



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO
TAXONÓMICO DE LOS BITTACIDAE (INSECTA:
MECOPTERA) DE MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO**

**P R E S E N T A:
ADRIAN GÓMEZ JÁCOME**



Director de Tesis:

DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Mir immer in allen Dingen das Schlimmste vorzustellen - da der Tod (genau zu nehmen) der wahre Endzweck unseres Lebens ist, so habe ich mich seit ein paar Jahren mit diesem wahren, besten Freunde des Menschen so bekannt gemacht, dass sein Bild nicht allein nichts Schreckendes mehr für mich hat, sondern recht viel Beruhigendes und Tröstendes!

-Johannes Mozart, abril de 1787.

“Nunca me voy a la cama sin pensar que, aunque soy joven, puedo no llegar a conocer la aurora. Durante los últimos años he trabajado por familiarizarme con la muerte, ya que es el verdadero fin y meta de nuestras vidas, así como la amiga más fiel y sincera de la humanidad, de suerte que no me horroriza, sino me produce tranquilidad y consuelo.”

-Johannes Mozart, abril de 1787.

DEDICATORIA

A mis padres:

Este trabajo no hubiera sido posible sin ustedes. Agradezco infinitamente su comprensión ante los retrasos y fallos que he tenido, el apoyo que me han dado para poder realizarme como persona y por enseñarme a seguir siempre creciendo, a no rendirme nunca y sobre todo mostrarme que puedo hacer todo lo que me proponga. Por todo esto y mucho más, dedico este pequeño triunfo particularmente a ustedes. ¡Gracias!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la UNAM, la Facultad de Ciencias y al Instituto de Biología por brindar la infraestructura para elaborar este trabajo. Al laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad (II) del Instituto de Biología, por facilitar el equipo de fotografía multifocal empleado para las imágenes de este proyecto.

A Cristina Mayorga (CNIN, IBUNAM), Martha Madora (Estación Los Tuxtlas, IBUNAM), John Oswald (Dept. of Entomology, Texas A & M), Karen Wright (Dept. of Entomology, Texas A & M), María Eugenia Díaz (Museo de Historia Natural de la Cd. Mx.) y a José Luis Navarrete Heredia (CUCBA, Universidad de Guadalajara) por las facilidades para el acceso, estudio y curación de ejemplares, al igual que a Georgina Ortega Leite por brindar la literatura no disponible en línea. A Michael Wall, David Faulkner, Michael Ohl y Renato Machado por facilitarme mayor información sobre los bitácidos, así como algunas fotografías y artículos que fueron de mucha ayuda.

A mis sinodales, por la revisión de este trabajo, sus comentarios y correcciones, comenzando por el presidente, el Dr. Juan José Morrone (Facultad de Ciencias, UNAM), a mi asesor, el Dr. Atilano Contreras como secretario (CNIN, IBUNAM), al Dr. Gerardo Rivas como vocal (Facultad de Ciencias, UNAM), y los suplentes Biól. Rafael Barba (CNIN, IBUNAM) y Dr. Caleb C. Martins (posdoctorante CNIN, IBUNAM). Agradecimientos especiales al Dr. Martín Zurita, ex vocal de mi comité sinodal, que en paz descansa.

Agradezco también al Dr. José Palacios (Facultad de Ciencias, UNAM) y su equipo de trabajo: Blanca Mejía, Jair Páez y Maira Montejo, por abrirme las puertas hacia la entomología, por su apoyo en prácticas de campo y por todos sus consejos. Del mismo modo,

agradezco el apoyo del equipo de trabajo del Dr. Atilano Contreras: Rubi Meza, Sara Rivera, Magali Luna, Roberto López, Rodolfo Cancino y Yesenia Márquez.

En particular, me gustaría agradecer al Dr. Atilano, por todo el tiempo que invirtió revisando conmigo la tesis, por el apoyo que me brindó para concluir mi trabajo y por todos los consejos y enseñanzas; a Fernando Villagomez por todas sus enseñanzas y apoyo en la revisión de este trabajo; a Fernando Acevedo por sus consejos y su apoyo con la clave de identificación; a Adrian Ardila por los buenos ratos, aprendizajes y por ayudarme a resolver muchas dudas y abrir muchas otras y a Caleb C. Martins, por compartir tantas enseñanzas conmigo, sin su ayuda no habría avanzado en mi proyecto con la misma fluidez. A la Dra. Patricia Ramos (Facultad de Ciencias, UNAM), sin ella no me habría animado a tomar el camino hacia el estudio de la entomología y a quien le debo el enorme gusto por mi otra afición: la divulgación de la ciencia.

Por último, pero sin menor importancia, agradezco a mis seres queridos: mi madre, María Alejandra, mi padre, Héctor Saúl, y mi hermana, Janette, quienes mantuvieron la paciencia y nunca dejaron de apoyarme, a pesar del tiempo que me tomó concluir, y a ti, Mariana, por las horas que dedicaste a revisar mi trabajo, por todos tus consejos y por estar siempre conmigo apoyándome sin importar las circunstancias. Sin el apoyo de todas las personas antes mencionadas no habría logrado esta meta. ¡Gracias!

RESUMEN

Gómez-Jácome A. (2020). *Contribución al conocimiento taxonómico de los Bittacidae (Insecta: Mecoptera) de México. (Tesis de licenciatura). UNAM. Ciudad de México, México.*

El orden Mecoptera es un grupo de insectos holometábolos de riqueza específica baja, con aproximadamente 750 especies distribuidas en nueve familias. En México se encuentran las familias Bittacidae y Panorpidae, con 15 y 34 especies descritas, respectivamente. La familia Bittacidae ha sido poco estudiada en el país debido al desconocimiento de su historia natural y su hábitat, su baja abundancia y el parecido morfológico que tiene con otros insectos como los tipúlidos. En este trabajo se realizó la identificación de 130 ejemplares provenientes de seis colecciones entomológicas, con el fin de contribuir al conocimiento taxonómico de la familia Bittacidae en México. Se elaboraron las diagnós de siete especies, la redescrípción de *Bittacus mexicanus* Klug, 1836, la descripción informal de una nueva especie y una clave de identificación taxonómica para las especies de Bittacidae en México. Se incluyen nuevos registros distribucionales a nivel estatal para cinco especies, se registra por primera vez el género *Bittacus* Latreille, 1805 en cuatro estados y al género *Kalobittacus* Esben-Petersen, 1914 en el estado de Oaxaca. Estas aportaciones abren las puertas a nuevos trabajos en taxonomía y en otras áreas para el estudio de sus especies.

Palabras Clave: *Moscas colgantes, sistemática, nueva especie, clave taxonómica.*

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
El orden Mecoptera.....	11
Ciclo de vida y reproducción de Mecoptera	13
Historia taxonómica de Mecoptera	16
Clasificación y filogenia de Mecoptera	18
Registro fósil y evolución de Mecoptera	19
La familia Bittacidae.....	20
Morfología de Bittacidae	22
ANTECEDENTES	25
Mecoptera en México	25
Bittacidae en México	25
JUSTIFICACIÓN.....	28
OBJETIVO	29
MATERIALES Y MÉTODO.....	30
Colecciones	30
Curación.....	30
Identificación	31
Descripciones.....	31
Clave de identificación	33

Registros de distribución	33
RESULTADOS	33
Identificación taxonómica.....	34
Material no identificado	54
Lista actualizada de Bittacidae de México.....	56
Clave para la identificación de las especies de Bittacidae de México.....	58
DISCUSIÓN.....	62
Taxonomía	62
Registros de distribución	63
Perspectivas a futuro	66
CONCLUSIONES.....	68
LITERATURA CITADA.....	69
Referencias de Imágenes.....	78

INTRODUCCIÓN

La clasificación es una forma de comprender el mundo, visión que ha acompañado al ser humano desde tiempos remotos. Ejemplo de ello se encuentra en las clasificaciones folk de plantas y animales elaboradas por diversas culturas antiguas, las cuales se basaban en aspectos utilitarios y en semejanzas morfológicas entre las especies (Llorente-Bousquets, 2003). En las ciencias biológicas, las clasificaciones buscan reflejar las relaciones de ancestría y descendencia de las especies, por lo que emplean caracteres homólogos que reflejan el origen y evolución de estos organismos.

La taxonomía es la rama de la Biología que estudia la clasificación de la diversidad biológica desde un fundamento teórico, e identifica, describe y nombra a cada unidad natural conocida como taxón (Morrone, 2013; Simpson, 1961). Esta disciplina ordena y jerarquiza en distintos niveles a la diversidad biológica, con lo cual ayuda a comprender su historia evolutiva, las interacciones entre los seres vivos y a estimar la biodiversidad en nuestro planeta.

En la actualidad, existen más de 1.9 millones de especies de animales descritas, de las cuales, un millón pertenece al grupo de los insectos, por lo que se consideran el grupo con mayor riqueza del reino Animal (Stork, 2018). Se estima que la cantidad de insectos podría superar las dos millones (Hodkinson y Casson, 1991), o alcanzar los 30 millones (Erwin, 1983). La basta riqueza que presentan, refleja la importancia de su estudio taxonómico, pues es la base para conocer su completa diversidad, profundizar en el estudio de sus relaciones ecológicas, su importancia en las redes tróficas y su equilibrio en el medio ambiente.

Los insectos son un taxón compuesto por 30 órdenes, entre los cuáles Coleoptera (escarabajos), Lepidoptera (mariposas), Hymenoptera (abejas, avispas y hormigas) y Diptera

(moscas y mosquitos) son los órdenes con metamorfosis completa (holometábolos) más diversos, mientras que Hemiptera (cigarras y chinches) y Orthoptera (grillos y saltamontes) lo son entre los grupos con metamorfosis incompleta (Grimaldi y Engel, 2005). Más del 80% de las especies de insectos se encuentra repartida en estos seis órdenes, sin embargo, los grupos restantes también son parte importante de la biodiversidad a pesar de su relativa escasez o rareza, por lo que el conocimiento taxonómico de estos grupos es la base para comprender sus interacciones ambientales, patrones de distribución e historia evolutiva, entre otros.

El orden Mecoptera alberga al 0.07% de la riqueza total insectos (Bicha, 2018), sus especies influyen en el control poblacional de otros invertebrados, así como en la degradación de materia orgánica sin daño a la vegetación, e incluso han sido utilizados como modelos biológicos debido a su morfología conservada (Grimaldi y Engel, 2005; Setty, 1940). A pesar de esto, han recibido escasa atención ya que no poseen importancia económica, ni causan ningún tipo de afección al ser humano.

Este trabajo se enfoca en la taxonomía de la familia Bittacidae (Mecoptera) en México.

El orden Mecoptera

La etimología del orden proviene del griego *mecos* que quiere decir “largo” y *ptera* que significa “alas”; por lo tanto, Mecoptera hace alusión a organismos “de alas alargadas” (Capinera, 2008). Presentan un cuerpo pequeño y alargado, rostro elongado, alas estrechas y genitales muy desarrollados en los machos (Byers y Thornhill, 1983). Sus caracteres más representativos son las modificaciones bucales, que les confieren el característico rostro alargado y *terminalia* masculina con forma capsular o bulbosa (Beutel *et al.*, 2014).

El orden se encuentra dividido en nueve familias (Fig. 1), con Bittacidae y Panorpidae como las más representativas ya que presentan mayor diversidad y distribución mundial (Grimaldi y Engel, 2005).

La familia Bittacidae registra el 29% de la diversidad del orden y su distribución se concentra principalmente en el hemisferio sur, particularmente en la región Neotropical (Machado, 2018). Los panórpidos albergan el 62% de la diversidad del orden y predominan en las regiones Paleártica y Neártica (Bicha, 2018; Byers y Thornhill, 1983). Las familias restantes (Apteropanorpidae, Boreidae, Choristidae, Eomeropidae, Meropeidae, Nannochoristidae y Panorpididae) componen el porcentaje restante (9%) de la diversidad de mecópteros y se distribuyen en las distintas regiones biogeográficas del mundo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Lista de familias de Mecoptera, número de especies descritas y su distribución en México y el mundo. Obtenido de Whitting (2002) y Bicha (2018).

Familias de Mecoptera	Número de especies	Distribución
Apteropanorpidae	4	Australia
Boreidae	30	Regiones Paleártica y Neártica
Bittacidae	214	Cosmopolita (México)
Choristidae	8	Australia
Eomeropidae	1	Chile
Meropeidae	3	Australia, Brasil y Norteamérica
Nannochoristidae	7	Australia y Sudamérica
Panorpidae	457	Regiones Paleártica y Neártica (México)
Panorpididae	13	Sur de los Apalaches, noroeste de los Estados Unidos

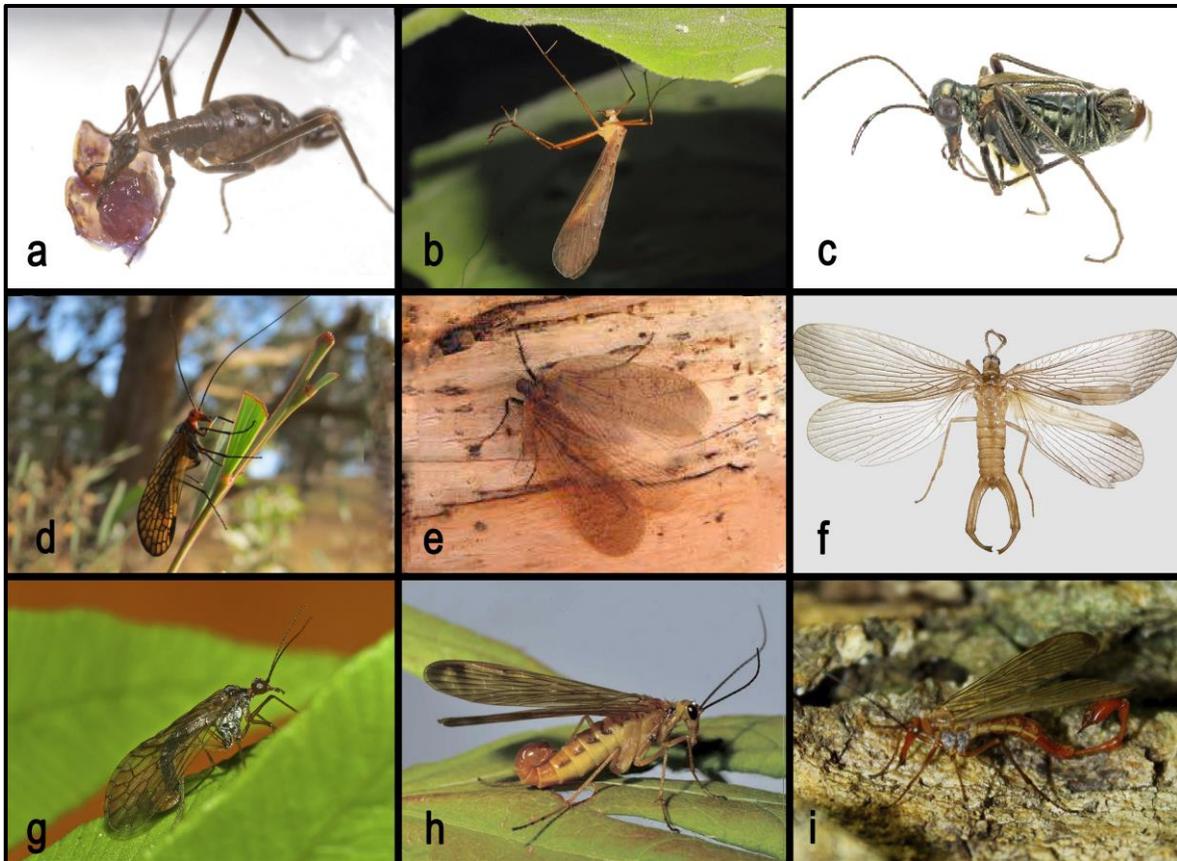


Figura 1. Familias del orden Mecoptera. **a)** Apteropanorpidae, *Apteropanorpa tasmanica* Carpenter, 1941 (Palmer, 2010); **b)** Bittacidae, *Bittacus* sp. (Juan Cruzado, internet); **c)** Boreidae *Boreus brumalis* Fitch, 1947 (Cheung *et al.*, 2006); **d)** Choristidae, *Chorista australis* Klug, 1838 (Irene Richardson, internet); **e)** Eomeropidae, *Notiothauma reedi* McLachlan, 1877 (Jérez, 2014); **f)** Meropeidae, *Merope tuber* Newman, 1838 (Skvarla *et al.*, 2014); **g)** Nannochoristidae, *Nannochorista dipteroides* Tyllard, 1917 (Simon Grove, internet); **h)** Panorpodidae, *Panorpodes kuandianensis* Zhong, Zhang y Hua, 2011 (Zhong *et al.*, 2011), **i)** Panorpidae, *Panorpa* sp. (Julio Álvarez, Internet).

Ciclo de vida y reproducción de Mecoptera

Los mecópteros son insectos holometábolos que pasan por cuatro estadios larvales, prepupa, pupa y concluyen con el imago. Las hembras depositan sus huevos polihédricos o semicirculares en el sustrato (Fig. 2a), cuyo nivel de desarrollo varía de algunos días hasta varios meses para poder eclosionar (Setty, 1940).

Las larvas son de tipo eruciforme (Fig. 2b), con cápsula cefálica y pronoto esclerizados, presentan patas con una uña terminal, pseudopatas subcónicas en los

segmentos abdominales I a VIII, cuatro lóbulos o discos de succión caudales, con forma de ganchos de sujeción en Nannochoristidae y ausentes en Boreidae. Su alimentación consta de cadáveres de insectos o materia en descomposición (Byers y Thornhill, 1983). Las larvas de Nannochoristidae se desarrollan en ambientes acuáticos y se alimentan de larvas de dípteros (Shepard y Contreras-Ramos, 2009). La duración de este estadio depende de las condiciones de su hábitat, en condiciones desfavorables pueden optar por una diapausa prepupal (Rottmar, 1966; Setty, 1940).

Otros aspectos morfológicos particulares son la presencia de ojos compuestos en *Panorpa* Linnaeus, 1758, *Neopanorpa* van der Weele 1909 y *Chorista* Klug 1838; la ausencia de pseudopatas, que les otorga la apariencia de larvas escarabeiformes o campodeiformes; y la presencia de una serie de espinas o proyecciones torácicas y abdominales semejantes a las de algunas larvas de mariposa (Byers, 1963; Grustán, 2015).

Las pupas son de tipo exaradas (Fig. 2c), reaccionan al contacto físico mediante movimientos abdominales, agitando las patas, tórax y piezas bucales (de la Fuente, 1994). Se desarrollan dentro de celdas preparadas por el cuarto estadio larval en el sustrato, y pueden estar conectadas al exterior, como en algunos Bittacidae, o presentar opérculos como en Panorpidae (Byers y Thornhill, 1983). Se ha descrito que la duración de este estadio puede ir de 10 a 21 días en el género *Panorpa*, de 15 a 24 días en *Bittacus* Latreille 1805, de 14 a 50 días en *Harpobitacus* Gerstaecker, 1885 y de 37 a 40 en *Boreus* Latreille, 1825 (Byers, 1963; Currie, 1932; Setty, 1931; Strübing, 1950).

Los imagos son de cuerpo pequeño (7-40 mm) y delgado (Fig. 2d), con el rostro alargado; sus piezas bucales varían de acuerdo al tipo de alimentación que presenten, siendo alargadas en depredadores y cortas en saprófagos; en ocasiones pueden optar por alimentarse de néctar u otros fluidos vegetales (Palmer, 2010). El tórax es pequeño y esclerotizado, con

dos pares de alas membranosas en muchos casos maculadas, algunas especies son ápteras o braquípteras, y tres pares de patas delgadas y alargadas (Byers y Thornhill, 1983). Las familias más antiguas como Eomeropidae y Meropeidae presentan venación primitiva; es decir, mayor cantidad de ramificaciones y venas transversales (Grimaldi y Engel, 2005).

