Lamellicornia, Vol. I Familia Melolonthidae*. CON-ABIO-SME, México, D.F.

Coloque la ciudad correspondiente en función de la fecha de la obra. Algunas ciudades de edición pueden cambiar con el tiempo. Es el caso de la Ciudad de México.

#### **Capítulos de libro [los nombres de los editores ordenados de manera similar que los nombres de los autores del capítulo]:**

Edmunds, G.F. and D. Waltz. 1995. Ephemeroptera. (pp. 126-163). In: Merritt, R.W. and K.W. Cummins (Eds.). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall-Hunt, Dubuque.

**Artículos [El nombre de la revista debe escribirse completo. Es indispensable incluir el número de la revista cuando éste existe. Para el caso particular de Folia Entomológica Mexicana, Acta Zoológica Mexicana, Zootaxa y, en general, para aquellas publicaciones que durante un tiempo utilizaron o siguen utilizando sólo el**

**número (excluyendo el volumen), coloque el número de la revista entre paréntesis]:**

Fitzgerald, T.D., A. Pescador-Rubio, M.T. Turna and J.T. Costa. 2004. Trail marking and processionary behavior of the larvae of the weevil *Phelypera distigma* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Insect Behavior*, 17(5): 627-646.

Huerta, C. y G. Halfpter. 2000. Factores involucrados en el comportamiento subsocial de *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, (108): 95-120.

Kohlmann, B. and A. Solís. 2006. New species of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Mexico and Costa Rica. *Zootaxa*, (1302): 61-68.

#### **Tesis [Evitar en lo posible este tipo de referencias]:**

Contreras-Ramos, A. 1990. *The immature stages of Platyneuromus (Corydalidae) with a key to the genera of larval Megaloptera of Mexico*. M. Sc. Thesis, University of Alabama, Tuscaloosa.

#### **Memorias de congresos, simposios y otras reuniones [Evitar en lo posible este tipo de referencias. En caso de ser necesario contactar al editor].**

#### **Publicaciones y sitios web, bases de datos y Software (debe incluirse la dirección electrónica y la fecha de consulta):**

Oksanen, J., F. Guillaume Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens and H. Wagner 2011. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 1.17-8. <http://www.rproject.org/>. Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016.

Linbos. 2014. Los insectos del bosque seco. <http://1.linbos.net/>. Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016.

Sistema Meteorológico Nacional. 2016. Información climatológica. <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>. Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016.

Steinkraus, D. 2004. Strange facts about soldier beetles infected with the poorly known fungal pathogen, *Erynopsis lampyridarum*. Papers of the 2004 Entomological Society of America Annual Meeting and Exhibition. Disponible en: [https://esa.confex.com/esa/2004/tech-program/paper\\_17245.htm](https://esa.confex.com/esa/2004/tech-program/paper_17245.htm). Fecha de consulta: 12 de diciembre de 2016.

No existen sobretiros impresos, solo digitales, los cuales pueden descargarse desde la página de la revista: <http://148.202.248.171/dugesiana/index.php/DUG/issue/archive>.

### **Descripción de taxones**

Se debe adaptar a las características de un artículo. La descripción del taxón debe contener los siguientes elementos: nombre, diagnóstico, descripción, material tipo, etimología, biología, distribución y comentarios taxonómicos. Para los trabajos de Taxonomía deben tomarse en cuenta las consideraciones del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica cuarta edición (1999).

### **Taxonomía y técnicas de estudio**

Los encabezados del manuscrito deberán incluir: Resumen, Abstract (inglés), Introducción, Tratamiento taxonómico, Discusión, Agradecimientos y Literatura citada. En caso de considerar necesaria la inclusión de otras secciones, éstas se pueden incluir respetando: encabezados escribir con mayúsculas y centrados en el texto; subtítulos con mayúsculas y minúsculas y con sangría. Este tipo de contribuciones debe ser un aporte detallado al estudio de un taxón particular. Los encabezados quedan a juicio del autor (es), pero es recomendable que estén acompañadas de ilustraciones. En estas secciones se incluyen aquellos trabajos de tipo catálogo, inventarios, descripción o redescritión de especies, claves, etc. Los manuscritos sobre grupos particulares (ejemplo: Odonata, Coleoptera, entre otros) deben mencionar aspectos sobre la biología del grupo, técnicas de estudio (en campo y gabinete), así como claves dicotómicas, mínimo para nivel de familia. Se recomienda la inclusión de figuras en las claves las cuales deben organizarse en láminas. Los trabajos deben ser originales y enfocarse principalmente a México o la región Neotropical.

### **Ensayo**

Los encabezados del texto de un ensayo deberán incluir: Resumen, Abstract (inglés), Introducción, Discusión, Conclusiones y/o sugerencias, Agradecimientos y Literatura citada. En caso de considerar necesaria la inclusión de otras secciones, éstas se pueden incluir respetando: encabezados escribir con mayúsculas y centrados en el texto; subtítulos con mayúsculas y minúsculas y con sangría. Los ensayos deben ser trabajos analíticos y con propuestas o posiciones claras de parte del autor (es).

