



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE MEDICINA

SISTEMÁTICA

**RIQUEZA DE ESPECIES NECRÓCOLAS DE LA FAMILIA PHORIDAE (LATREILLE,
1796) (DIPTERA, CYCLORRHAPHA) EN EL VALLE DE MÉXICO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

BIÓL. NUPLE JUÁREZ EDUARDO

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. CARLOS SALVADOR PEDRAZA LARA

FACULTAD DE MEDICINA, UNAM

COMITÉ TUTOR: DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

DR. ISMAEL HINOJOSA DÍAZ

INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., ENERO, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

COORDINACIÓN DEL POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE MEDICINA

OFICIO CPCB/006/2021

ASUNTO: Oficio de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
P r e s e n t e

Me permito informar a usted que en la reunión virtual del Subcomité de Biología Experimental y Biomedicina del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **19 de octubre de 2020** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en el campo de conocimiento de **SISTEMÁTICA** del estudiante **NUPLE JUÁREZ EDUARDO** con número de cuenta **308118236** con la tesis titulada **“RIQUEZA DE ESPECIES NECRÓCOLAS DE LA FAMILIA PHORIDAE (LATREILLE, 1796)(DIPTERA, CYCLORRHAPHA) EN EL VALLE DE MÉXICO”**, realizada bajo la dirección del **DR. CARLOS SALVADOR PEDRAZA LARA**, quedando integrado de la siguiente manera:

Presidente: DR. ROBERT WALLACE JONES
Vocal: DRA. PATRICIA RAMOS MORALES
Secretario: DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS
Suplente: DR. ALEJANDRO VALDEZ MONDRAGÓN
Suplente: DRA. MARYSOL TRUJANO ORTEGA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 06 de enero de 2021

COORDINADOR DEL PROGRAMA



DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA



COORDINACIÓN DEL POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Unidad de Posgrado, Edificio D, 1° Piso. Circuito de Posgrados, Ciudad Universitaria
Alcaldía Coyoacán. C. P. 04510 CDMX Tel. (+5255)5623 7002 <http://pcbiol.posgrado.unam.mx/>

Agradecimientos institucionales:

Al Posgrado en Ciencias Biológicas por el apoyo en mi formación académica.

Al CONACyT por la beca que me brindaron (CVU 921231) por lo que me pude enfocar de tiempo completo en mis estudios.

Al PAPIIT por los proyectos “Patrones de diversificación de crustáceos de agua dulce de México” (IA205020) y “Diversidad faunística de interés en entomología forense de México” (IA206917), así como al CONACyT por el proyecto “Patrones de diversificación de crustáceos de agua dulce de México” Ciencia Básica 257263.

A PAEP por la beca que me ayudó a aumentar mis conocimientos y fortalecer esta tesis con expertos internacionales.

Al Dr. Carlos Salvador Pedraza Lara, por tener paciencia, apoyarme y asesorarme en todo momento antes y durante la realización de mis estudios de maestría.

Al Dr. Atilano Contreras Ramos y al Dr. Ismael Hinojosa Díaz, miembros del comité tutor, quienes me dieron buenos consejos ante el reto que representa este grupo de insectos.

Agradecimientos personales:

A la Facultad de Medicina y la Licenciatura en Ciencia Forense, por el uso de sus instalaciones.

Al Dr. Henry Disney, por su amabilidad y apoyo durante la estancia de investigación, así como el tener paciencia para enseñarme la identificación de géneros y especies de la familia Phoridae.

A los miembros del jurado, el Dr. Robert Wallace Jones, la Dra. Patricia Ramos Morales, el Dr. Alejandro Valdez Mondragón y la Dra. Marysol Trujano Ortega, por su tiempo y sus comentarios para mejorar este proyecto.

Al Dr. Mariano Guardado Estrada, la Ing. Chantal Loyzance y al Dr. Christian Cárdenas Monroy por el préstamo y ayuda en el laboratorio.

A la dirección del Bosque de Chapultepec, en particular a la Biól. Paulina Vázquez Quintana, quien confió en el proyecto y nos ayudó a que se pudiera recolectar en este sitio.

Al Santuario de las luciérnagas “Piedra Canteada”, por brindarnos el espacio y tiempo para poder trabajar en sus instalaciones.

A la Comisión de Recursos Naturales (CORENA), en particular al Ing. Miguel A. Delgado Reyes, por permitirme realizar muestreos en sus instalaciones.

Al Parque Nacional El Chico, a cargo del Biól. Claudio Anwar Becerra, por la flexibilidad en realizar nuestro proyecto junto con ellos.