Su abdomen es largo y estrecho, compuesto por diez segmentos en hembras y machos; estos últimos con un sistema genital muy desarrollado, donde resalta la característica estructura en forma de cláster que les facilita la sujeción de la hembra durante la cópula (Carpenter, 1931b; de la Fuente, 1994).

El dimorfismo sexual es muy marcado, distinguido por el sistema reproductor masculino, que es empleado como carácter de identificación a nivel específico (Esbensen-Petersen, 1921). En las familias Panorpidae, Apteropanorpidae y Panorpididae esta estructura se asemeja al telson de los escorpiones, razón por la que se les adjudica el título de “*scorpionflies*” o “*moscas escorpión*” (Byers y Thornhill, 1983).

Se ha observado un complejo ritual de apareamiento en familias como Bittacidae y Panorpidae (Fig. 2e), donde el macho prepara un presente nupcial compuesto por cadáveres de insectos o una masa salival rica en nutrientes. Al ser aceptada, la cópula se llevará a cabo durante el tiempo que la hembra tarde en consumir el presente (Gao y Hua, 2013; Grustán, 2015). Este comportamiento suele ser complementado con una “danza” de movimientos alares combinados con vibraciones abdominales por parte del macho, sumado a la excreción de feromonas ubicadas en sacos eversibles abdominales para atraer a su pareja. La posición de estos sacos varía de acuerdo a la familia. En Bittacidae, se encuentran entre los segmentos VI y VII o entre el VII y VIII; en Panorpidae y algunos Panorpididae se ubican en el bulbo genital (Byers y Thornhill, 1983).



Figura 2. Esquema del ciclo de vida de Mecoptera. **a)** Puesta de huevos en el sustrato, **b)** Desarrollo inicial y final de las larvas, **c)** Desarrollo prepupal y pupal, **d)** Imago y **e)** Ritual de cortejo y la cópula. Modificado de Myers *et al.* (2018).

Historia taxonómica de Mecoptera

Las primeras referencias formales al grupo datan de principios del siglo XVII, en las que se mencionan, esquematizan (Fig. 3) y clasifican dentro de los dípteros (Aldrovandi, 1605; Moffett, 1643). En 1758 Linneo describe y clasifica a estos organismos en el género *Panorpa*, dentro del orden Neuroptera (Linneo, 1758). Brauer (1885) los agrupa en la familia “*Panorpatae*”, que con la entrada en vigor del Código de Nomenclatura Zoológica pasaría a ser Panorpidae. Un año después, Packard (1886) los traslada a su propio orden, creando el grupo “*Mecaptera*”; sin embargo, nueve años después el nombre sería cambiado a “*Mecoptera*” por Comstock (1895).

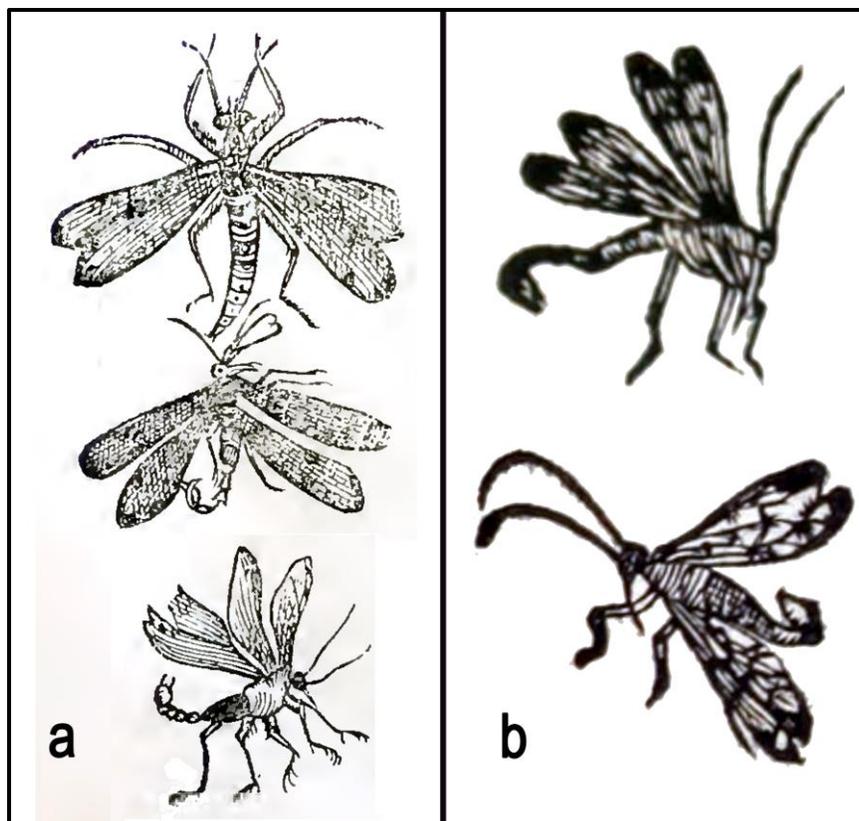


Figura 3. Primeros bosquejos de moscas escorpión de **a)** Moffett (1643). **b)** Aldrovandi (1605).

Entre los siglos XIX y XX se publicó la mayoría de los trabajos que sentaron las bases del conocimiento del grupo a nivel mundial, como los trabajos de: Bicha, 2018; Byers y Thornhill, 1983; Carpenter, 1931a, 1931b; Esben-Petersen, 1921; Hagen, 1861; Klug, 1836; Penny, 1975; Setty, 1940.

El mayor avance de la taxonomía del grupo en América se dio a partir de la segunda mitad del siglo XX, gracias a trabajos publicados por autores como Carpenter, Byers, Penny y Machado. Entre los más relevantes destacan “Revision of the nearctic Mecoptera” (Carpenter, 1931a), “*The biology of Mecoptera*” (Carpenter, 1931b), la serie “*Descriptions and distributional records of American Mecoptera I-IV*” (Byers, 1958, 1962, 1973, 1996e), “*Chave para as famílias e gêneros de Mecoptera (Insecta) da América, do sul dos Estados Unidos*” (Penny y Byers, 1979a), “*A checklist of the Mecoptera of the world*” (Penny y Byers,

1979b) y “*Neotropical Mecoptera (Insecta): New generic synonymies, new combinations, key to families and genera, and checklist of species*” (Machado *et al.*, 2009).

Clasificación y filogenia de Mecoptera

El orden Mecoptera pertenece al clado Mecopterida, junto con los órdenes Lepidoptera, Trichoptera, Diptera y Siphonaptera (Fig. 4), que comparten la reducción o pérdida de ovipositor (Grimaldi y Engel, 2005). Junto a Diptera y Siphonaptera forman parte del clado Antliophora (*antlia* “bomba” y *phoros* “que porta o usa”) debido a la presencia de una bomba espermática en los machos que favorece el suministro del esperma líquido durante la cópula (Grimaldi y Engel, 2005). El clado Mecopteroidea se compone de Mecoptera y Siphonaptera emparentados por presentar las proyecciones del proventrículo muy juntas, la presencia del músculo intraprofurcal y el patrón 9 + 2 en los microtúbulos del axonema espermático (Beutel *et al.*, 2014; Friedrich y Beutel, 2008).

La monofilia de Mecoptera se ha puesto en duda por varios autores (Beutel y Baum, 2008; Whiting, 2002), sin embargo, diversos trabajos morfológicos y moleculares sustentan la monofilia del orden (Friedrich *et al.*, 2013; Misof *et al.*, 2014; Peters *et al.*, 2014; Wiegmann *et al.*, 2009). Beutel y colaboradores (2014) emplean como autapomorfía del orden los segmentos abdominales que forman la capsula genital del macho, secundariamente modificada en Boreidae, y sugieren otras como la fusión del clípeo y el labro o la pérdida de todos los músculos de la hipofaringe.

Internamente el orden se divide en dos subórdenes: el primero llamado Nannomecoptera, distinguido por la carencia de la bomba espermática masculina, es representado por la familia Nannochoristidae (Willmann, 1987). El segundo es denominado Pistilifera, se compone de las ocho familias restantes y se caracteriza por la presencia de la

bomba espermática en sus representantes (Bicha, 2018). Esta bomba se compone de una cámara de bombeo y un pistilo, estructura que da nombre al clado.

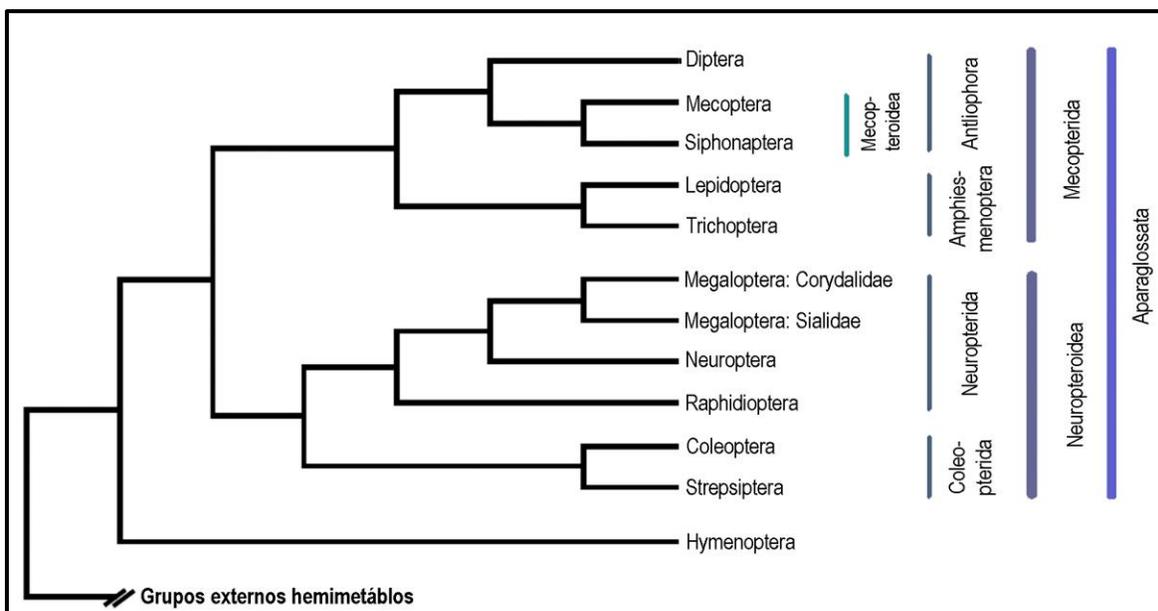


Figura 4. Filogenia de Holometabola, mostrando la posición filogenética del orden Mecoptera con base en un análisis de máxima verosimilitud con datos morfológicos. Modificado de Peters *et. al.* (2014).

Registro fósil y evolución de Mecoptera

Los mecópteros cuentan con una amplia historia evolutiva evidenciada por su morfología, gran registro fósil, hábitos y distribución. Son considerados insectos con morfología conservada, ya que presentan caracteres primitivos como ocelos grandes, piezas bucales mandibuladas, ambos pares de palpos, antenas largas y filiformes, diferenciación clara entre los segmentos meso y metatorácicos, venación completa e intrincada en familias más primitivas, entre otras características (Grimaldi y Engel, 2005).

Los fósiles más antiguos datan del Pérmico tardío, presentan menor tamaño, abundantes venas transversales y morfología simple (Beutel *et al.*, 2014). La mayoría pertenece a las familias extintas Permochoristidae y Orthophlebiidae, que son consideradas parafiléticas (Beutel *et al.*, 2014; Grimaldi y Engel, 2005; Penny, 1975).

Algunos fósiles mecopteroideos como *Saurophthirus longipes* Ponomarenko, 1976 del Cretácico temprano y *Strashila incredibilis* Rasnitsyn, 1992 del Jurásico tardío (Fig. 5), presentan diseños corporales que reflejan posibles hábitos ectoparásitos (por la ausencia de alas y la longitud y forma de sus patas), características que los asemejan en mayor medida con Siphonaptera y evidencian su divergencia en el clado Mecopteroidea (Grimaldi y Engel, 2005).

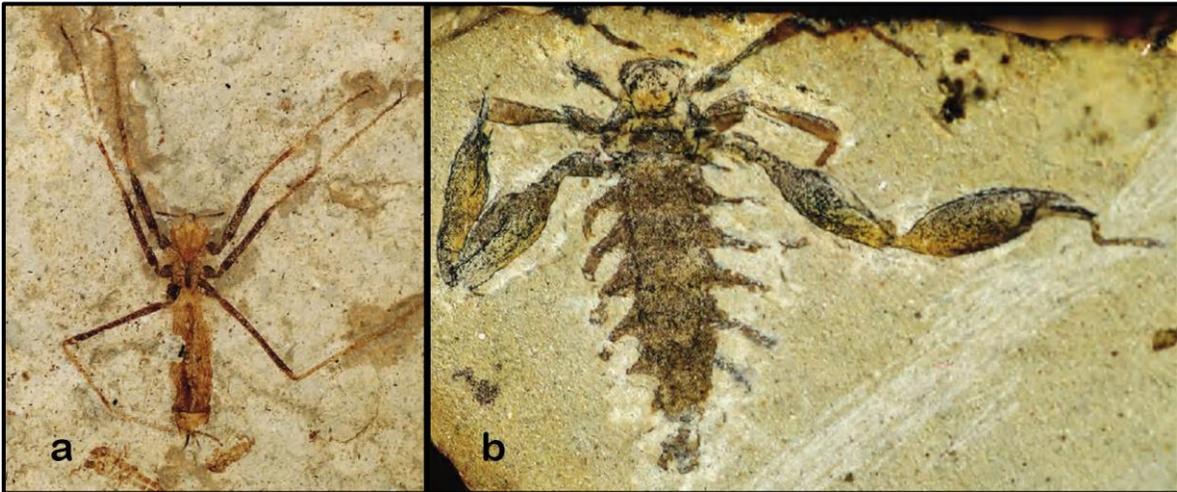


Figura 5. Fósiles mecopteroideos. **a)** *Saurophthirus longipes* Ponomarenko, 1976. **b)** *Strashila incredibilis* Rasnitsyn, 1992. Tomado de Grimaldi y Engel (2005).

La familia Bittacidae

Esta familia fue creada por Enderlein (1910), donde se registró a *Bittacus italicus* (Müller, 1766). Desde entonces se han descrito 18 géneros y un aproximado de 217 especies distribuidas en zonas tropicales de África, América, Asia, Australia y Europa, con un posible origen gondwánico (Bicha, 2018; Machado, 2019; Machado *et al.*, 2018).

Es la segunda familia más rica de especies del orden, no obstante, se encuentra poco representada en colecciones. Pueden ser confundidos con ejemplares de la familia Tipulidae (Diptera), ya que son similares en tamaño y forma corporal, además de que presentan extremidades alargadas, y ocupan un hábitat similar (Setty, 1940). La forma de distinguirlos

se encuentra en las alas, ya que los tipúlidos son dípteros y presentan el segundo par reducido en forma de halterios, mientras que los bitácidos cuentan con ambos pares completos y casi del mismo tamaño, además, presentan una cabeza más robusta y el rostro es más agudo (Contreras-Ramos y Gelhaus, 2002).

Los adultos de la familia Bittacidae poseen hábitos depredadores, pueden llevar una dieta compuesta por insectos pequeños, babosas, nemátodos y arañas, sin embargo, su preferencia varía de una especie a otra (Palmer, 2010). Son considerados como la familia más especializada; el tarso presenta una uña prensil, los adultos se cuelgan de la vegetación con ayuda de las patas delanteras y medias, mientras emplean las traseras para sujetar a sus presas (Fig. 6) (Penny, 1975). Esta pose tan característica los hace acreedores del título de “*hangingflies*” o “*moscas colgantes*” (Setty, 1940).

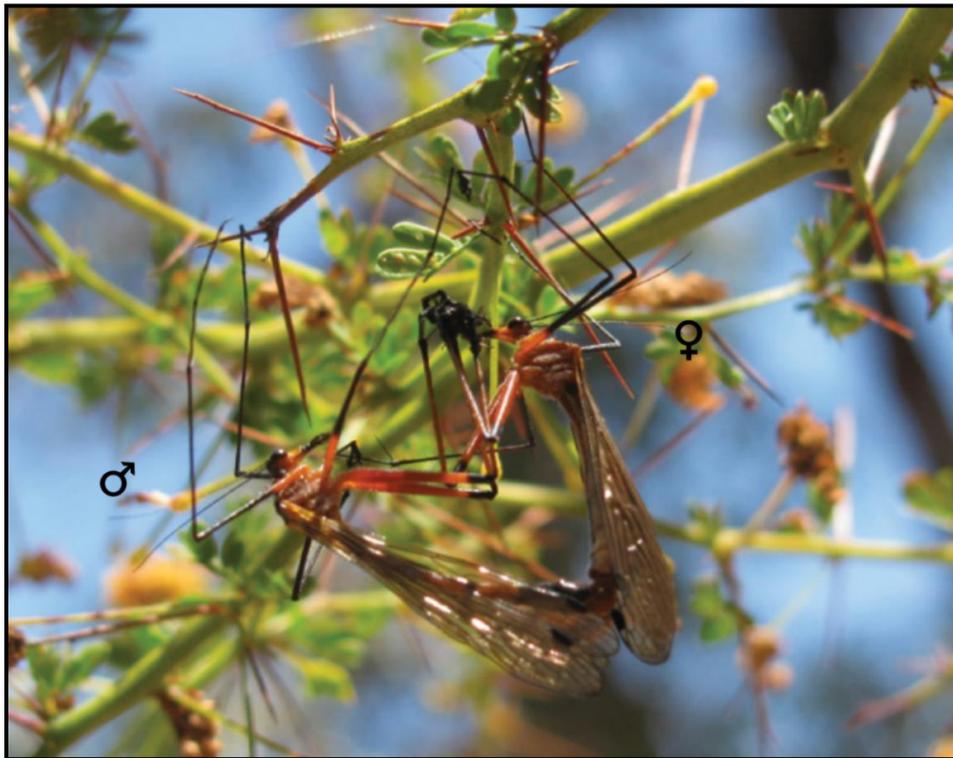


Figura 6. Imagen del hábito y cópula de *Harpobittacus similis* Esben-Petersen 1935 (Mecoptera: Bittacidae). Modificado de Bicha (2018).

Morfología de Bittacidae

Los bitácidos son insectos de aspecto tipuliforme (Fig. 7a), de cabeza hipognata, ojos con disposición dicóptica u holóptica y piezas bucales delgadas y alargadas. Presentan antenas filiformes, normalmente cubiertas con sedas cortas, aunque en algunas especies pueden ser alargadas (Figs. 7b y 7c). El tórax es pequeño y abultado, las patas presentan un par de espinas alargadas al final de la tibia y una uña prensil al finalizar cada tarso, el cuál se encuentra pentasegmentado. Las alas son similares en forma y tamaño; los géneros *Anomalobittacus* Kimmins, 1928 y *Apterobittacus* McLachlan, 1893 son ápteros (Bicha, 2018; Griffiths, 2008). Su venación alar (Figs. 8a y 8b) se compone de las venas costal (C), subcostal (SC), radial (R), sector radial (RS), media o medial (M), cubital (Cu), y anal (A). La cantidad, longitud y número de bifurcaciones varían de acuerdo al género, al igual que las venas transversales y las máculas; la primera bifurcación de la vena M presenta un área quitinosa denominada *thyridium*. Se puede observar una mancha o punto conocido como *nygmata* en la celda ubicada entre las venas RS y M, y otro más en la celda entre R_5 y M_{1+2} (Setty, 1940). El abdomen del macho está dividido en nueve segmentos visibles, el tergo del noveno se alarga y bifurca en dos ramas con forma de cláspes (Figs. 8c y 8d), que se conocen como apéndice epiandral (Byers, 1996a), lóbulos epiandrales (de la Torre-Bueno *et al.*, 1989) o epiandro (Tuxen, 1970). El décimo y onceavo segmentos se encuentran fusionados, de donde aparece una estructura bifurcada, cuyas ramas superior e inferior son variables en longitud, suelen ser nombradas como uncus y gnatos respectivamente (Setty, 1940), apéndice dorsal y placa supra anal (Tuxen, 1970) ó próctiger (Crampton, 1918). El ano se encuentra ubicado en el centro de estas dos ramas y de los laterales sobresalen los cercos. En la región inferior se encuentra la falobase y un delgado y alargado edeago, ubicados sobre el basistilo,

estructura compuesta por la fusión de los coxopoditos del noveno esternito (Setty, 1940). Por último, en cada ápice lateral del basistilo sobresale un disistilo de tamaño y longitud variable.