### **Nota Científica**

**No se aceptan notas científicas.**

### **Reseña bibliográfica**

**No se aceptan reseñas bibliográficas.**

Para mayores detalles, contactar a:

Editor

Dr. José Luis Navarrete-Heredia, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apdo. Postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco, México,

[glenusmx@gmail.com](mailto:glenusmx@gmail.com)

o

Asistente editorial

M. en C. Ana Laura González-Hernández, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apdo. Postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco, México, [alaura.gonzalez@academicos.udg.mx](mailto:alaura.gonzalez@academicos.udg.mx)

The received manuscripts for their assessment and possible publishing in *Dugesiana* are revised at least by two anonymous specialists who are familiar with the area of study and usually not part of the editorial committee. It is essential that the reference of three specialists is sent by the author as well as their e-mail addresses since they are considered when assessing. Add a file with the list of the names.

All manuscripts will be evaluated in the Turnitin System to verify their originality.

In order to have reviewed the work to be published in *Dugesiana*, the manuscript has to follow the next publishing rules:

- The manuscript is to be written in Word, double space, with a margin of 2.5 cm and indentation of 0.5 cm.
- No special format: delete automatic spacing between paragraphs, no spacing out with spacing key and no using Microsoft Word headlines.
- Written with Times New Roman format, size 12.
- Numbered pages. Add page number below and centered.
- Manuscripts in Spanish, English and Portuguese are accepted.

Text should contain the following aspects: original language title, title in Spanish, abstract, key words, abstract in English, introduction, material, as well as methods. Results, a discussion, acknowledgments and references to quoted literature (as literature cited). Headline should be written in capitals, bold and centered. Manuscripts in Spanish, English and Portuguese are preferred. Should the manuscript be in Spanish or Portuguese, then it should contain a title in English.

- Short title as headline, no more than 16 words. Regarding scientific names, last name and year of description should be separated by a comma. It is important to add name of order and family in parenthesis. Every title should be written in two languages, where mainly English and Spanish will be used.
- Complete name of authors in capital and small letters, followed by the corresponding addresses related with superscript numbers as well as the corresponding author marked with an asterisk.
- Addresses or affiliations of authors should be indicated initially with the superscript number that corresponds to them. Mention the dependencies in hierarchical order from lower to higher degree. For example: Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Do not abbreviate the names of institu-

tions, and add the city, state and country (in this order).

- Add ORCID number for each author.
- Abstract: paragraph that should not exceed 300 words, not include references.
- Keywords: up to eight words, many of which are included in the title of the paper.
- Resumen: Spanish version of abstract (must be a translation, never something different). Not exceed 300 words.
- Palabras clave: Spanish version of keywords, with the same indications.
- Subtitle headings in "Introduction, Material and Methods, Results, Discussion and Acknowledgments" sections will be written in initial capital letters and bold.
- Scientific names should be always be written in italics, but never underlined. The first time mentioned, they should be followed by the author/authors who described the specie and year of description, separated by a comma. e.g. "Oxyporus lawrencei Campbell, 1974." This format should also be included in the abstract. In case of quoting names regulated by a nomenclature code being different to the one used in zoology, the family name belonging to taxon should be written in parenthesis. The descriptor full name should be written as well.
- At the end of the article and in a separated page, the footnotes and tables, with their respective headings, will be included. For editing purposes, the tables should never be drawn as images, do it using the Word tools.
- Figures, maps, or photographs will be presented separately from the text in TIFF format with a resolution of 300 ppp or larger. All of them should be numbered continuously as figures, according to the manuscript body. In case of having several, it is essential to have them organized as plates. Colored pictures are accepted, provided that their resolution is high (600 ppp), as well as their definition; as long as their colored publishing is really essential. Pictures not accomplishing these requirements will not be published in color. All of them should be uploaded in the platform of the magazine. As for their assessment, it is necessary to send a pdf file including all the pictures.
- Regarding pictures and charts taken from another source, either the author should be mentioned or their authorship should be mentioned.

- Acknowledgments: besides the names of people and institutions that supported the work, credit can be given to projects, programs, scholarships as well as other data concerning the work as well as authors. In that case, you should include not only the name of the institution, that is, organization, but also the name and/or number of project, that is, contract.
- Literature cited: literature is to be written without commas between the author and year, e.g.: (López 1980), (López y Hernández 1980). It is worth remembering that in this way, quote and reference to the descriptor as well as a taxon's description can be differentiated. Do not use the operator "&" (ampersand); as well as indentation, justification or numeration. All references should be organized alphabetically. If several articles from the same author are to be mentioned; these will be presented in alphabetical, chronological order as well as by number of authors. In case there are two articles with the same author and year, they are to be differentiated by using the letters 'a', 'b'... Titles of book, magazine as well as the title of a thesis should be written in italics (quotes from thesis and congress or symposium reports should be avoided as much as possible). Website references are not allowed; nevertheless, references from electronic publishing, data base as well as software may be included. Conjunctions from the authors should be written in the original language, e.g.: y, and, et, und.