Las hembras son semejantes al macho, sin embargo presentan menor tamaño, abdomen más abultado y tienen una región genital simple (Fig. 8e, 8f). La región genital femenina presenta una placa subgenital (Sgp) compuesta por la fusión de los esternitos octavo y noveno; en la región apical sobresalen dos cercos no segmentados, con abundantes sedas y en ocasiones se visualiza un corto décimo segmento por en medio de los cercos (Setty, 1940).

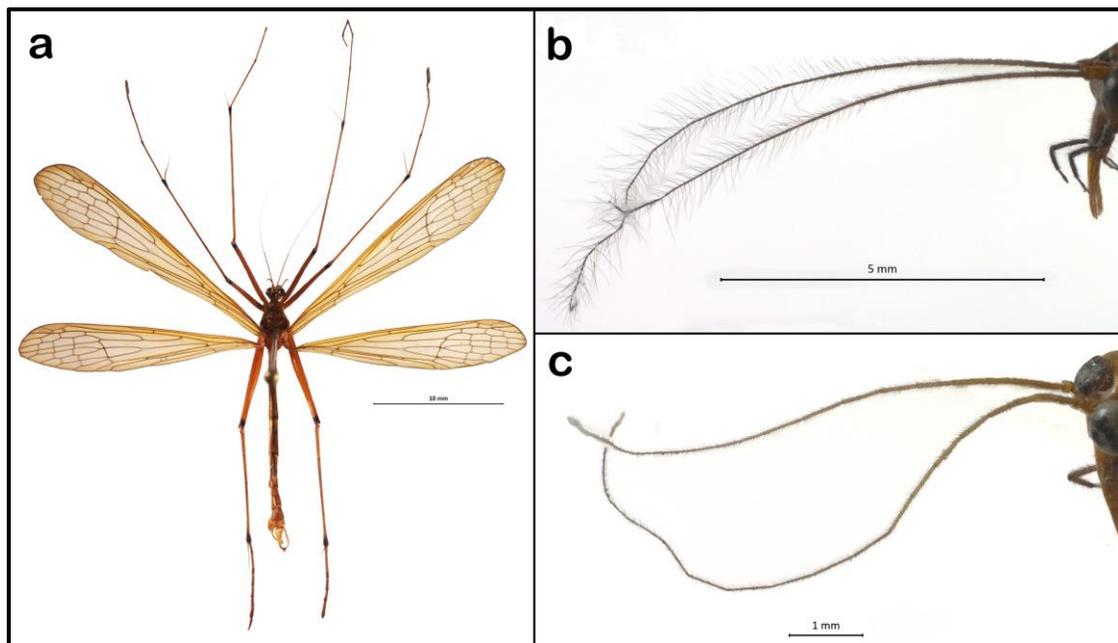


Figura 7. Hábito y dos tipos de antenas en *Bittacus* Latreille, 1805 (Mecoptera: Bittacidae). **a)** Hábito de *B. mexicanus* Klug 1836. **b)** Antenas filiformes con sedas largas de *B. mexicanus*. **c)** Antenas filiformes con sedas cortas de *B. banksi* Esben-Petersen 1915.

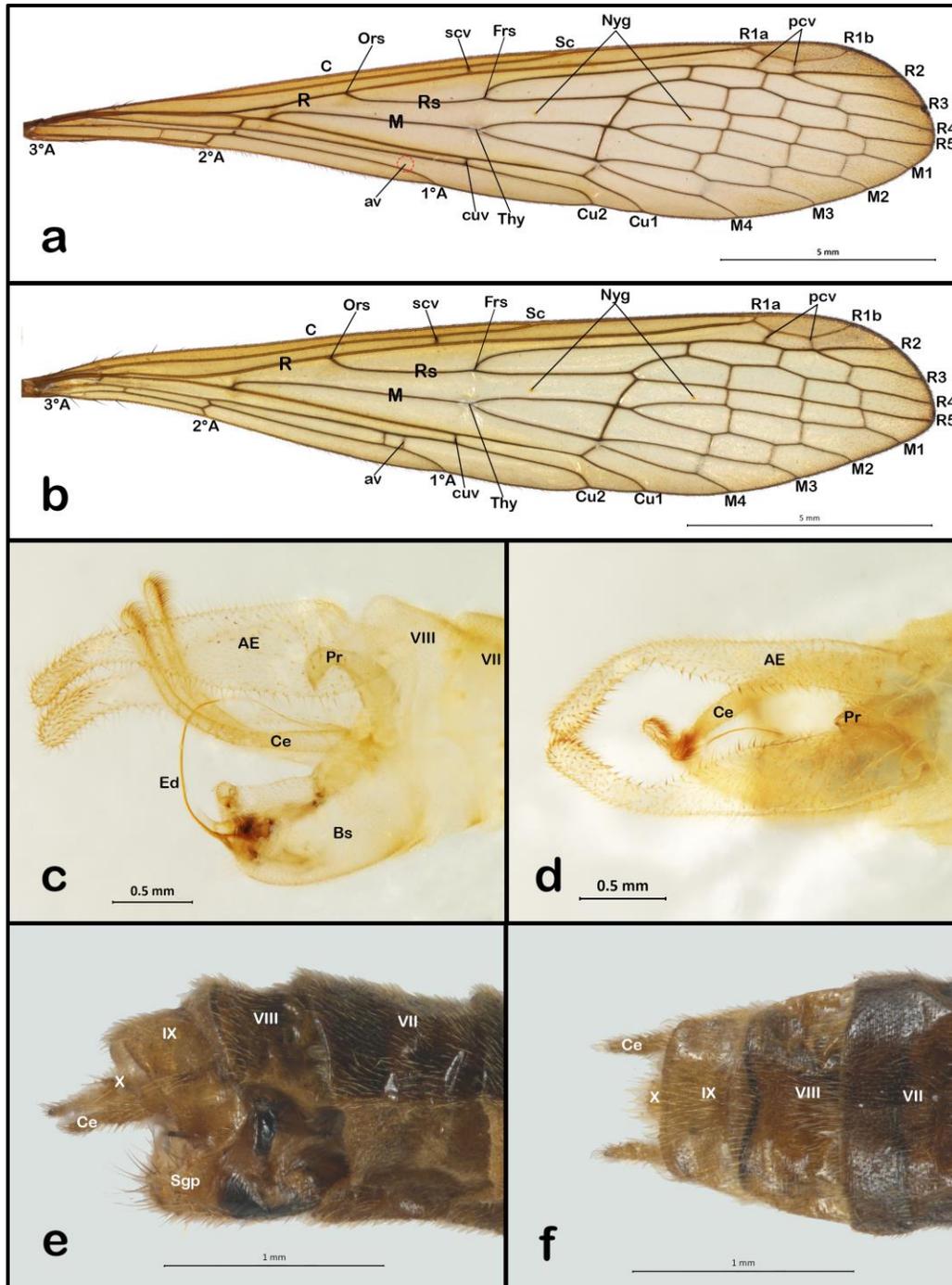


Figura 8. Morfología general de alas, genitales del macho y hembra de Bittacidae (Mecoptera) (modelo *Bittacus mexicanus* Klug, 1836). **a)** Venación y forma del ala anterior. **b)** Venación y forma del ala posterior. **c)** Genitales masculinos, vista lateral. **d)** Genitales masculinos, vista dorsal. **e)** Genitales femeninos, vista lateral, **f)** Genitales femeninos, vista dorsal. Abreviaturas: **A**, vena anal; **AE**, apéndice epiandral o epiandro; **av**, vena transversal anal; **Bs**, basistilo; **C**, vena costal; **Ce**, cerco; **Cu**, vena cubital; **cuv**, vena transversal cubital; **Ed**, edeago; **Frs**, bifurcación del sector radial; **M**, vena media; **Nyg**, *nygmata*; **Ors**, origen del sector radial; **pcv**, vena transversal pterostigmal; **Pr**, proctiger; **R**, vena radial; **Rs**, sector radial; **Sc**, vena subcostal; **scv**, vena transversal subcostal; **Sgp**, placa subgenital; **Thy**, *thyridium*.

ANTECEDENTES

Mecoptera en México

México cuenta con un total de 49 especies registradas de Mecoptera, de las que 34 pertenecen a la familia Panorpidae y 15 a Bittacidae; 44 de las 49 especies (90%) que habitan en México son endémicas. Byers (1996b) infiere que algunas familias neárticas como Boreidae y Meropeidae podrían ser encontradas en el país, así como otros géneros de las familias ya mencionadas. Un ejemplar del género *Nannobittacus* Esben-Petersen, 1927 fue recolectado en el sur de México por Byers (2000), sin embargo, hasta el momento no ha sido registrada ninguna especie.

La familia Panorpidae cuenta con un solo género (*Panorpa* Linneaus, 1758) distribuido al suroeste, centro y sur del país, en zonas húmedas y áreas montañosas por encima de los 1200 m; el 97% de las especies de *Panorpa* mexicanas son endémicas (Bicha, 2006; Contreras-Ramos *et al.*, 2014).

Los trabajos sobre la fauna mexicana de Mecoptera más recientes y destacados son los de Byers (2011) y Contreras-Ramos *et al.* (2014), quienes realizaron los compendios más completos y actualizados sobre las especies de Mecoptera en México, enlistadas y con distribución nacional; el trabajo de Villagomez *et al.* (2015) quienes actualizaron la distribución de *Eremobittacus spinulatus* Byers, 1997 y elaboraron una redescipción que incluye la descripción de la hembra y el artículo de Garza-Sánchez *et al.* (2019) donde registraron el género *Bittacus* Latreille, 1805 para el estado de Tamaulipas.

Bittacidae en México

La familia Bittacidae presenta cinco géneros (*Bittacus* Latreille 1805, *Eremobittacus* Byers, 1997, *Hylobittacus* Byers, 1972, *Kalobittacus* Esben-Petersen, 1914, *Nannobittacus* Esben-

Petersen 1927) y 15 especies (Cuadro 2) distribuidas en regiones cálidas y húmedas del país (Contreras-Ramos *et al.*, 2014). 11 de las 15 especies (73%) de Bittacidae de México son endémicas (Byers, 2011; Contreras-Ramos *et al.*, 2014).

El conocimiento sobre la taxonomía de estas especies es escaso y a pesar de que la mayoría (8 spp.) fueron descritas después de 1993, muchas tienen información taxonómica poco útil o carecen de imágenes complementarias para la identificación de sus especies. En el cuadro 2 se muestra el estado de conocimiento de los caracteres más relevantes para la identificación de las especies de Bittacidae en México.

Cuadro 2. Listado de características relevantes para la identificación de los Bittacidae de México. Se señala con una “√” la presencia y con “X” la ausencia del conocimiento de características diagnósticas, comenzando por la descripción e imagen de la región genital masculina; la venación alar; la existencia de una descripción de la hembra y la descripción e imagen de la región genital femenina. Se señala con asterisco (*) las aportaciones realizadas en este trabajo.

Especie	Genitales masculinos	Venación alar	Hembra descrita	Genitales femeninos
<i>Bittacus alexanderi</i> Byers, 1999	√*	X*	√	√
<i>B. banksi</i> Esben-Petersen, 1915	√*	√*	X	X
<i>B. hansonii</i> Byers, 2004	√	X	√	√
<i>B. mexicanus</i> Klug, 1836	√*	X*	√*	√*
<i>B. occidentis</i> Walker, 1853	√*	√*	X	X
<i>B. peninsularis</i> Byers, 1996	√*	X*	√	√
<i>B. sylvaticus</i> Byers, 1996	√	X	X	X
<i>B. texanus</i> Banks, 1908	√	√	X	X
<i>B. whartoni</i> Byers, 2000	√	X	X	X
<i>Eremobittacus sodalium</i> Byers, 2011	√	X	X	X
<i>E. spinulatus</i> Byers, 1997	√*	√*	√	√
<i>Hylobittacus apicalis</i> (Hagen, 1861)	√	√	X	X
<i>Kalobittacus bimaculatus</i> Esben-Petersen, 1914	√*	√*	X	X
<i>K. masoni</i> Byers, 1994	√*	√*	√	√
<i>K. similis</i> Byers, 1994	√	X	√	√

En la actualidad no existen claves de identificación para las especies de la familia, ni para el orden en nuestro país. No obstante, existen diversos trabajos taxonómicos con claves relevantes para la fauna de bitácidos en México (Cuadro 3).

Cuadro 3. Literatura taxonómica relevante para la fauna de Bittacidae de México.

Autor	Descripción
Hine (1898)	Descripción de especies de <i>Bittacus</i> Latreille, 1805 norteamericanas
Esben-Petersen (1914)	Descripción del género <i>Kalobittacus</i> Esben-Petersen, 1914
Esben-Petersen (1921)	Monografía del orden Mecoptera del mundo
Esben-Petersen (1927)	Descripción del género <i>Nannobittacus</i> Esben-Petersen, 1927
Setty (1940)	Biología y morfología de Bittacidae, clave de especies neárticas
Webb <i>et al.</i> (1975)	Clave ilustrada para los Bittacidae de Illinois
Penny y Byers (1979)	Checklist de Mecoptera del mundo
Byers (1979)	Descripción del género <i>Hylobittacus</i> Byers, 1979 y su registro en México
Byers (1994)	Taxonomía de las especies mexicanas de <i>Kalobittacus</i> Esben-Petersen, 1914
Byers (1997)	Descripción del género <i>Eremobittacus</i> Byers 1997, y la especie tipo de México
Machado <i>et al.</i> (2009)	Clave para familias y géneros neotropicales de Mecoptera
Villagomez <i>et al.</i> (2015)	Redescripción de <i>Eremobittacus spinulatus</i> Byers, 1997 con clave de especies

JUSTIFICACIÓN

El orden Mecoptera se encuentra escasamente estudiado en México. Estos insectos cumplen una función ecológica importante en sus hábitats, participando como degradadores de materia orgánica, depredadores y controladores de otros invertebrados, por lo que su estudio es relevante para comprender la relación que tienen con otras especies en las comunidades donde habitan. Los ejemplares de este orden se encuentran poco representados en colecciones científicas, y gran parte de la información existente ha sido publicada hace más de una década, por lo que el avance en el estudio de la taxonomía del grupo facilitará trabajos posteriores sobre su ecología, biogeografía, etología, entre otros temas. Este trabajo complementa el conocimiento taxonómico y la distribución de las especies registradas en México, con la descripción taxonómica de una posible especie nueva y la redesccripción de *Bittacus mexicanus* Klug 1836; del mismo modo, pretende facilitar la identificación de los bitácidos mexicanos a través de una clave taxonómica.

OBJETIVO

General

Actualizar el conocimiento taxonómico y de la diversidad de especies de la familia Bittacidae (Mecoptera) en México.

Particulares

1. Elaborar la diagnosis, descripción o redescrpción, de las especies analizadas en este trabajo.
2. Aportar nuevos datos sobre la distribución de las especies.
3. Elaborar una clave taxonómica para la identificación de las especies de Bittacidae (Mecoptera) de México.

MATERIALES Y MÉTODO

Colecciones

Los ejemplares estudiados (n = 130) pertenecen a cinco colecciones científicas nacionales y una internacional (Cuadro 4).

Cuadro 4. Listado de colecciones científicas de donde se estudiaron ejemplares. En negritas se encuentran los acrónimos oficiales de cada colección.

Colección	Ejemplares
Colección Nacional de Insectos (CNIN), Instituto de Biología, UNAM, Ciudad Universitaria, Ciudad de México.	76
Estación de Biología de Chamela (EBCh), Instituto de Biología, UNAM; Chamela, Jalisco.	33
Texas A&M University Insect Collection (TAMUIC); College Station, Estados Unidos.	14
Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas” (EBTLT), Instituto de Biología, UNAM, Los Tuxtlas, Veracruz.	3
Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental (MHN); Bosque de Chapultepec, Ciudad de México.	3
Universidad de Guadalajara: Centro de Estudios en Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CZUG); Zapopan, Jalisco.	1

Curación

La mayor parte de los ejemplares se encontraban montados en seco con alfileres entomológicos; los especímenes en malas condiciones fueron reblandecidos y remontados con ayuda de un restirador para alas; los ejemplares preservados en alcohol se montaron en seco con alfileres entomológicos. Se renovaron algunas etiquetas de localidad en mal estado y se añadió la identificación de cada ejemplar en una segunda etiqueta. La información de cada espécimen fue registrada en una base de datos realizada durante este trabajo.

Identificación

La identificación a nivel específico se elaboró analizando los genitales masculinos, los cuales fueron previamente disecados y aclarados. El procedimiento consistió en cortar los últimos cuatro segmentos abdominales del macho con tijeras quirúrgicas e introducirlo en hidróxido de potasio (KOH) al 10% en un tubo de ensayo. Para acelerar el proceso se colocó en baño María por unos minutos, monitoreando al microscopio para evitar excesiva aclaración o degradación de tejidos, y hasta observar con claridad las estructuras internas. Una vez aclarada, se enjuagó con agua destilada y luego etanol al 80% para detener la reacción del KOH y se almacenó en un microvial con glicerina.

Se emplearon caracteres de la venación alar como la presencia o ausencia de la vena anal transversal (av), la longitud de 1A, la posición de la vena transversal subcostal (scv) con respecto al origen y bifurcación del sector radial (Ors y Frs) y la posición de la bifurcación del sector radial (Frs) con respecto a la bifurcación de la vena media (Fm); así como los patrones maculares pterostigmales, en algunas venas transversales y en la región apical.

La observación de los especímenes se realizó con un microscopio estereoscópico Carl Zeiss Discovery V8. La identificación se hizo con ayuda de las descripciones originales de cada especie, y las claves de Esben-Petersen (1921), Byers (1994), Machado *et al.*, (2009) y Villagomez *et al.* (2015).

Descripciones

Se elaboró una ficha con información diagnóstica de cada taxón a partir del estudio de los ejemplares, de las publicaciones originales y de publicaciones recientes (Banks, 1908; Byers, 1962, 1994, 1996a, 1997, 1999, 2000, 2004, 2011; Esben-Petersen, 1915, 1921, 1914; Hagen, 1861; Hine, 1898; Villagomez *et al.*, 2015; Walker, 1853). Cada ficha es presentada en orden

alfabético y complementada con imágenes del hábito, alas y región genital masculina, así como de medidas corporales y alares. En la sección de datos de distribución por ejemplar, se añadió entre corchetes “[]” información complementaria que no estaba presente en la etiqueta del espécimen.

La longitud corporal se tomó desde la región anterior de la frente hasta la parte terminal del abdomen y la longitud alar desde la membrana que une el ala al tórax, hasta la punta del ala, todas las medidas fueron tomadas con un vernier digital marca *Digital caliper* (precisión de 0.01 mm).

Las fotografías fueron tomadas con el equipo multifocal del Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad del Instituto de Biología, que consta de un microscopio Carl Zeiss AXIO Zoom.V16, una cámara AxioCam MRc5 (5 megapíxeles) y el programa ZEN 2012 (blue edition). Las imágenes obtenidas se editaron con Adobe Photoshop 2020. Las abreviaciones utilizadas en las diagnósis y descripciones (Cuadro 5) pertenecen al formato combinado de las descripciones elaboradas por Setty (1940) y Esben-Petersen (1921).

Las medidas son dadas en milímetros; n = número de ejemplares utilizados para las mediciones; entre paréntesis se indican los promedios de las mediciones para cada estructura; un asterisco denota los nuevos registros a nivel estatal.

Cuadro 5. Abreviaturas de venación alar empleadas en las diagnósis y descripciones de este trabajo. Las abreviaturas siguen la terminología de Esben-Petersen (1921) y Setty (1940). Se añade *Nyg* para *Nygmata* y *Thy* para *Thyridium*.

Abreviatura	Significado
A	Vena anal
av	Vena transversal anal
C	Vena costal
Cu	Vena cubital
cuv	Vena transversal cubital
Frs	Bifurcación del sector radial
M	Vena media
Fm	Bifurcación de la vena media
Nyg	<i>Nygmata</i>
Om	Origen de vena media
Ors	Origen del sector radial
Pt	Pterostigma
pcv	Vena transversal pterostigmal
R	Vena radial
Rs	Sector radial
Sc	Vena subcostal
scv	Vena transversal subcostal
Thy	<i>Thyridium</i>

Clave de identificación

Se elaboró una clave de identificación para las especies de la familia Bittacidae distribuidas en México, con base en la información diagnóstica de los ejemplares analizados en este trabajo y las claves de Esben-Petersen (1921), Webb *et al.* (1975), Byers (1994), Machado *et al.* (2009) y Villagomez *et al.* (2015). Para esquematizar la clave, se citan figuras de dichos autores.

Registros de distribución

Con base en la literatura y los datos provenientes de los ejemplares estudiados, se elaboró un mapa actualizado de los registros de distribución de Bittacidae a nivel estatal. El mapa fue elaborado con el programa Quantum Gis, versión 2.18.16, las capas utilizadas se obtuvieron del portal www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

RESULTADOS

Identificación taxonómica

A continuación se presenta la diagnosis e información taxonómica para siete especies de Bittacidae halladas en este trabajo, así como la redescipción de *Bittacus mexicanus* Klug, 1836 y la descripción preliminar de una posible especie no descrita del género *Bittacus* Latreille, 1805.

Familia Bittacidae Enderlein, 1910

Género tipo. *Bittacus* Latreille, 1805.

Diagnosis. Cuerpo delgado y alargado, tarsos pentasegmentados, quinto tarsómero con uña terminal que al doblarse alcanza al cuarto tarsómero, edeago presente en machos.

Género *Bittacus* Latreille, 1805

Especie tipo. *Bittacus italicus* (Müller, 1766)

Diagnosis. Ojos bien separados de las antenas; alas presentes, en ocasiones con manchas, ala posterior con vena 1A unida a Cu₂ por una corta distancia; artejo basal del tarso posterior más largo que el cuarto artejo. Modificado de Esben-Petersen, 1921.

Bittacus alexanderi Byers 1999

(Fig. 9)

Bittacus alexanderi Byers, 1999:121.

Holotipo. No estudiado. Macho, Puebla, México. Biodiversity Institute & Natural History Museum, Kansas, Estados Unidos.

Diagnosis. scv se ubica antes de Frs, av presente, 1A termina antes de Frs, ramas del epiandro con una proyección roma en la región dorsomedial de cada rama, con abundantes espinas en su ápice. Hembra de menor tamaño que el macho. Modificado de Byers, 1999.

Medidas. Longitud del cuerpo ♂ 19-21 mm, ♀ 16-20 mm; largo del ala anterior ♂ 22-24 mm, ♀ 22-23 mm (Byers 1999). Este trabajo (n♂=13, n♀=11): Longitud del cuerpo ♂ 16.8-23.5 mm (\bar{X} =20.7 mm), ♀ 12-24 mm (\bar{X} =16.9 mm); largo del ala anterior ♂, 23.5-24.9 mm (\bar{X} =24.2 mm), ♀ 18.3-24.6 mm (\bar{X} =22.4 mm).

Distribución. México: Puebla, Oaxaca* y Sonora*. Altitud máxima de 1080 m y mínima de 760 m.

Material examinado. México, Oaxaca: Pinotepa Nacional, 17.vi.1982, A. Ibarra, M. García, 1♀ (CNIN); 19 Km SSE de Cuicatlán, 17°38'907" N, 96°54'703" O, 760 m, 20.viii.1998, S. Zaragoza, 1♀ (EBCh); 25.2 km SE de San Juan Bautista, Cuicatlán, Dominguillo, 17°37'16.38" N, 96°55'10.02" W, 1000 m, 22.viii.1998, S. Zaragoza, F. Noguera, E. González, E. Ramírez, 1♀, trampa Malaise (CNIN); Cuicatlán, Dominguillo, 17°38'907" N, 96° 54'703" W, 760 m, 16.x.1998, S. Zaragoza, 8♂, 4♀, trampa de luz (CNIN); 26 Km SSE de Cuicatlán, 17°36.988' N, 96°55.392' W, 1080 m, 16.x.1998, S. Zaragoza *et al.*, 4♂, 2♀, trampa de luz (EBCh); 21 Km SSE de Cuicatlán, 17°38.064' N, 96°54.825' O, 860 m, 17.x.1998, E. Ramírez, 1♀, trampa de luz (EBCh); Cuicatlán, Dominguillo, 17°38'907" N, 96° 54'703" W, 760 m, 18.x.1988, S. Zaragoza, F. Noguera, E. González, E. Ramírez, 1♀, trampa Malaise (CNIN). **Sonora:** Mpio. Moctezuma, Rancho la Montosa, camino, 29°34.314'N, 109°58.121'W, 930 m, 22.ix.2019, Cancino, Marquez, Contreras, 1♂, bosque espinoso, red aérea (CNIN).

Observaciones. Byers (1999) menciona que esta especie se asemeja a *Bittacus banksi* Esben-Petersen, 1915 y *Bittacus spatulatus* Byers, 1996 por presentar cercos delgados y alargados,

así como las ramas del epiandro paralelas, no obstante, de estas dos sólo *B. banksi* se encuentra en México. *B. alexanderi* es más parecida a *Bittacus texanus* Banks, 1908 por la forma del epiandro y la presencia de un proceso espinoso visible en vista dorsal, sin embargo, *B. alexanderi* tiene un proceso angosto en su base, con una serie de espinas en su punta y otras más después de este (Figs. 9d y 9e), además de una serie espinosa en la base inferior del epiandro (Fig. 9e); el proceso en *B. texanus* tiene una base ancha y un patrón de espinas central desde la base del epiandro hasta la región apical de la protuberancia (Webb *et al.*, 1975, figs. 41 y 42). El único ejemplar proveniente de Sonora presenta una variación en el tamaño del proceso en el interior del epiandro, el cual es más corto que en los demás ejemplares de *B. alexanderi* revisados.

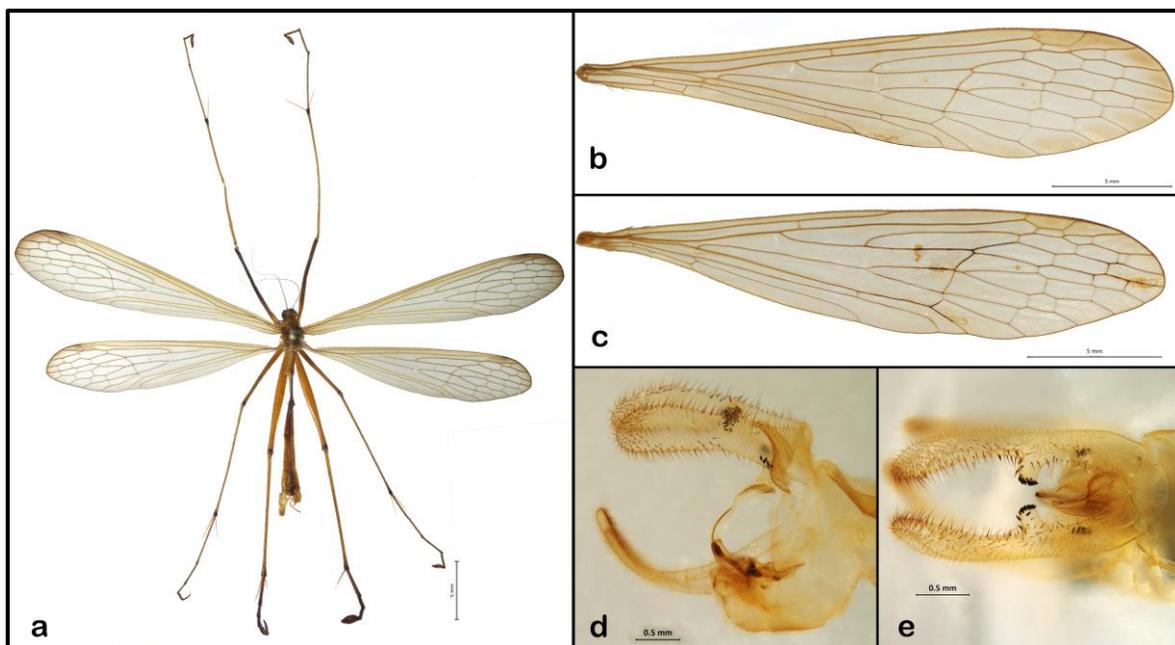


Figura 9. Macho de *Bittacus alexanderi* Byers, 1999 (Mecoptera: Bittacidae). **a)** Hábito dorsal. **b)** Ala anterior. **c)** Ala posterior. **d)** Genitales, vista lateral. **e)** Genitales, vista dorsal.

Bittacus banksi Esben-Petersen, 1915

(Figs. 7c y 10)

Bittacus banksi Esben-Petersen, 1915:238; Esben-Petersen, 1921:143; Byers, 1954:503; Byers, 1958:221; Byers, 1983:693; Byers, 2004:141.

Holotipo. No estudiado. Macho, Guerrero, México. Colección de Esben-Petersen en el Museo Universitario de Zoología de Copenhague, Dinamarca.

Diagnosis. Frs poco antes de Fm, cuv a la altura de Fm, av presente, 1A se une al margen posterior a la altura de Frs; ramas del epiandro largas y un poco curvas hacia su interior, serie de espinas en la región superior interna y en la base inferior del epiandro. Hembra de menor tamaño que el macho. Modificado de Esben-Petersen, 1921.

Medidas. Largo del ala anterior ♂ 23 mm; largo del ala posterior ♂ 21 mm (Esben-Petersen 1921). Este trabajo (n♂=16, n♀=3): Longitud del cuerpo ♂ 16.8-24.2 mm (\bar{X} =20 mm), ♀ 15-19 mm (\bar{X} =17.2 mm); largo del ala anterior ♂ 20-27 mm (\bar{X} =24 mm), ♀ 20.4-21.6 mm (\bar{X} =21 mm).

Distribución. México: Chiapas*, Colima*, Guerrero, Jalisco, Estado de México*, Morelos, Nayarit*, Oaxaca*, Yucatán. Guatemala, El Salvador, Costa Rica. Altitud máxima de 1680 m y mínima de 12 m.

Material examinado. México, Chiapas: 27 Km oeste de Cintalapa, 9.vii.1990, R. W. Jones, 1♂, luz (TAMUIC). **Colima:** Colima, 5.viii.1978, Pitt y Schaffner, 1♂, 1♀, luz (TAMUIC); **Guerrero:** 17 Mi al este de Acapulco, 9.vii.1974, Clarck, Murray, Ashe, Schaffner, 1♂, luz (TAMUIC). **Jalisco:** Est. Biología Chamela, 30.ix.1977, C. R. B[eutelspacher], 1♂ (CNIN); Tequila, Volcán de Tequila, 1250 m, 8.ix.1994, H. E. Fierros, 1♂ (CZUG); Mpio., La Huerta, Chamela Biol., 28.vii.1996, Wm. Godwin, 1♀, luz blanca/uv (TAMIUC); Est. Biol.

Chamela, Camino Chachalaca, 31.vii.1996. González, Wooley, 1♂, selva baja, trampa Malaise (TAMUIC); Estación de Biología Chamela, 99 m, 28.vii.2011, E. Martínez y O Pérez, 2♂, trampa de luz, cerca del laboratorio (CNIN). **Estado de México:** Chalmita, 1680 m, 9.viii.2013, F. Villagomez y A. Martínez, 2♂, trampa de luz (CNIN). **Morelos:** Estación biológica El Limón, 18°32'32.67" N 98°56'9.6" W, 1326 m, 22.vii.2014, I. G. Gutiérrez-Carranza, 1♂ (CNIN). **Nayarit:** San Francisco, 12 m, 18.x.1989, A. Cadena 1♂ (CNIN). **Oaxaca:** Pinotepa Nacional, 17.vi.1982, A. Ibarra y M. García, 1♂ (CNIN); Pinotepa, 200 m, 1.vii.2014, [sin colector], 1♂, 1♀ (CNIN). **Veracruz:** Palma Sola, 23.viii.1973, P. Reyes, C. Huerta, S. Gómez, 1♂, pastizal, restos de selva caducifolia (MHN); misma localidad, 28.viii.1973, P. Reyes, C. Huerta, S. Gómez, 1♂, pastizal con vegetación secundaria, atraído a la luz (MHN).

Observaciones. Esben-Petersen (1915) compara a esta especie con *B. mexicanus*, en aquellos años eran las únicas especies descritas de México en 1915. *B. banksi* presenta similitud con *B. hansonii* Byers, 2004 y *B. parkeri* Byers, 2004 principalmente por la forma del epiandro y el patrón de espinas que presentan. *B. banksi* ostenta un patrón de espinas predominante en la región superior-central de la cara interna del epiandro, otro pequeño grupo espinoso dirigido hacia abajo, ubicado cerca de la base, en la región inferior del epiandro (Fig. 10d) y las ramas del epiandro se encuentran dobladas hacia el interior (Fig. 10e). En *B. hansonii* el patrón de espinas inicia en la región central superior y termina en la región inferior del epiandro, cerca de la base se encuentra un grupo estrecho de sedas gruesas o espinas alargadas, dirigidas hacia arriba y las ramas de epiandro se encuentran dobladas mostrando el ápice interior en vista dorsal (Byers, 2004, figs. 1-3). *B. parkeri* presenta un proceso diagonal espinoso, que inicia cerca de la base superior del epiandro y termina en la inferior, el cual conecta con una serie de sedas que se alargan en la parte apical del epiandro, presenta

un grupo de espinas cerca de la base del epiandro y ramas dobladas como en *B. banksi* (Byers, 2004, figs. 5-7). Ya que no se cuenta con ejemplares de estas especies, no es posible realizar una distinción más allá de la información que brindan las descripciones originales, sin embargo, consideramos necesaria la redescrición de *B. banksi*, mediante la revisión del holotipo de esta especie y de las ya mencionadas, así como el uso de técnicas moleculares para delimitarlas con mayor precisión.

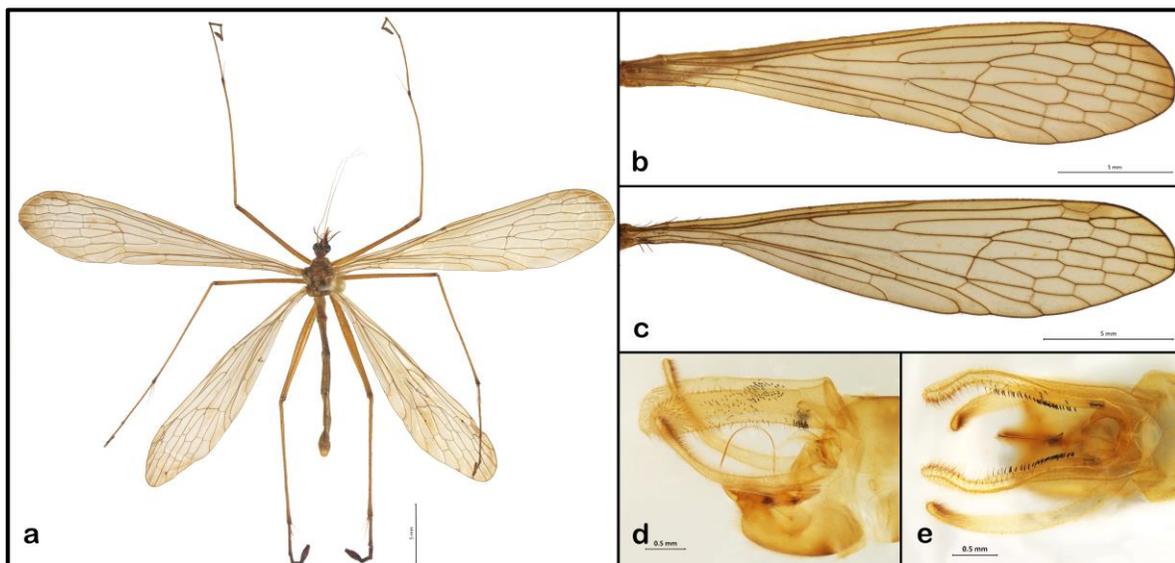


Figura 10. Macho de *Bittacus banksi* Esben-Petersen, 1915 (Mecoptera: Bittacidae). **a)** Hábito dorsal. **b)** Ala anterior. **c)** Ala posterior. **d)** Genitales, vista lateral. **e)** Genitales, vista dorsal.

Bittacus mexicanus Klug, 1836

(Figs. 7a, 7b y 8)

Bittacus mexicanus Klug, 1836:99; Walker, 1853:466; Hagen, 1861:246; Hine, 1898:111; Esben-Petersen, 1921:144; Byers, 1958:221; Byers, 2004:141.

Holotipo. No estudiado. Macho, México. Colección del Museo Zoología de la Universidad Humboldt, Berlín, Alemania.

Diagnosis. Antenas pilosas; Fm poco antes de Frs, av ausente, cuv a la altura de Fm; el epiandro se estrecha hacia la región apical, sin espinas ventrales, cercos más cortos que el epiandro. Hembras de menor tamaño y con abdomen más oscuro.

Medidas. Este trabajo ($n_{\text{♂}}=12$, $n_{\text{♀}}=17$): Longitud del cuerpo ♂ 16.9-21.6 mm ($\bar{X}=19$ mm), ♀ 14.6-18.2 mm ($\bar{X}=17$ mm); largo del ala anterior ♂ 17.9-21.9 mm ($\bar{X}=20.7$ mm), ♀ 17-21.5 mm ($\bar{X}=19.8$ mm).

Redescripción. Cuerpo color pardo con tonalidades amarillo-anaranjadas (Fig. 7a), cubierto con sedas pardas.

Cabeza: Color pardo, triángulo ocelar y palpos maxilares oscuros; ocelos laterales ligeramente más grandes que el central; antenas filiformes pilosas, con sedas largas (Fig. 7b).

Tórax: Robusto, color pardo oscuro, región dorsal sin sedas. Patas: cubiertas con sedas cortas amarillentas, aumentando su grosor en tibia y tarso, articulaciones obscurecidas; anterior y media color pardo oscuro, posterior más clara. Alas: color ámbar; ala anterior con scv a la altura de cuv, Fm poco antes de Frs, cuv a la altura de Fm, av ausente, 1A se une al margen posterior antes de Fm (Fig. 8a); ala posterior similar, pero scv más cercana a Ors, 1A se une al margen alar a la altura de Fm (Fig. 8b).

Abdomen: Color pardo oscuro, cubierto con sedas cortas amarillentas. Genitales del macho: epiandro pardo-amarillento sin espinas en la cara interna, ramas angostándose gradualmente (Fig. 8c), último tercio doblándose internamente (Fig. 8d), ápice romo; rama superior del próctiger en forma de gancho afilado, ubicado entre las ramas del epiandro; cercos subiguales al epiandro, cubiertos de sedas pardo-amarillentas, aumentando su densidad en la región apical; edeago delgado y alargado, cuya base se encuentra engrosada. Genitales de la hembra:

Cercos cortos; placa subgenital color pardo, con regiones oscurecidas y sedas pardo-amarillentas en el borde posterior.

Distribución. México: Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa y Veracruz*. Altitud máxima de 609 m y mínima de 50 m.