Examples:

**Books [no total page number]:**

Morón, M.A., B.C. Rattcliffe y C. Deloya (Eds). 1997. *Atlas de escarabajos de México: Coleoptera: Lamellicornia, Vol. I Familia Melolonthidae*. CONABIO-SME, México, D.F.

Write the corresponding city according to the date. Some cities might change through time, such as Mexico City.

**Book chapters [the name of the editors organized in a similar way as the name of the chapter's authors]:**

Edmunds, G.F. and D. Waltz. 1995. Ephemeroptera. (pp. 126-163). In: Merritt, R.W. and K.W. Cummins (Eds.). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall-Hunt, Dubuque.

**Articles [the journal's name should be written completely; not to forget that the number of journal should be written when it exists. As for Folia Entomologica Mexicana, Acta Zoologica Mexicana, Zootaxa as well as publishing only using the number (leaving out the volume), parenthesis should be for the number of the magazine.**

Fitzgerald, T.D., A. Pescador-Rubio, M.T. Turna and J.T. Costa. 2004. Trail marking and processionary behavior of the larvae of the weevil *Phelypera distigma* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Insect Behavior*, 17(5): 627- 646.

Huerta, C. y G. Halffter. 2000. Factores involucrados en el comportamiento subsocial de *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomologica Mexicana*, (108): 95-120.

Kohlmann, B. and A. Solís. 2006. New species of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Mexico and Costa Rica. *Zootaxa*, (1302): 61-68.

**Thesis [is recommended to avoid this type of references]:**

Contreras-Ramos, A. 1990. *The immature stages of Platyneuromus (Corydalidae) with a key to the genera of larval Megaloptera of Mexico*. M. Sc. Thesis, University of Alabama, Tuscaloosa.

**Congresses, symposia and other meetings reports [Avoid in this type of references. If is necessary to include this type of references please contact the editor].**

**Online publications and websites, database and software (e-mail address and search date should be included)**

Oksanen, J., F. Guillaume Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens and H. Wagner 2011. vegan: Community Ecology Package. R package version 1.17-8. <http://www.rproject.org/>. Search date: 12 de diciembre de 2016.

Linbos. 2014. Los insectos del bosque seco. <http://1.linbos.net/>. Search date: December 12th, 2016.

Sistema Meteorológico Nacional. 2016. Información climatológica. [http:// smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica](http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica). Search date: December 12th, 2016.

Steinkraus, D. 2004. Strange facts about soldier beetles infected with the poorly known fungal pathogen, *Erynnopsis lampyridarum*. Papers of the 2004 Entomological Society of America Annual Meeting and Exhibition. Available on: [https://esa.confex.com/esa/2004/techprogram/paper\\_17245.htm](https://esa.confex.com/esa/2004/techprogram/paper_17245.htm). Search date: December 12th, 2016.

No reprints, only digital which can be downloaded from the magazine website: <http://148.202.248.171/dugesiana/index.php/DUG/issue/archive>

### Taxa description

Adapted to the features of the article. It should include the following elements: name, diagnosis, description, type of material, etymology, biology, distribution, as well as taxonomic remarks. For these papers recommendations from “The International Code of Zoological Nomenclature”, fourth edition (1999) should be kept in mind.

### Taxonomy and study methodology

Headlines should include: resumen, abstract (in English), introduction, taxonomical work, discussion, thank-you note, as well as references. In case of considering other sections, those can be included provided that the headlines are written in capital letters and centered; subtitles in capital and small letters as well as an indentation. This type of contributions will be a detailed study of a particular taxon. Regarding contributions for taxonomy and study methodology areas, headlines are up to the author’s criteria; however, it is highly recommended to have pictures. Catalogs, inventories, description of species, among others should be included in this section. Manuscripts about some particular groups, such as Odonata, Coleoptera, among others, should mention aspects about the taxa biology, study methodologies (in field and others), as well as dichotomous keys, at least at a family level. It is highly recommended to include figures that should be organized as prints. The work should be original and focused mainly either on Mexico or the Neotropical region.

### Essay

Headings should include: Resumen, Abstract, Introduction, Discussion, Conclusions and / or suggestions, Acknowledgments and Literature quoted. In case it is considered necessary to include other sections, these can be included respecting: headings written in capital letters and centered in the text; uppercase and lowercase captions and indented. The essays must be analytical works and with clear propositions or positions on the part of the author(s).

### Scientific note

**Not accepted.**

### Book reviews

**Not accepted.**

It is considered that the author(s) agree with publishing the results of the research in the journal “Dugesiana” and to testify that there is no conflict of interests, as well as to claim that it is an original version and it has not been sent to another magazine to be assessed.

For any other situation not related to the ones mentioned, please get in touch with the editor.

Editor

Dr. José Luis Navarrete-Heredia, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apdo. Postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco, México,

glenusmx@gmail.com

or

Editorial assistant

M. en C. Ana Laura González-Hernández, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Apdo. Postal 134, 45100, Zapopan, Jalisco, México,

alaura.gonzalez@academicos.udg.mx