Material examinado. México, Jalisco: Est. Biológica Chamela, 30.ix.1977, C. R. B[eutelspacher], 2♂ (CNIN); misma localidad, 21.x.1977, C. R. B[eutelspacher], H. Brailovsky, 2♂, 2♀ (CNIN); Estación de Biología Chamela, 3.x.1984, E. Ramírez, 1♂ (EBCh); misma localidad, 23.ix.1988, E. Ramírez, 1♀ (EBCh); misma localidad, 2.x.1988, E. Ramírez, 1♂ (EBCh); misma localidad, 5.x.1988, F. A. Noguera, 1♂, en luz (EBCh); misma localidad, 17.x.1988, E. Ramírez, 2♀ (EBCh); misma localidad, 23.x.1988, E. Ramírez, 1♂ (EBCh); misma localidad, 8.xi.1988, E. Ramírez, 1♀ (EBCh); misma localidad, 13.xii.1988, E. Ramírez, 1♀ (EBCh); misma localidad, 16.ix.1989, G. Ortega, 1♂ (CNIN); misma localidad, 15.x.1991, E. Ramírez, 2♂, 1♀ (EBCh); misma localidad, 21.x.1991, E. Ramírez, 1♀ (EBCh); misma localidad, 25.x.1991, J. Villa, 1♀ (EBCh); misma localidad, 6.x.1993, P. Manrique, 1♀, t[rampa] Malaise (EBCh); misma localidad, 8.x.1993, P. Manrique, 1♀, t[rampa] Malaise, (EBCh). **Nayarit:** Jalcocotán, 460 m, 17.vii.1982, A. Ibarra, 1♀ (CNIN); Bahía de Banderas, San Francisco, Cabañas la Colina, 20.883630,-105.398083, 50 m, 18.x.2018, A. Contreras, A. Gómez, Y. Marquez, S. Rivera, M. Zurita, 1♀, atraído a la luz (CNIN); misma localidad, 19.x.2018, A. Contreras, A. Gómez, Y. Marquez, S. Rivera, M. Zurita, 1♂, 1♀, atraído a la luz (CNIN); Bahía de Banderas, San Francisco, Cabañas la Colina, 20.883716, -105.397016, 60 m, 19.x.2018, A. Contreras, A. Gómez, Y. Marquez, S. Rivera, M. Zurita, 1♀, trampa de luz (CNIN). **Veracruz:** Ocotil Chico, Sierra de Santa Martha, San Andrés Tuxtla, 104 m, 22.viii.1982, H. Pérez 1♀, colecta nocturna (CNIN).

Observaciones. *B. mexicanus* es semejante a la especie estadounidense *Bittacus stigmaterus* Say, 1823 pues comparte características como la posición de Frs y Thy, la ausencia de av y morfología genital masculina. No obstante, el epiandro de *B. mexicanus* no presenta ningún tipo de protuberancia en su cara interna (Fig. 8c), mientras que *B. stigmaterus* ostenta una proyección triangular observable en vista dorsal. Las antenas de *B. mexicanus* son pilosas (Fig. 7b), mientras que en las descripciones de *B. stigmaterus* sólo se menciona la coloración antenal (Esben-Petersen, 1921; Griffiths, 2008). Este rasgo de pilosidad debe corroborarse, ya que no es la única especie que cuenta con esta característica; otras especies con antenas pilosas son *Bittacus pilicornis* Westwood, 1846 también distribuida en los Estados Unidos, y *Bittacus* sp. A, descrita preliminarmente en este trabajo.

***Bittacus occidentis* Walker, 1853**

(Fig. 11)

Bittacus occidentis Walker, 1853:469; Hagen, 1861:247; Hine, 1898:112; Carpenter, 1931a:263; Carpenter, 1936:61; Webb *et al.*, 1975:274; Penny y Byers, 1979:368; Byers, 2001:92; Griffiths, 2008:11.

Bittacus arizonicus Banks, 1911:350; Esben-Petersen, 1921:146.

Holotipo. Perdido (Webb, 1975). Paratipos. Pennsylvania, Estados Unidos. Colección del Museo de Historia Natural, Londres, Inglaterra.

Diagnosis. scv posterior a Frs, esta última antes de Thy, cuv poco antes de Fm, av ausente; epiandro con espinas a través del borde superior; proctiger alargado con ramas cortas; cercos más cortos que el epiandro; edeago ensanchado en la base, basistilos alargados. Hembra de menor tamaño. Modificado de Carpenter, 1931a.

Medidas. Largo del ala anterior ♂ 21 mm, largo del ala posterior ♂ 18 mm (Esben-Petersen 1921). Este trabajo (n♂=2, n♀=2): Longitud del cuerpo ♂ 15-15.3 mm (\bar{X} =15.1 mm), ♀ 12-12.1 mm (\bar{X} =12 mm); largo del ala anterior ♂ 17.6-17.9 mm (\bar{X} =17.7 mm), ♀ 16.3-17.7 mm (\bar{X} =17 mm).

Distribución. México: Durango*, Querétaro. Estados Unidos. Altitud máxima de 1300 m y mínima de 770 m.

Material examinado. México, Durango: Reserva de Mapimí, Laboratorio del Desierto, 26°41.176' N, 103°44.829' W, 1159 m, 6.viii.2014, L. Cervantes, D. Brzoka, J. Shetterley, 1♀, matorral xerófilo, colecta nocturna (CNIN). **Querétaro:** 1 Mi NW de Ayutla, 24.vii.1970, Murray, Phelps, Hart, Schaffner, 1♂, 1♀, luz (TAMUIC); 14 Mi W de Ayutla, 24.vii.1970, Schaffner, Murray, Phelps, Hart, 1♂, luz (TAMUIC).

Observaciones. La región genital masculina es semejante a la región genital de *Eremobittacus spinulatus* Byers, 1997 por la forma y la serie de espinas ubicadas cerca del borde superior del epiandro. *B. occidentis* presenta mayor concentración de espinas en la región apical del epiandro, el próctiger es alargado, alcanza la porción medio-distal del epiandro y el basistilo termina posterior al epiandro (Fig. 11d). *E. spinulatus* ostenta un próctiger corto que alcanza la base del epiandro y el basistilo termina a la misma altura del epiandro (Fig. 14d).

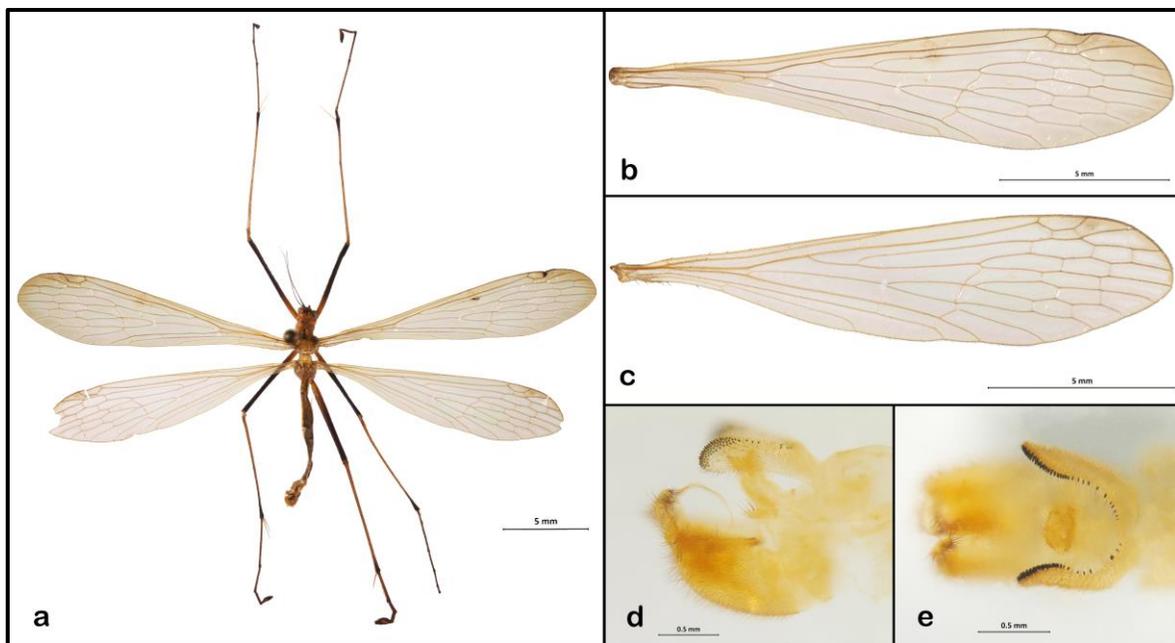


Figura 11. Macho de *Bittacus occidentis* Walker, 1853 (Mecoptera: Bittacidae). **a)** Hábito dorsal. **b)** Ala anterior. **c)** Ala posterior. **d)** Genitales, vista lateral. **e)** Genitales, vista dorsal.

Bittacus peninsularis Byers, 1996

(Fig. 12)

Bittacus peninsularis Byers, 1996a:540.

Holotipo. No estudiado. Macho, Baja California Sur, México. Museo de Historia Natural de San Diego, California, Estados Unidos.

Diagnosis. scv entre Ors y Frs, av ausente; epiandro con región dorsomedial interna con cerca de 12 espinas formando una cresta; cercos más cortos que el epiandro. Hembra de menor tamaño. Modificado de Byers, 1996.

Medidas. Longitud del cuerpo ♂ 15.5-17.5 mm, ♀ 13.8-16.6 mm; ala anterior ♂ 18.2-20 mm, ♀ 17-19.8 mm (Byers, 1996a). Este trabajo (n♂=4, n♀=10): Longitud del cuerpo ♂ 14-16.7 mm (\bar{X} =15 mm), ♀ 10-14.9 mm (\bar{X} =12.9 mm); largo del ala anterior ♂, 16.7-17.5 mm (\bar{X} =17 mm), ♀ 15-19.4 mm (\bar{X} =16.4 mm).

Distribución. México: Baja California Sur, Sonora*. Altitud máxima de 731 m y mínima de 165 m.

Material examinado. México, Baja California Sur: 21.7 Km Sur, 6.9 Km Oeste de El Triunfo, Km 6.9, 23.60485, -110.04049, 638 m, 20.ix.2012, E. Ríos, 1♂, 2♀ (CNIN).

Sonora: Mpio. Álamos, Pueblo Yocohihua, Rancho Agua Nueva, 26°45.296' N, 109°04.299' W, 165 m, 19.ix.2019, Contreras, Barba, Cancino, Ardila, Marquez, 1♂, 2♀, cubeta (luz negra), 2♂, 6♀, luz negra y blanca (CNIN).

Observaciones. Byers (1996a) relaciona a esta especie con *B. texanus* por su parecido en color corporal y estructura genital. *B. texanus* se diferencia por un mayor tamaño corporal, alas claras, y epiandro largo y delgado con un proceso espinoso observable en vista dorsal. Los ejemplares de *B. peninsularis* revisados presentan dos procesos visibles en el epiandro de manera dorsal (Fig. 12e), los cuales no se mencionan ni esquematizan en la descripción original.

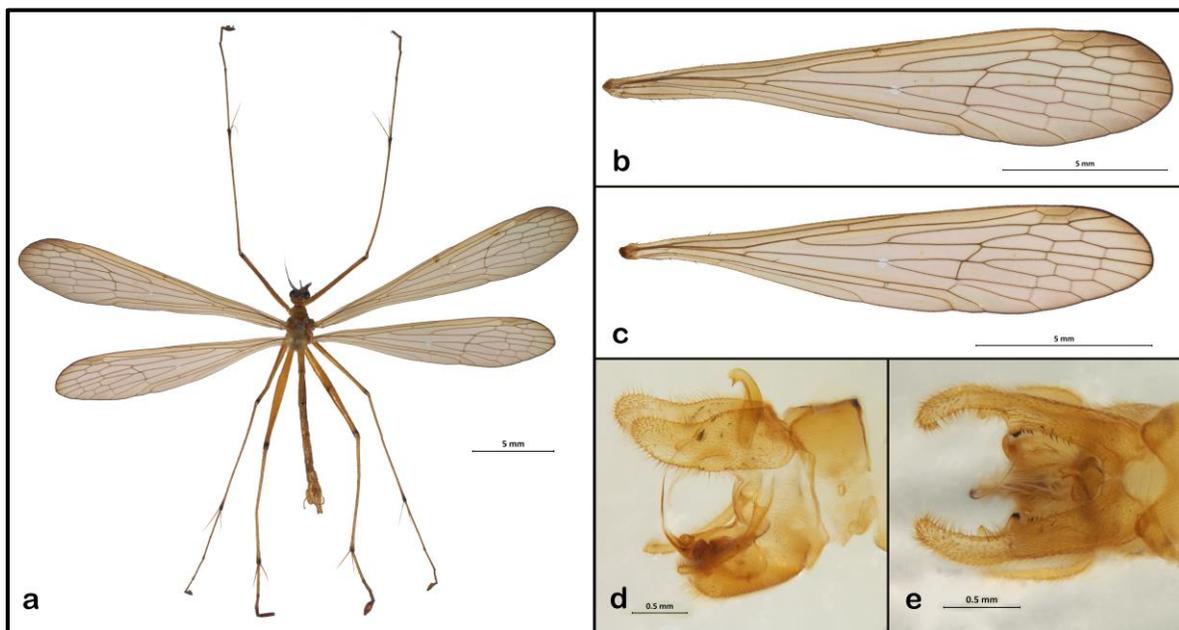


Figura 12. Macho de *Bittacus peninsularis* Byers, 1996 (Mecoptera: Bittacidae). **a)** Hábito dorsal. **b)** Ala anterior. **c)** Ala posterior. **d)** Genitales, vista lateral. **e)** Genitales, vista dorsal.

Bittacus sp. A

(Fig. 13)

Diagnosis: Antenas pilosas; dos scv entre Ors y Frs; Fm poco antes de Frs, av ausente; epiandro con ápice agudo, rama superior del próctiger engrosado y con forma de gancho, sobresale en vista lateral; cercos alcanzan dos terceras partes del epiandro; edeago corto, ensanchado en su base. Hembra más pequeña que el macho.

Medidas. (n♂=1, n♀=1): Longitud del cuerpo ♂, 19 mm, ♀ 14.1 mm; largo del ala anterior ♂ 16.7 mm, ♀ 20.3 mm.

Distribución. México: Colima*. Altitud de 345 m.

Descripción: Cuerpo color amarillo pálido cubierto por sedas amarillentas.

Cabeza: Color amarillento, región ocelar clara, ocelos laterales más grandes que el central; antenas filiformes pilosas; piezas bucales amarillentas.

Tórax: Robusto, color amarillento sin sedas; protórax del doble de ancho que de largo, meso y metatórax robustos; patas color amarillo-pálido, articulaciones ligeramente obscurecidas, cobertura de sedas amarillentas cortas y gruesas que aumentan en longitud y disminuyen en grosor en tibia y tarso; fémur posterior más ensanchado; tibia con dos espinas alargadas en la articulación posterior; tarso posterior más corto que los anteriores; alas hialinas, ligeramente amarillentas; dos pcv, dos scv entre Ors y Frs, Fm poco antes de Frs, *thyridium* sobre Fm, cuv poco antes de Fm, av ausente, 1A termina a la altura o poco antes de cuv, nygmata apenas visibles; ala posterior similar, pero puede presentar una o dos scv entre Ors y Frs, 1A termina cerca de Fm.

Abdomen: Color amarillento, ligera cobertura de sedas cortas amarillentas. Genitales del macho: ramas del epiandro estrechándose hacia la punta, ápice agudo; rama superior del próctiger con ápice engrosado en forma de gancho, visible por encima del epiandro en vista

lateral; cerco de dos terceras partes del epiandro, cobertura de sedas que aumentan en densidad hacia la región apical; edeago delgado y corto, ensanchado en su base.

Hembra semejante al macho, de menor talla. Genitales de la hembra: cercos cortos, sedas alargadas y amarillentas en el borde posterior de la placa subgenital.

Propuesta de holotipo, ♂. **México, Colima:** Noroeste de Ixtlahuacán, 19°01'15.7" N, 103°46'37.8" W, 345 m, 23.x.2006, F. A. Noguera, S. Zaragoza, E. Ramírez, E. González, L. Salas (CNIN). Propuesta de paratipo: mismos datos del macho, 1 ♀ (CNIN).

Etimología. Se reserva el nombre de la especie para la publicación formal.

Observaciones. Esta es una especie posiblemente no descrita muy parecida a *B. mexicanus*, pues comparten características como las antenas pilosas, la altura del Thy y Frs, la ausencia de av y la forma del epiandro. *B. mexicanus* presenta una coloración general parda, una scv (Fig. 8a), ramas del epiandro con punta roma y cercos subiguales al epiandro (Fig. 8c). *B. sp. A* se diferencia por presentar una coloración general pálida (Fig. 13d), dos scv ubicadas entre Ors y Frs (Fig. 13a), las ramas del epiandro presentan el extremo distal agudo y los cercos alcanzan dos terceras partes del epiandro (Fig. 13c). Los ejemplares revisados se encuentran dañados, resecos e incompletos, en particular el holotipo, que carece de un ala posterior. Es necesaria la labor de campo para obtener más ejemplares y tener una mejor apreciación de la variación.

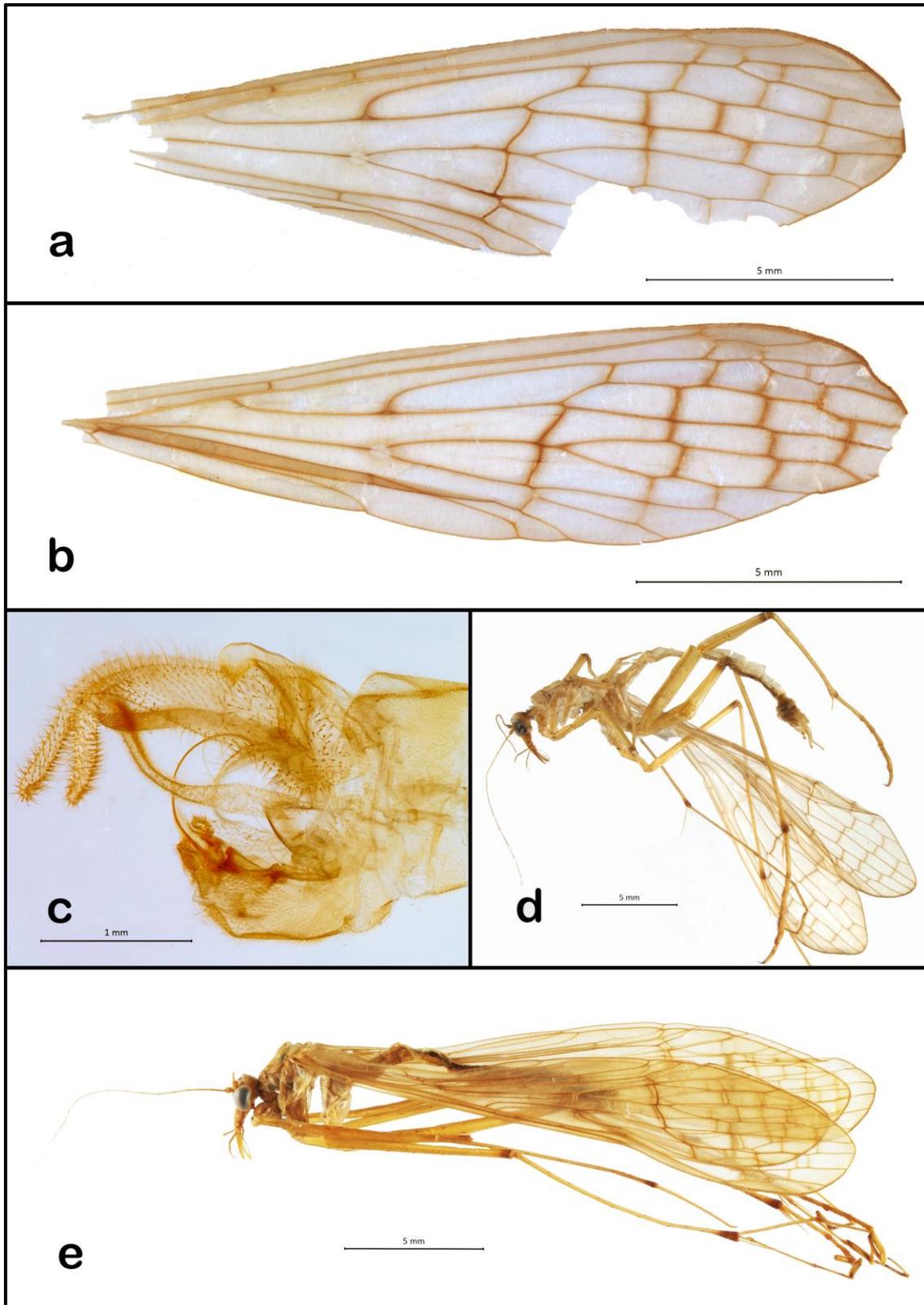


Figura 13. *Bittacus sp. A* (Mecoptera: Bittacidae). **a)** Ala anterior del macho. **b)** Ala posterior del macho. **c)** Genitales masculinos, vista lateral. **d)** Hábito del macho, vista lateral. **e)** Hábito de la hembra, vista lateral.

Género: *Eremobittacus* Byers, 1997

Especie tipo: *Eremobittacus spinulatus* Byers, 1997

Diagnosis: Basitarso posterior igual en longitud al cuarto artejo tarsal, más corto que el segundo y tercero juntos. Extremo distal de la vena 1A posterior a Om. Basistilo corto y abultado, cercos cortos y edeago desenrollado. Modificado de Byers, 1997 y Villagomez *et al.*, 2015.

Eremobittacus spinulatus Byers, 1997

(Fig. 14)

Eremobittacus spinulatus Byers, 1997:682; Villagomez *et al.*, 2015:113.

Holotipo. No estudiado. Macho, Puebla, México. Biodiversity Institute & Natural History Museum, Kansas, Estados Unidos.

Diagnosis. Cutícula del cuerpo con superficie espinosa; venas transversales entre R y M alineadas y ligeramente pigmentadas, epiandro con espinas en la región superior distal y cercos cortos. Modificado de Villagomez *et al.*, 2015.

Medidas. Este trabajo ($n_{\text{♂}}=3$ y $n_{\text{♀}}=3$): Longitud del cuerpo ♂ 12.2-15 mm ($\bar{X}=13.7$ mm), ♀ 10.7-12 mm ($\bar{X}=11.3$ mm); largo del ala anterior ♂ 12.7-13.1 mm ($\bar{X}=12.9$ mm), ♀ 11.8-13.2 mm ($\bar{X}=12.6$ mm).

Distribución. México: Puebla y Oaxaca. Altitud máxima de 1400 m y mínima de 1000 m.

Material examinado. México, Oaxaca: 26 Km SSE de Cuicatlán, 17°36.988' N, 96°55.392' W, 1080 m, 16.x.1998, M. A. Morales y E. Ramírez, 1♂ y 2♀ (EBCh); 25 Km SSE de Cuicatlán, 17°37.273' N, 96°55.167' W, 1000 m, 17.x.1998, Col. A. Noguera, 1♂ (EBCh);

26 Km SSE de Cuicatlán, 17°36.988' N, 96°55.392' W, 1080 m, 16.x.1998, M. A. Morales y E. Ramírez, 1♂ y 1♀ (EBCh).

Observaciones. Villagomez *et. al.* (2015) registraron y describieron por primera vez a la hembra de *E. spinulatus*, resaltando el dimorfismo sexual evidenciado por el fémur posterior ensanchado del macho. A su vez mencionan que el hábito de *Eremobittacus* es semejante a avispas esfécidas (Fam. Sphecidae: Hymenoptera) o crabronidas (Fam. Crabronidae: Hymenoptera), lo que podría otorgarles una protección mimética en contra de sus depredadores. Enfatizan la necesidad del estudio de estos organismos en su ambiente natural para corroborar esta propuesta.

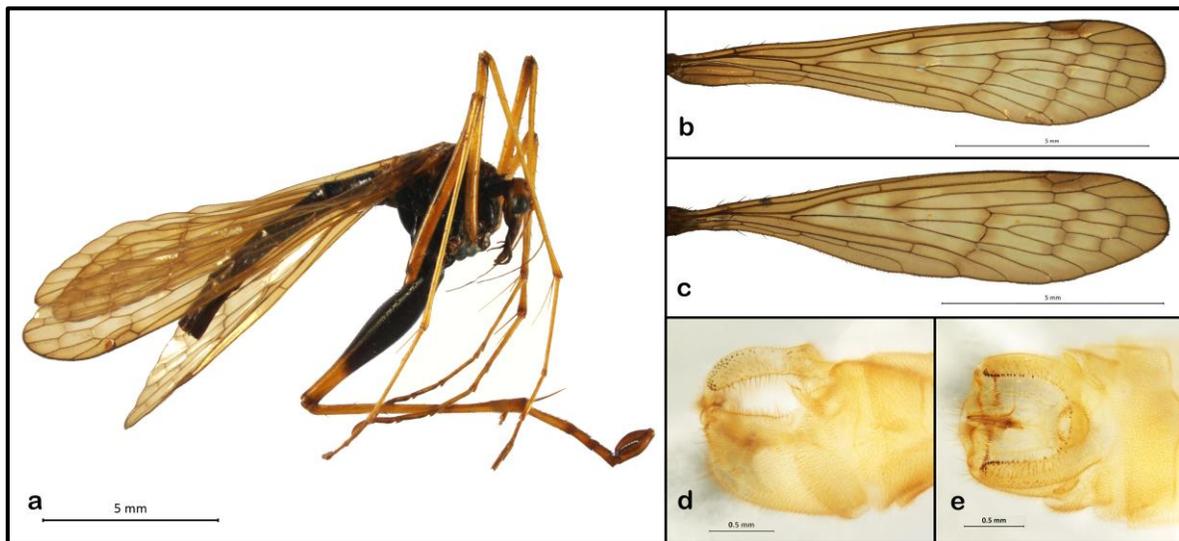


Figura 14. Macho de *Eremobittacus spinulatus* Byers, 1997 (Mecoptera: Bittacidae). **a)** Hábito dorsal. **b)** Ala anterior. **c)** Ala posterior. **d)** Genitales, vista lateral. **e)** Genitales, vista dorsal.

Género: *Kalobittacus* Esben-Petersen, 1914

Especie tipo: *Kalobittacus bimaculatus* Esben-Petersen, 1914.

Diagnosis: 1A al nivel de Om, 2A muy corta y 3A ausente, en ala posterior 1A se une a Cu₂ y se separa uniéndose al margen, a la altura de Om. Modificado de Byers, 1994.

***Kalobittacus bimaculatus* Esben-Petersen, 1914**

(Fig. 15)

Kalobittacus bimaculatus Esben-Petersen, 1914:131; Esben-Petersen, 1921:160; Byers, 1994:1093.

Holotipo. No estudiado. Macho, Tabasco, México. Museo de Historia Natural, Londres, Inglaterra.

Diagnosis. Alas con mácula pterostigmal, segunda mácula inicia después de R₃ y termina antes de M₁; proyección redondeada en la superficie lateral del VIII tergo abdominal masculino; proyección espinosa en la base del epiandro, rodeada de más espinas; base del edeago membranosa. Modificado de Byers, 1994.

Distribución. México: Tabasco y Veracruz. Altitud máxima de 270 m y mínima de 39 m.

Medidas. Longitud del cuerpo ♂ 14.0 mm; largo del ala anterior ♂ 14.0 mm; largo del ala posterior ♂ 13 mm (Esben-Petersen 1914). Este trabajo (n♂=2 y n♀=2): Longitud del cuerpo ♂ 11-13.8 mm (\bar{X} =12.4 mm), ♀ 13 mm; largo del ala anterior ♂, 14-15.1 mm (\bar{X} =14.5 mm), ♀: 15 mm.

Material examinado. México, Veracruz: Estación de Biología Los Tuxtlas, 26.viii.1985, A. Ibarra, 1♂, selva alta perennifolia (CNIN); Mpio. San Andrés Tuxtla, EBTLT, Sendero Darwin, 180 m, 27.vi.1997, Wilson, Wooley, 1♀, trampa Malaise (TAMUIC); Estación de Biología Los Tuxtlas, 18.585742, -95.076492, 150 msnm, 2.x.2017, A. Gómez, F. Villagómez, 1♂ y 1♀, selva alta perennifolia, fumigación, red aérea (CNIN).

Observaciones. Esta especie se asemeja a *Kalobittacus similis* Byers, 1994 en tamaño y forma corporal; *K. bimaculatus* presenta una macula pterostigmal y una en el ápice alar, ostenta una protuberancia en la superficie lateral del VII tergo abdominal masculino y la base

del edeago es esclerizada, además cuenta con una serie de espinas en los bordes distales del epiandro. *K. similis* presenta la macula pterostigmal y carece de mácula apical, asimismo no cuenta con protuberancias en el VIII tergo abdominal y la base del edeago es delgada (Byers, 1994, figs. 3 y 4). Tanto *K. bimaculatus* como *Kalobittacus masoni* Byers, 1994 se han registrado en la Estación de los Tuxtlas, sin embargo, no hay reporte de captura de ambas especies en la misma fecha.

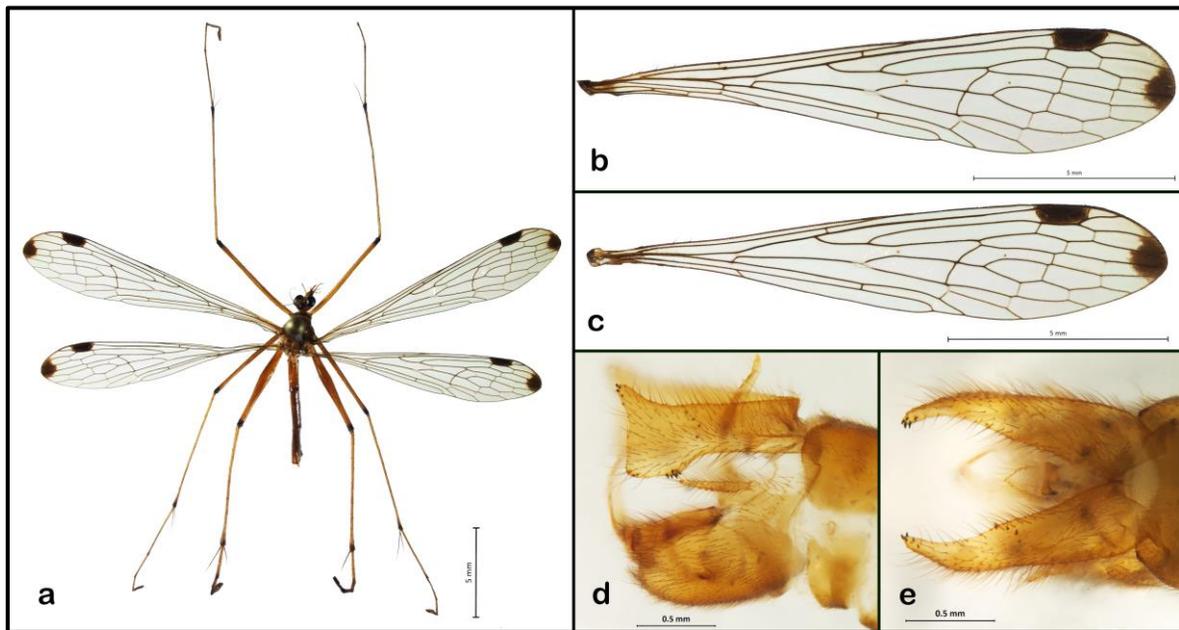


Figura 15. Macho de *Kalobittacus bimaculatus* Esben-Petersen 1914 (Mecoptera: Bittacidae). **a)** Hábito dorsal. **b)** Ala anterior. **c)** Ala posterior. **d)** Genitales, vista lateral. **e)** Genitales, vista dorsal.

Kalobittacus masoni Byers, 1994

(Fig. 16)

Kalobittacus masoni Byers, 1994:1094.

Holotipo. No estudiado. Macho, Catemaco, México. Colección Nacional Canadiense de Insectos y Arácnidos, Ontario, Canadá.

Diagnosis. Alas con mácula en pterostigma y en región apical desde R₃ a M₁ en delanteras, y antes de R₃ y después de M₁ en traseras; epiandro con sedas amarillentas en su borde, serie de espinas cortas a través del margen distal interno de cada rama, dos proyecciones espinosas cerca de la base del epiandro y una tercera en el margen inferior a la mitad de cada rama; rama superior del proctiger redondeada en el ápice; cercos cortos. Hembra de menor longitud, parte del abdomen y región genital oscura, con sedas amarillentas. Modificado de Byers, 1994.

Medidas. Longitud del cuerpo ♂ 17 mm, ♀ 18 mm; largo del ala anterior ♂ 18-18.1 mm, ♀ 17.2-18 mm (Byers 1994). Este trabajo (n♂=4 y n♀=1): Longitud del cuerpo ♂ 12.9-16.3 mm (\bar{X} =14.9 mm), ♀ 13.3 mm; largo del ala anterior ♂ 16-18.2 mm (\bar{X} =17 mm), ♀ 17 mm.

Distribución. México: Veracruz. Altitud máxima de 365 m y mínima de 150 m.

Material examinado. México, Veracruz: Estación de Biología Los Tuxtlas, 170 m, 24.v.1986, A. Ibarra, 1♂ selva alta perennifolia, red aérea (CNIN); Catemaco, rumbo a Pipián, 18°26'52.16'' N, 95°03'51.80''W, 365 m, 15-30.vi.2017, M. Madora, 2♂, 1♀, trampa Malaise (EBTLT); EBTLT, 18.585742, -95.076492, 150 m, 28.vi.2017, A. Gómez y F. Villagómez, 1♂, selva alta perennifolia, fumigación, red aérea (CNIN).

Observaciones. Byers (1994) relaciona a esta especie con *Kalobittacus hubbelsi* Byers, 1965 de Honduras, por la forma de los genitales masculinos; la proyección superior del epiandro es más corta y delgada en *K. masoni*, al igual que la proyección del margen inferior, ambas visibles en vista dorsal. Un ejemplar hembra de este género no identificado, proveniente de la localidad de Candelaria Loxicha, Oaxaca, presenta semejanzas en el tamaño, venación y patrón macular con *K. masoni*, sin embargo, sería de utilidad coleccionar al macho para corroborar su identificación.

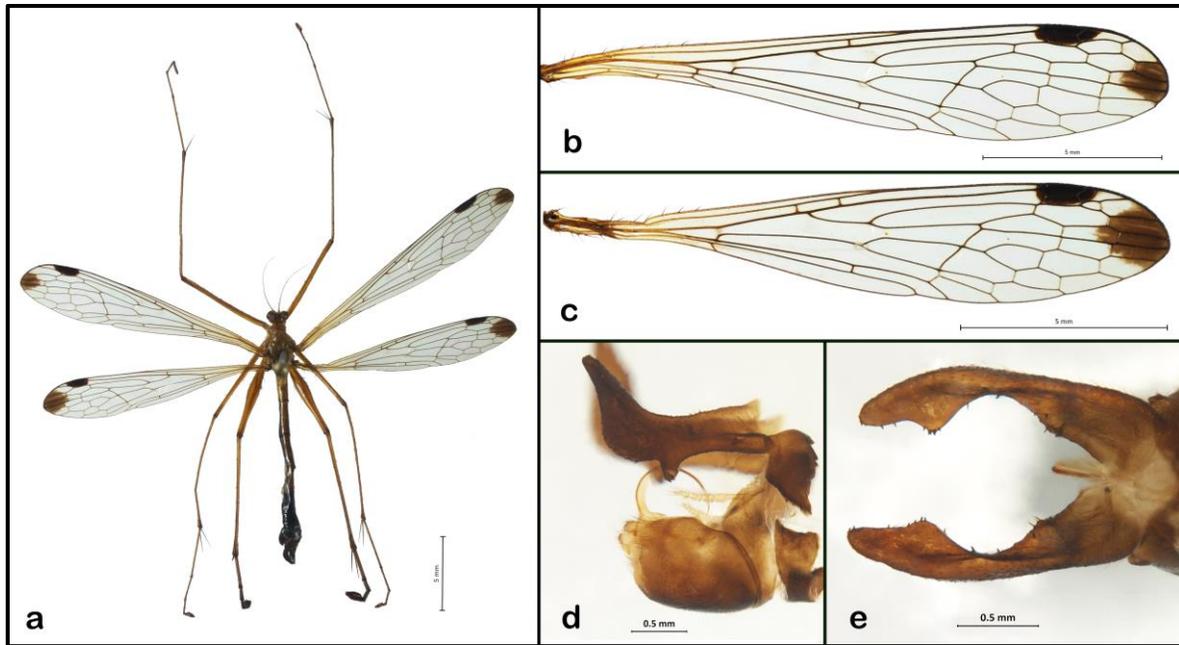


Figura 16. Macho de *Kalobittacus masoni* Byers, 1994 (Mecoptera: Bittacidae). **a)** Hábito dorsal. **b)** Ala anterior. **c)** Ala posterior. **d)** Genitales, vista lateral. **e)** Genitales, vista dorsal.

Material no identificado

Bittacus sp.

Material examinado. México, Colima, 5.8 Km NW de Ixtlahuacán, 345 m, 19°01'15.7" N, 103°46'37.8" W, 24.viii.2006, F. Noguera, S. Zaragoza, E. Ramírez, E. González, L. Salas, 1♀ (CNIN); Guerrero, Chilpancingo, 18.vii.1978, D. M. Wood, 1♀ (CNIN); Zihuatanejo, 19.vii.1975, M. A. Morón, 1 (sin abdomen), atraído a luz amarilla (CNIN). **Jalisco:** Barra de Navidad Km. 191,170 m, 26.viii.1985, A. Ibarra, 1♀ (CNIN); Estación Biológica de Chamela, 27.vii.1990, A. Rodríguez, 1♀ (EBCh); Estación Biológica de Chamela, sendero Ardilla, 31.vii.1996, Wooley, González, 2♀ (TAMUIC); Estación Biológica de Chamela, 99 m, 28.vii.2011, E. Martínez, O Pérez, 4♀, 2 (sin abdomen), trampa de luz (CNIN); 66 Km SW de San Buenaventura, 19°45.06 N, 104° 03.55 W, 1.ix.1997, M. A. Morales, 1♀, trampa de luz (EBCh). **Oaxaca,** Pinotepa Nacional, 17.vi.1982, A. Ibarra, M. García, 1♀ (CNIN);

27 Mi Suroeste de Salina Cruz, 14.vii.1987, Kovarik, Schaffner, 1♀ (TAMUIC); 23.5 Km SSE de Cuicatlán, 17°32.582 N, 96°55.121 W, 940 m, 21.viii.1988, M. A. Morales, 1 (sólo alas) (EBCH). **Veracruz**, Palma Sola, 500 m, 1.x.1973, J. Mateu, 1♀, pastizal (MHN).

Observaciones. Se trata de 18 ejemplares (14 hembras y cuatro sin abdomen), los cuales no es posible identificar por el momento.

***Bittacus* sp. B**

Material examinado. México: Jalisco: Estación Biológica de Chamela, 22.vii.1976, C.R.B[eutelspacher], 1♂, (CNIN); misma localidad, 23.vii.1976, C. R. Beutelspacher, 1♂ (CNIN); misma localidad, 28.vii.2011, E. Martínez, O Pérez 1♂, trampa de luz (CNIN).

Observaciones. Los tres machos de este morfotipo se asemejan en la región genital con *B. hansonii*, pero es necesario revisar el holotipo para corroborar la identificación, ya que la descripción original no aporta los caracteres necesarios para su identificación.

***Kalobittacus* sp.**

Material examinado. México, Oaxaca: 5 Mi. al Sur de Candelaria Loxicha, 19.vii.1974, Clarck, Murray, Ashe, Schaffner, 1♀ (TAMUIC).

Observaciones. La hembra encontrada presenta semejanzas en tamaño, venación y patrón macular con *K. masoni*. Sin embargo, es necesario recolectar al macho para corroborar la identificación y el nuevo registro para *K. masoni* en Oaxaca.

Nannobittacus sp.

Material examinado. México, Chiapas: Tapachula, 24.iX.1987, R. Wharton, L. Carroll, 1♀ (TAMUIC).

Observaciones. La hembra fue anteriormente revisada por Byers (2000), quien menciona que la condición del ejemplar no es suficiente para identificar la especie, además de presentar el abdomen roto.

Lista actualizada de Bittacidae de México

A partir de las especies descritas en este trabajo se actualizó la fauna de bitácidos de México, su distribución y provincia (Cuadro 6). Existen un total de 15 especies, una especie nueva para la ciencia, la ampliación de distribución a nivel estatal para cinco especies y un nuevo registro en Oaxaca para el género *Kalobittacus*.

Cuadro 6. Listado de especies de Bittacidae de México con los registros de distribución y de provincias biogeográficas actualizados. Nuevos registros estatales para cada especie marcados en negritas. Modificado de Contreras-Ramos *et al.* (2014).

Especie	Distribución	Provincia biogeográfica
<i>Bittacus alexanderi</i> Byers, 1999	México: Oaxaca , Puebla, Sonora	Costa Pacífica Mexicana, Depresión del Balsas, Sonora
<i>B. banksi</i> Esben-Petersen, 1915	México: Chiapas , Colima , Estado de México , Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit , Oaxaca , Veracruz . Guatemala. El Salvador. Costa Rica.	Costa Pacífica Mexicana, Cuenca del Balsas, Eje Volcánico Transmexicano, Golfo de México, Península de Yucatán
<i>B. hansonii</i> Byers, 2004	México: Sinaloa	Costa Pacífica Mexicana
<i>B. mexicanus</i> Klug, 1836	México: Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa, Veracruz	Costa Pacífica Mexicana, Eje Volcánico Transmexicano, Golfo de México, Sierra Madre Oriental
<i>B. occidentis</i> Walker, 1853	México: Durango , Querétaro. Estados Unidos	Altiplano Mexicano
<i>B. penninsularis</i> Byers, 1996	México: Baja California Sur, Sonora	Baja California y Sonora
<i>B. sylvaticus</i> Byers, 1996	México: Veracruz	Eje Volcánico Transmexicano
<i>B. texanus</i> Banks, 1908	México: Coahuila, Nuevo León. Estados Unidos.	Sierra Madre Oriental
<i>B. whartoni</i> Byers, 2000	México: Oaxaca	Costa Pacífica Mexicana
<i>B. sp. A</i>	México: Colima	Costa Pacífica Mexicana
<i>B. sp.</i>	México: Tamaulipas	Tamaulipas
<i>Eremobittacus spinulatus</i> Byers, 1997	México: Oaxaca, Puebla	Costa Pacífica Mexicana
<i>E. sodalium</i> Byers, 2011	México: Sinaloa	Depresión del Balsas
<i>Hylobittacus apicalis</i> (Hagen, 1861)	México: Hidalgo	Sierra Madre Oriental
<i>Kalobittacus bimaculatus</i> Esben-Petersen, 1914	México: Veracruz, Tabasco	Golfo de México
<i>K. masoni</i> Byers, 1994	México: Veracruz	Golfo de México
<i>K. similis</i> Byers, 1994	México: Veracruz	Golfo de México
<i>K. sp.</i>	México: Oaxaca	Costa Pacífica Mexicana
<i>Nannobittacus sp.</i> Esben-Petersen, 1927	México: Chiapas	Chiapas

Clave para la identificación de las especies de Bittacidae de México

1. Alas con una vena pterostigmal transversal (pcv) (Machado *et al.*, 2009: clave pictórica) 2
- 1'. Alas con dos venas pterostigmas transversales (pcv) (Fig. 8a) 3
2. Máculas en la región costal del ala; 1A termina anterior al origen de M (Om) (Machado *et al.*, 2009: clave pictórica).....*Nannobittacus* Esben-Petersen 1927
- 2'. Máculas en la región apical del ala; 1A termina posterior al origen de M (Om) (Webb *et al.*, 1975, fig. 22).....*Hylobittacus apicalis* (Hagen, 1861)
3. 1A termina a la altura o cerca del origen de M (Om), vena M_{1+2} más arqueada que M_{3+4} ; en ala posterior vena 1A unida a Cu_2 (Figs. 14a y 14b).....*Kalobittacus Esben-Petersen 1914* 15
- 3'. 1A termina a la altura o cerca del *thyridium*, venas M_{1+2} y M_{3+4} igualmente arqueadas; en ala posterior 1A unida a Cu_2 por una corta distancia (Figs. 8a y 8b)..... 4
4. Tarsómero I más largo que el IV; venas transversales posteriores no alineadas ni rodeadas por mácula oscura (Figs. 8a y 8b).....*Bittacus* Latreille, 1805 5
- 4'. Tarsómero I igual al IV; venas transversales posteriores formando alineamiento transverso-diagonal, rodeadas por una mancha oscura (Fig. 13a)
Eremobittacus Byers, 1997 14
5. Antenas con sedas alargadas que le otorgan apariencia plumosa (Fig. 7a) 6

5.' Antenas con sedas cortas (Fig 7b).....	7
6. Dos venas transversales en campo subcostal (scv) localizadas entre el origen y bifurcación del sector radial (Ors y Frs); ramas del epiandro con ápice agudo (Figs. 13b y 13d).....	B. sp. A
6'. Una vena transversal subcostal (scv) entre el origen y bifurcación del sector radial (Ors y Frs); ramas del epiandro con ápice romo (Figs. 8a y 8c).....	<i>B. mexicanus</i> Klug, 1836
7. Ramas del epiandro dobladas hacia abajo después de la mitad; venas transversales maculadas (Byers, 1996a, fig. 72)	<i>B. sylvaticus</i> Byers, 1996
7'. Ramas del epiandro rectas en su mayor parte; venas transversales sin máculas (Figs. 9b y 9d).....	8
8. Vena transversal anal (av) presente (Fig. 10b).....	9
8'. Vena transversal anal (av) ausente (Fig. 8a).....	11
9. Vena transversal subcostal (scv) posterior a la bifurcación del sector radial (Frs); ramas del epiandro curvadas hacia el exterior, con superficie interna visible en vista dorsal (Byers, 2004, figs. 1-3)	<i>B. hansonii</i> Byers, 2004
9'. Vena transversal subcostal (scv) anterior a la bifurcación del sector radial (Frs;) ramas del epiandro no curvadas hacia el exterior, superficie interna no visible en vista dorsal (Figs. 9b, 9d y 9e).....	10

10. Ramas del epiandro con proyección visible en vista dorsal y poco curvadas hacia el interior (Fig. 9e)..... *B. alexanderi* Byers, 1999
- 10'. Ramas del epiandro sin proyecciones, notoriamente curvadas hacia el interior (Fig. 10e)*B. banksi* Esben-Petersen, 1915
11. Cercos más largos que el epiandro (Byers, 2000, fig. 12)..... *B. whartoni* Byers, 2000
- 11'. Cercos más cortos que el epiandro (Fig. 11d)..... 12
12. Vena transversal subcostal (scv) posterior a la bifurcación del sector radial (Frs); ramas del epiandro con borde apical cubierto con espinas cónicas y sin proyecciones (Figs. 11b y 11d).....*B. occidentis* Walker, 1853
- 12'. Vena transversal subcostal (scv) anterior a la bifurcación del sector radial (Frs), ramas del epiandro con borde apical sin espinas y con proyecciones en vista dorsal (Figs. 12b y 12e) 13
13. Rama superior del próctiger sin bifurcaciones, ramas del epiandro con una proyección espinosa visible dorsalmente (Webb *et al.*, 1975, fig. 42).....*B. texanus* Banks, 1908
- 13'. Rama superior del próctiger bifurcada en el ápice, ramas del epiandro con dos proyecciones visibles dorsalmente (Figs. 12d y 12e)*B. peninsularis* Byers, 1996
14. Cutícula del cuerpo espinosa, coloración corporal contrastante (negro y naranja), venas transversales posteriores alineadas, epiandro de grosor uniforme (Fig. 14b).....
.....*E. spinulatus* Byers, 1997

- 14'. Cutícula del cuerpo sin superficie espinosa, coloración corporal uniforme, venas transversales posteriores no alineadas, epiandro más estrecho hacia la región apical (Byers, 2011, fig. 19).....*E. sodalium* Byers, 2011
15. Epiandro con ápice doblado hacia arriba y una proyección inferior visible lateralmente (Figs. 16d y 16e).....*K. masoni* Byers, 1994
- 15'. Epiandro con ápice recto y sin proyecciones visibles (Figs. 15d y 15e)..... 16
16. Alas con mácula apical y pterostigmal; proyección redondeada en superficie lateral del VIII tergo abdominal; base del edeago membranosa (Figs. 15b y 15d).....
..... *K. bimaculatus* Esben-Petersen, 1914
- 16'. Alas sin macula apical; sin proyecciones en el VIII tergo abdominal; base del edeago esclerizada (Byers, 1994, fig. 3)*K. similis* Byers, 1994

DISCUSIÓN

Taxonomía

De los 130 ejemplares trabajados, 90 se identificaron dentro de cinco especies del género *Bittacus* (*B. alexanderi* Byers, 1999; *B. banksi* Esben-Petersen, 1915; *B. mexicanus* Klug 1836; *B. occidentis* Walker, 1853; *B. peninsularis* Byers, 1996); nueve más pertenecen a dos especies del género *Kalobittacus* Esben-Petersen, 1914 (*K. masoni* Byers, 1994 y *K. bimaculatus* Esben-Petersen, 1914); otros seis fueron determinados como *Eremobittacus spinulatus* Byers, 1997; dos pertenecen a una nueva especie del género *Bittacus* Latreille 1805 y los restantes 23 no pudieron ser identificados. Las ocho especies identificadas representan 56% de las especies de Bittacidae en México, lo que resalta la importancia de las colecciones científicas.

De los ejemplares no identificados, se encontraron tres machos colectados en la Estación de Biología de Chamela, presentan región genital semejante a la de *B. hansonii* Byers, 2004, sin embargo, la descripción de esta especie es ambigua y no se contó con ejemplares de *B. hansonii* para corroborar su identificación. Cuatro ejemplares más se encuentran incompletos, en su mayoría sin abdomen, por lo que no es posible identificarlos más allá de género. Los ejemplares restantes son hembras colectadas en distintos puntos del país, pertenecen a tres géneros (*Bittacus*, *Kalobittacus* y *Nannobittacus* Esben-Petersen, 1927), y no pudieron ser identificados por la falta de caracteres informativos.

En la familia Bittacidae los caracteres de identificación más relevantes se encuentran en la venación alar y en la región genital masculina, particularmente en el epiandro, que presenta poca variación en ejemplares de la misma especie (Setty, 1940). Las estructuras de terminalia femenina (Figs. 8e y 8f) poseen poca importancia taxonómica. La placa subgenital

femenina ha sido escasamente empleada como carácter de identificación en especies de bitácidos, mientras que en familias como Panorpidae, esta estructura se ha utilizado para elaborar filogenias, sin embargo, la complejidad morfológica de esta estructura en Bittacidae es menor que en Panorpidae (Byers, 1954; Ma *et al.*, 2012).

Registros de distribución

Este trabajo amplía la distribución de cinco especies (Cuadro 6), y reporta por primera vez la familia Bittacidae en los estados de Colima (*B. banksi*, *B. sp. A*), Durango (*B. occidentis*) el Estado de México (*B. banksi*) y Sonora (*B. alexanderi*, *B. peninsularis*). Los estados con mayor número de especies registradas son Oaxaca y Veracruz, con seis cada uno (Fig. 17), producto de mayor exploración entomológica en estas regiones y una mayor abundancia de bitácidos en la región centro-sureste del país.

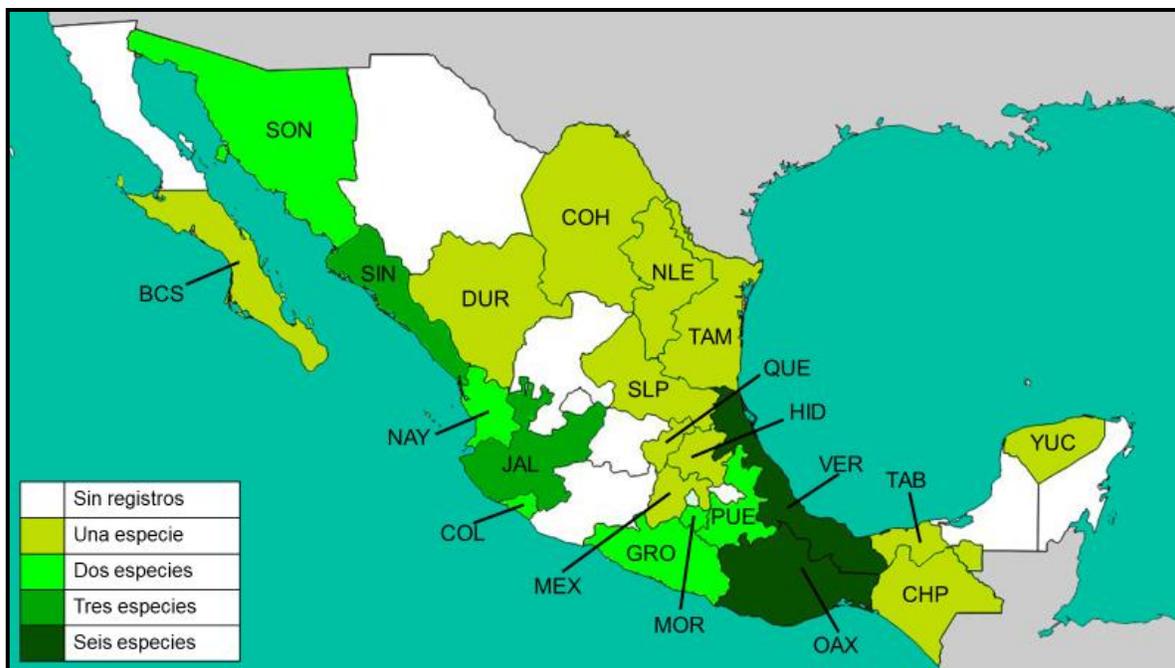


Figura 17. Mapa de la república mexicana con el número de especies actual de Bittacidae a nivel estatal. Abreviaturas: **BCS**, Baja California Sur; **CHP**, Chiapas; **COH**, Coahuila; **COL**, Colima; **DUR**, Durango; **GRO**, Guerrero; **HID**, Hidalgo; **JAL**, Jalisco; **MEX**, Estado de México; **MOR**, Morelos; **NAY**, Nayarit; **NLE**, Nuevo León; **OAX**, Oaxaca; **PUE**, Puebla; **QUE**, Querétaro; **SIN**, Sinaloa; **SLP**, San Luis Potosí; **SON**, Sonora; **TAB**, Tabasco; **TAM**, Tamaulipas; **VER**, Veracruz; **YUC**, Yucatán.

La familia Bittacidae se encuentra ampliamente distribuida en el continente americano, con mayor número de especies descritas en la región Neotropical (siete géneros, 69 especies) que en la Neártica (cuatro géneros, 11 especies) (Contreras-Ramos *et al.*, 2014; Machado *et al.*, 2018). México se encuentra localizado entre ambas regiones, por lo que presenta una zona de transición donde convergen especies de las dos regiones (Morrone, 2005). Algunas especies neárticas de Panorpidae (16 spp.) y Bittacidae (*B. occidentis*, *B. peninsularis*, *Hylobittacus apicalis* (Hagen, 1861)) pueden ser encontradas en la zona de transición e incluso en la región Neotropical (Bicha, 2006).

Cuatro de las seis especies del género *Bittacus* (incluyendo la nueva especie) presentadas en este trabajo, se encuentran entre la zona de transición y la región Neotropical, las restantes habitan la región Neártica. La especie con mayor distribución en México es *B.*

banksi, hallada en nueve estados de la república mexicana y colectada también en Costa Rica, El Salvador y Guatemala (Byers, 1958, 2004; Esben-Petersen, 1915). La segunda especie con mayor número de registros estatales es *B. mexicanus*, endémica de México y colectada en siete estados, la mayoría ubicados en la zona de transición. Las especies *B. alexanderi*, *B. occidentis* y *B. peninsularis* han sido registradas en tres, dos y dos estados respectivamente, sin embargo, sus registros estatales no son colindantes, por lo que es probable que su distribución abarque estados aledaños. La especie nueva fue colectada en el estado de Colima, su distribución podría abarcar hasta los estados de Jalisco y Guerrero por su cercanía.

Las tres especies del género *Kalobittacus* se encuentran en Veracruz y sólo *K. bimaculatus* ha sido registrada en Tabasco. Las nueve especies de *Kalobittacus* se encuentran restringidas a la región Neotropical (Machado *et al.*, 2009). En este trabajo se encontró una hembra de *Kalobittacus* proveniente de Oaxaca que se asemeja a *K. masoni*, no obstante, sus caracteres no fueron suficientes para llevar a cabo la determinación específica y el registro.

El género *Eremobittacus* es quizá el menos conocido en el país, sus dos especies fueron descritas por Byers (1997, 2011) con un solo macho. *E. spinulatus* se registró para Puebla, mientras que *Eremobittacus sodalium* Byers, 2011 en Sonora. En 2015, Villagómez *et al.* describieron a la hembra de *E. spinulatus*, ampliaron su distribución estatal a Oaxaca y encontraron que el tipo de vegetación de ambos registros se encuentra en porciones de bosque tropical caducifolio.

De acuerdo a los datos obtenidos, los bitácidos se encuentran por debajo de los 1700 metros de altitud y se distribuyen en zonas cálidas y húmedas del país. El género *Bittacus* ostenta el mayor rango de altitud con respecto a los cuatro restantes (1700-30 m); las especies de *Eremobittacus* se encuentran en un rango entre los 1400 y 1000 metros; dos de las especies

de *Kalobittacus* (*K. bimaculatus* y *K. masoni*) han sido colectadas por debajo de los 400 metros, mientras que *K. masoni* entre 1450 y 1200 metros (Cuadro 6).

Desde 1836 hasta 2011 se han descrito un total de 12 bitácidos con holotipo de México, exceptuando a la especie nueva descrita en este trabajo, que se encuentra en preparación. A partir de 1994 se observa un incremento en los registros, lo que podría indicar que aún existen especies nuevas por describir (Fig. 18). Esta hipótesis puede ser respaldada por la falta de muestreos en muchos estados de la república y la alta endemividad vista en las especies mexicanas.

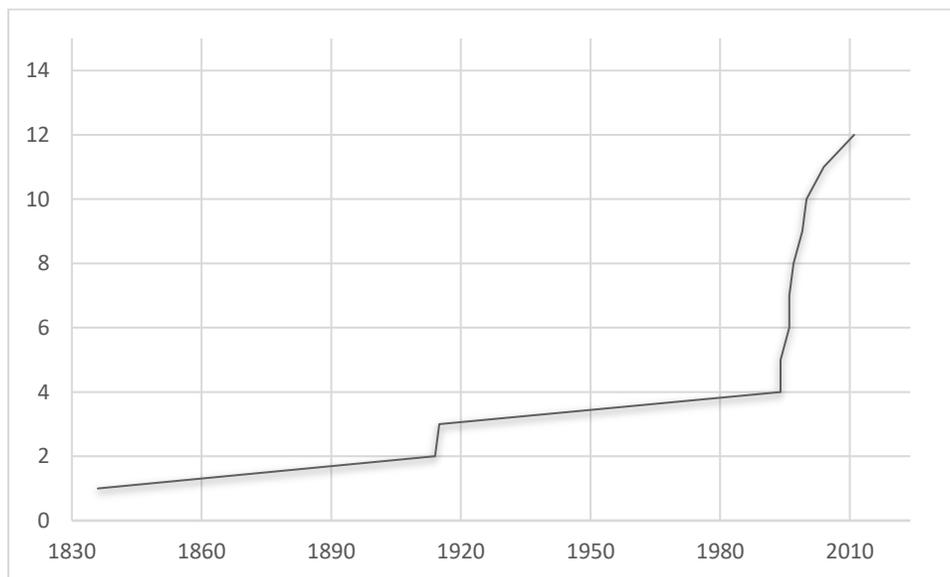


Figura 18. Curva acumulativa de especies mexicanas de Bittacidae (Mecoptera) con holotipo de México.

Perspectivas a futuro

La familia Bittacidae se encuentra poco representada en colecciones, sus ejemplares son recolectados mediante capturas fortuitas no dirigidas. El muestreo podría ser afectado negativamente debido a su morfología similar a Tipulidae (Diptera), familia poco trabajada en México, además, algunos ejemplares de Bittacidae pueden ser depositados erróneamente entre tipúlidos. No existen claves taxonómicas para las especies de México, las descripciones

originales se encuentran dispersas en múltiples fuentes, su morfología es conservada y los caracteres que ayudan a definir a las especies son escasos. La combinación de estos factores ha dificultado el avance del conocimiento taxonómico de este grupo en México.

Por este motivo es necesaria la redescrición de varias especies, así como mejorar las futuras descripciones con nuevos caracteres como la estructura genital interna de machos y hembras, la incorporación de imágenes y dibujos de alta calidad. Por si fuera poco, las filogenias con datos moleculares para esta familia son escasas, lo que da cuenta del enorme campo que aún falta por abarcar.

Es necesario el trabajo exploratorio en distintas áreas del territorio nacional para documentar la biodiversidad del grupo, mediante métodos de colecta dirigidos, utilizando trampas de luz y Malaise (siendo las más efectivas según los ejemplares trabajados), y tomando en cuenta la temporalidad, altitud, tipo de vegetación y zonas más conservadas o protegidas. Algunos estados que podían ser el enfoque de futuros muestreos son Chiapas, Chihuahua y Quintana Roo, ya que cada uno cuenta con 19 áreas naturales protegidas (CONANP, 2019) y, salvo Chiapas, aún no presentan registros de bitácidos.

Por último, la baja cantidad de especies de Bittacidae registradas, puede ser consecuencia de la escasa atención que han recibido, sumado a la desaparición de sus ecosistemas por factores antropogénicos, por lo que el cuidado de los ecosistemas en nuestro país ayudaría a preservar especies poco comunes como los mecópteros de México.

CONCLUSIONES

- Se elaboró la diagnosis de siete especies provenientes de seis colecciones entomológicas, que incluyen datos taxonómicos e imágenes de hábito, alas y región genital masculina.
- Se realizó la descripción preliminar de una posible especie nueva para la ciencia del género *Bittacus* Latreille 1805.
- Se elaboró la redescipción de *Bittacus mexicanus* Klug, 1836.
- Se ampliaron los registros distribucionales de cinco especies y se registró por primera vez la familia Bittacidae en cuatro estados del país.
- Se elaboró una clave de identificación taxonómica para los géneros y especies de la familia Bittacidae de México.
- Se encontró que la familia Bittacidae habita climas cálidos y húmedos por debajo de los 1700 msnm.
- Los caracteres más consistentes para la identificación de Bittacidae se encuentran en la venación alar y la región genital, sin embargo, es necesario estandarizar más caracteres para facilitar esta tarea.
- Este trabajo facilita el conocimiento de la diversidad de Bittacidae de México y abre paso a nuevos estudios para complementar la información sobre estos insectos.

LITERATURA CITADA

- Aldrovandi, U. (1602). *De animalibus insectis libri septem, cum singulorum iconibus ad vivum ex-pressis*. Bononiae, apud Ioan. Baptistam Bella-gambam.
- Banks, N. D. (1908). Neuropteroid insects : notes and descriptions. *Transactions of the American Entomological Society*, 34(3), 255–267.
- Banks, N. D. (1911). Descriptions of new species of North American neuropteroid insects. *Transactions of the American Entomological Society*, 37(4), 335–360.
- Beutel, R. G. y E. Baum. (2008). A longstanding entomological problem finally solved? Head morphology of *Nannochorista* (Mecoptera, Insecta) and possible phylogenetic implications. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 46(4), 346–367.
- Beutel, R. G., F. Friedrich, S.-Q., Ge. y Y. Xing-Ke. (2014). *Insect morphology and phylogeny*. Berlin, Germany: De Gruyter Graduate.
- Bicha, W. J. (2006). New scorpionflies (Mecoptera: Panorpidae) from Jalisco, Michoacán and Oaxaca, Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 108(1), 24–34.
- Bicha, W. J. (2018). Biodiversity of Mecoptera. En R. G. Foottit and Adler P. H. (Eds.), *Insect Biodiversity: Science and Society, II* (pp. 705-720). Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Brauer, F. (1885). Systematische-zoologische Studien. Sitzungsberichte der Königliche Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathematische-Naturwissenschaftliche. *Klasse 91*, 237-413.
- Byers, G. W. (1954). Notes on North American Mecoptera. *Annals of the Entomological*

- Society of America*, 47, 484–510.
- Byers, G. W. (1958). Descriptions and distributional records of American Mecoptera.
Journal of the Kansas Entomological Society, 31(3), 213–222.
- Byers, G. W. (1962). Descriptions and distributional records of American Mecoptera. II.
Journal of the Kansas Entomological Society, 35(3), 299–307.
- Byers, G. W. (1963). The life history of *Panorpa nuptialis* (Mecoptera: Panorpidae).
Annals of the Entomological Society of America, 56(2), 142–149.
- Byers, G. W. (1973). Descriptions and distributional records of American Mecoptera. III.
Journal of the Kansas Entomological Society, 46(3), 362–375.
- Byers, G. W. (1983). *Bittacus banksi* (bitacido, bittacid, hanging fly). En D. H. Janzen (Ed.), *Costa Rican Natural History*. (pp. 693-696). Chicago, U.S.A.: University of Chicago Press.
- Byers, G. W. (1994). Mexican species of *Kalobittacus* Esben-Petersen (Mecoptera: Bittacidae). *The Canadian Entomologist*, 126, 1093–1099.
- Byers, G. W. (1996a). Descriptions and distributional records of American Mecoptera. IV.
The University of Kansas Science Bulletin, 55(14), 519–547.
- Byers, G. W. (1996b). Mecoptera. En J. Llorente-Bousquets, A. N. García-Aldrete, y E. González-Soriano (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento* (pp. 549-552). Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Byers, G. W. (1997). Four puzzling new species of Mecoptera. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 99(4), 681–692.
- Byers, G. W. (1999). A new *Bittacus* from southern Mexico (Mecoptera). *University of Kansas Natural History Museum Special Publications*, 24, 121-123.

- Byers, G. W. (2000). Four new Mecoptera from Mexico. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 73(2), 77–83.
- Byers, G. W. (2001). New Mexican Mecoptera. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 74(2), 92–100.
- Byers, G. W. (2004). A collection of Mecoptera from Latin America. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 77(2), 137–142.
- Byers, G. W. (2011). Additions to the Mecoptera of Mexico. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 84(1), 1–11.
- Byers, G. W. y R. Thornhill. (1983). Biology of the Mecoptera. *Annual Review of Entomology*, 28, 203–228.
- Capinera, J. L. (2008). *Encyclopedia of Entomology* (2nd Ed). Heidelberg, Germany: Springer Science & Business Media.
- Carpenter, F. M. (1931a). Revision of the nearctic Mecoptera. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 73(6), 205–277.
- Carpenter, F. M. (1931b). The Biology of the Mecoptera. *Psyche*, 38(1), 41–55.
- Carpenter, F. M. (1936). Descriptions and records of nearctic Mecoptera. *Psyche*, 43(2–3), 56–64.
- Cheung, D. K. B., S. A. Marshall y D. W. Webb. (2006). Mecoptera of Ontario. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 1(1), 1–13.
- Comstock, J. H. y A. B. Comstock. (1895). *A manual for the study of insects*. Comstock Publishing; Ithaca, New York; 701 pp.
- Crampton, G. C. (1918). The genitalia and terminal abdominal structures of male Neuroptera and Mecoptera with notes on the Psocidae, Diptera and Trichoptera. *Psyche*, 25(3), 47–59.

- CONANP. (2019). *Listado de áreas naturales protegidas de México*. Tomado del sitio: <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/listanp/>. Consultado por última vez el 10 de febrero de 2020.
- Contreras-Ramos, A. y J. Gelhaus. (2002). Tipulidae (Diptera). En Llorente-Bousquets, J., A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol III* (pp. 583-595). Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Contreras-Ramos, A., M. A. Sarmiento-Cordero y N. D. Penny. (2014). Biodiversidad de Mecoptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, supl. 1, 8*, 339–344.
- Currie, G. A. (1932). Some notes on the biology and morphology of the immature stages of *Harpobittacus tillyardi* (order Mecoptera). *Proceedings of Linnean Society of New South Wales, 57*, 22–116.
- de la Fuente, J. A. F. (1994). *Zoología de Artrópodos*. Madrid, España: Mc Graw Hill. Interamericana Española.
- de la Torre-Bueno, J. R., S. W. Nichols y G. S. Tulloch. (1989). *The Torre-Bueno glossary of entomology*. New York, U.S.A.: The New York Entomological Society.
- Erwin, T. L. (1983). Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled by insecticidal fogging. *The British Ecological Society, 2*, 59–75.
- Esben-Petersen, P. (1914). New genera and species of Mecoptera. *Entomologiske Meddelelser, 10*, 129–132.
- Esben-Petersen, P. (1915). A synonymic list of the order Mecoptera together with descriptions of new species. *Entomologiske Meddelelser, 10*, 216–242.
- Esben-Petersen, P. (1921). Collections Zoologiques du Baron Edm. de Selys Longchamps.

- Catalogue Systematique et Descriptif. Bruxelles: HAYEZ, *Académie Royale des Sciences*. Fasc. V, Mecoptera. Monographic Revision, 1-172.
- Esben-Petersen, P. (1927). New and little-known species of Mecoptera and Neuroptera in the Zoological Museum of Helsingfors. *Notulae Entomologicae*, 7, 13–18.
- Friedrich, F. y R. G. Beutel. (2010). The thoracic morphology of *Nannochorista* (Nannochoristidae) and its implications for the phylogeny of Mecoptera and Antliophora (Hexapoda). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 48(2010)1, 50-74. 48. 10.1111/j.1439-0469.2009.00535.x.
- Friedrich, F., H. Pohl, F. Beckmann y R. G. Beutel. (2013). The head of *Merope tuber* (Meropeidae) and the phylogeny of Mecoptera (Hexapoda). *Arthropod Structure and Development*, 42(1), 69–88.
- Gao, Q., y B.-Z. Hua. (2013). Co-evolution of the mating position and male genitalia in insects: A case study of a hangingfly. *PLoS ONE*, 8(12): e80651.
- Garza-Sánchez, J., J. M. Coronado-Blanco, E. Ruíz-Cancino, R. D. Cervantes-Castro y H. A. Garza-Torres. (2019). Géneros de Mecoptera (Insecta) en la zona árida y semiárida de Tamaulipas, México. *Entomología mexicana*, 6, 636–642.
- Griffiths, J. W. (2008). An overview and a dichotomous key to the Bittacidae (Insecta: Mecoptera) of Illinois. *University of Florida, ENY 6166*, 1-20. Descargado de internet: http://entnemdept.ufl.edu/choate/illinois_bittacidae.pdf. Consultado por última vez el 05 de diciembre de 2020.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel. (2005). *Evolution of the Insects*. New York, U.S.A.: Cabridge University Press.
- Grustán I. D. (2015). Orden Mecoptera. *Revista IDE@-SEA*, 60, 1–10.
- Hagen, H. (1861). Synopsis of the Neuroptera of North America with a list of the South

- American species. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 4(1), 1–347.
- Hine, J. S. (1898). The North American species of the genus *Bittacus*. *Proceedings of the Columbus Horticultural Society*, 13, 105–115.
- Hodkinson, I. D. y D. Casson. (1991). A lesser predilection for bugs: Hemiptera (Insecta) diversity in tropical rain forests. *Biological Journal of the Linnean Society* 43: 101–9.
- Jeréz R. V. (2014). *Notiothauma reedi* M'Lachlan 1877, ficha de antecedentes de especie propuesta para el Reglamento de la Clasificación de Especies Silvestres (RCE), Ministerio del Medio Ambiente, Chile, 9 pp. Descargado de internet: http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/ficha11proceso/FichasPAC_11RCE/Notiothauma_reedi_11RCE_04_PAC.pdf. Consultado por última vez el 05 de diciembre de 2020.
- Klug, J. C. F. (1836). Versuch einer systematischen Feststellung der Inecten Familie: Panorpate und Auseinandersetzung ihrer Gattungen und Arten. *Gelesen in der Akademie der Wissenschaften*, 81–108.
- Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis* (vol. 1, ed. 10, Reformata). Stockholm, Sweden: Salviae; Holmiae.
- Llorente-Bousquets, J. (2003). *La búsqueda del método natural*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Ma, N., W. Zhong, Q. Gao y B.-Z. Hua, (2012). Female genital plate diversity and phylogenetic analyses of East Asian Panorpidae (Mecoptera). *Systematics and Biodiversity*, 1–20.
- Machado, R. J. P. (2018). Order Mecoptera. En Throp J. H. and D. C. Rogers (Eds.) *Thorpe and Covich's Freshwater Invertebrates: ecology and general biology* (4a ed., pp. 349–

- 351). Amsterdam, Netherlands: Elsevier Inc.
- Machado, R. J. P. (2019). One new species of hangingfly from Bolivia, *Bittacus vazdemelloi* sp. nov. (Mecoptera: Bittacidae), with an identification key to South American species of *Bittacus* Latreille. *Australian Journal of Entomology*, 58(4), 739–744.
- Machado, R. J. P., D. M. de Mello Mendes y J. A. Rafael, (2018). The genus *Bittacus* Latreille (Insecta: Mecoptera) in Brazil: Key to species, distribution maps, new synonym, and three new species. *Zootaxa*, 4526(3), 303–330.
- Machado, R. J. P., F. S. P. Godoi y J. A. Rafael, (2009). Neotropical Mecoptera (Insecta): New generic synonymies, new combinations, key to families and genera, and checklist of species. *Zootaxa*, 2148, 27–38.
- Misof, B., S. Liu, K. Meusemann, *et al.* (2014). Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science*, 346(6210), 763–767.
- Moffett, T., E. Wotton, C. Gessner, T. Penny y T. Mayerne. (1634). *Insectorum sive minimorum animalium theatrum: olim ab Edoardo Wottono, Conrado Gesnero, Thomaque Pennio inchoatum: tandem Tho. Movfeti Londinâtis operâ sumptibusq; maximis concinnatum, auctum, perfectum: et ad vivum expressis iconibus suprâ quingentis illustratum*. Londini: ex officinâ typographicâ T. Cotes.
- Morrone, J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 72(2), 207–252.
- Morrone, J. J. (2013). *Sistemática: fundamentos, métodos, aplicaciones*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Packard, A. S. (1886). A new arrangement of the orders of insects. *The American Naturalist*, 20(9), 808.

- Palmer, C. (2010). Diversity of feeding strategies in adult Mecoptera. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 3(2), 111–128.
- Penny, N. D. (1975). Evolution of the extant Mecoptera. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 48(3), 331–350.
- Penny, N. D. y G. W. Byers. (1979a). Chave para as famílias e gêneros da Mecoptera (Insecta) da América, do sul dos Estados Unidos. *Acta Amazonica*, 9(2), 363-364.
- Penny, N. D. y G. W. Byers. (1979b). A check-list of the Mecoptera of the world. *Acta Amazonica*, 9(2), 365–388.
- Peters, R. S., K. Meusemann, M. Petersen, C. Mayer, J. Wilbrandt, T. Ziesmann, A. Donath, K. M. Kjer, U. Aspöck, H. Aspöck, A. Aberer, A. Stamatakis, F. Friedrich, F. Hünefeld, O. Niehuis, R. G. Beutel y B. Misof. (2014). The evolutionary history of holometabolous insects inferred from transcriptome-based phylogeny and comprehensive morphological data. *BMC Evolutionary Biology*, 14(1), 1–16.
- Rottmar, B. (1966). Über Züchtung, Diapause und postembryonale Entwicklung von *Panorpa communis* L. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere.*, 83, 497–570.
- Setty, L. R. (1931). The biology of *Bittacus stigmaterus* Say (Mecoptera, Bittacidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 24, 467–484.
- Setty, L. R. (1940). Biology and morphology of some North American Bittacidae (Order Mecoptera). *The American Midland Naturalist*, 23(2), 257–353.
- Shepard, W. D. y A. Contreras-Ramos, (2009). Neuroptera y Mecoptera. En Domínguez E. y H. R. Fernandez. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos* (pp. 247–254). Tucumán, Argentina; Fundación Miguel Lillo.
- Simpson, G. G. (1961). *Principles of animal taxonomy*. New York, U.S.A.: Columbia

University Press.

- Skvarla, M. J., J. A. Hartshorn y A. P. G. Dowling, (2014). Report on a large collection of *Merope tuber* Newman, 1838 (Mecoptera: Meropeidae), from Arkansas, with notes on collection technique, sex ratio, and male clasper size. *Psyche*, 2014, 1–6.
- Stork, N. E. (2018). How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth? *Annual Review of Entomology*, 63(1), 31–45.
- Strübing, H. (1950). Beiträge zur Biologie von *Boreus hiemalis* L. *Zoologische Beiträge.*, 1, 51–110.
- Tuxen, S. L. (1970). *Taxonomist's glossary of genitalia in insects* (2a ed.). Munksgaard, Copenhagen. 359 pp.
- Villagomez, F., A. Contreras-Ramos y Y. Marquez-López, (2015). Rediscovery of *Eremobittacus spinulatus* Byers (Mecoptera, Bittacidae) in Mexico, with description of the female and comments on sexual dimorphism and potential mimicry. *ZooKeys*, 539, 111–117.
- Walker, F. (1853). *Catalogue of the specimens of neuropterous insects in the collection of the British museum. Part III*. London, UK: British Museum, Department of Zoology.
- Webb, D. W., N. D. Penny y J. C. Marlin. (1975). The Mecoptera, or scorpionflies, of Illinois. *Illinois Natural History Survey Bulletin*, 31(7), 251–316.
- Whiting, M. F. (2002). Mecoptera is paraphyletic: multiple genes and phylogeny of Mecoptera and Siphonaptera. *Zoologica Scripta*, 31(1), 93–104.
- Wiegmann, B. M., M. D. Trautwein, J. W. Kim, B. K. Cassel, M. A. Bertone, S. L. Winterton y D. K. Yeates. (2009). Single-copy nuclear genes resolve the phylogeny of the holometabolous insects. *BMC Evolutionary Biology*, 7(34), 1–16.
- Willmann, R. (1987). The phylogenetic system of the Mecoptera. *Systematic Entomology*,

12(4), 519–524.

Zhong, W., J.-X. Zhang y B.-Z. Hua, (2011). *Panorpodes kuandianensis*, a new species of short-faced scorpionflies (Mecoptera, Panorpididae) from Liaoning, China. *Zootaxa*, 2921, 47–55.

Referencias de Imágenes

Richardson I. (2015). Atlas of Living Australia. *Chorista australis*. Foto tomada del sitio:

<https://images.ala.org.au/image/details?imageId=698caf44-a5a1-4a7a-9dec-c9ee21e27b81>. Revisado por última vez el 10 de febrero de 2020.

Cruzado J. (2015). Facebook. Foto tomada del sitio:

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10153465887929994&set=oa.537283859728112&type=3&theater>. Revisado por última vez el 10 de febrero de 2020.

Álvarez J. (2014). Facebook. Foto tomada del sitio:

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=762546637122559&set=oa.537283859728112&type=3&theater&ifg=1>. Revisado por última vez el 10 de febrero de 2020.

Myers, P., R. Espinosa, C. S. Parr, T. Jones, G. S. Hammond, y T. A. Dewey, (2018). The Animal Diversity Web. Tomado del sitio:

https://animaldiversity.org/collections/contributors/Grzimek_insects/Mecoptera/v03_id194_con_lifecycle/. Revisado por última vez el 18 de julio de 2018.

Simon Grove (2018). Atlas of Living Australia. *Nannochorista diperoides* Foto tomada del sitio: <https://images.ala.org.au/image/details?imageId=97efde15-b958-43ed-9489-c5239411c166>. Revisado por última vez el 10 de febrero de 2020.