A la Coordinación General de Conservación Ecológica, Coacalco, por brindarnos un área especial para poder muestrear.

Al M. en C. José Luis Bortolini Rosales, por facilitarme acceso a material de laboratorio y dar su apoyo, ante las dificultades de la pandemia.

A Stephany, ya que sin tu ayuda, mi tesis no sería la misma. Me haces una mejor persona.

A mis amigos y familiares que me ayudaron a recolectar, cargar materiales, buscar ejemplares o simplemente por darme ánimos en el transcurso de la tesis.

ÍNDICE:

1.1	Resumen	1
1.2	Abstract	2
2	Introducción	3
2.1	Familia Phoridae	3
2.2	Dípteros necrófilos	5
2.3	Uso de información genética en taxonomía	6
2.4	La familia Phoridae en México	9
2.5	Estimación de la riqueza de especies	10
2.6	Vegetación de la cuenca del Valle de México	11
3	Objetivos	16
4	Metodología	16
4.1	Recolecta	16
4.2	Identificación morfológica	18
4.3	Análisis molecular	18
4.4	Delimitación de especies	19
4.5	Integración de caracteres morfológicos y moleculares	20
4.6	Identificación de sexos con datos moleculares	20
4.7	Estimación de la riqueza de especies	20
5	Resultados	21
5.1	Integración en métodos de delimitación de especies	21
5.2	Emparejamiento entre machos y hembras de la misma especies	22
5.3	Estimación de la riqueza de especies de la familia Phoridae en el Valle de México	23
6	Discusión	32
6.1	Integración en la delimitación de especies	32
6.2	Caracteres de importancia taxonómica	32
6.3	Identificación de un género nuevo	33
6.4	Vinculación entre sexos de la misma especie	33
6.5	Riqueza de la familia Phoridae en México	34
6.6	Asociación a tipos de vegetación	34
7	Conclusiones	35
8	Referencias bibliográficas	36
9.1	Anexo 1. Descripción de caracteres y sus estados	41
9.2	Anexo 2. Matriz de acumulación de especies	49
9.3	Anexo 3. Anotaciones taxonómicas de las especies de la familia Phoridae	54

1.1 Resumen:

La familia Phoridae tiene más de 4,000 especies descritas en el mundo, pero se estima que existen entre 30,000 a 50,000 especies. Los adultos se alimentan de diversas fuentes como la savia de las hojas, esporas de hongos, material vegetal en descomposición, polen o poseen hábitos necrócolas, es decir, están asociados a cadáveres enterrados e invertebrados muertos, entre otros. En México, se tiene registro de solo 62 especies, lo que está por debajo de la riqueza de especies reportadas en otras regiones del mundo. El presente trabajo busca documentar y analizar la riqueza de especies de la familia Phoridae en el Valle de México en dos tipos de vegetación principales, bosque y pastizales-matorrales. Se colocaron de tres a seis necrotrampas aéreas con 150g de carne de cerdo (*Sus scrofa*) a una altura de 0.5 a 2 m aproximadamente del suelo. Esto se hizo cinco veces entre noviembre del 2018 a septiembre del 2019. Se obtuvieron un total de 2,152 ejemplares de la familia Phoridae. De los primeros tres muestreos, se tiene que Chapultepec (Ciudad de México) es el lugar con mayor abundancia, mientras que Piedra Canteada (Tlaxcala) cuenta con el mayor número de organismos en el cuarto y quinto muestreo. Se realizó una separación de especies con datos morfológicos con una matriz de 41 caracteres y se seleccionaron hasta cinco organismos por cada morfoespecie para la extracción de ADN. Se amplificó un fragmento del gen mitocondrial citocromo oxidasa subunidad I (COI), con el que se realizó un árbol de distancia genética, con el fin de hacer una primera exploración de similitud de las morfoespecies. Después se hizo una delimitación de especies con los métodos de ABGD y de GMYC. Se delimitaron un total de 46 especies en siete géneros de los cinco muestreos, de las cuales, 10 solo cuentan con evidencia morfológica, el resto están sustentadas con evidencia genética y morfológica. Los géneros identificados fueron *Borophoga*, *Chonocephalus*, *Diplonevra*, *Megaselia*, *Phora*, *Puliciphora* y un género nuevo para la ciencia. De las especies secuenciadas, existe una congruencia de 31 de las 35 especies entre la delimitación con morfología y con delimitación con datos genéticos. El género *Megaselia* es el que cuenta con la mayor riqueza, con un total de 39 especies. Se identificaron cuatro especies del género *Megaselia*: *M. scalaris*, *M. articae*, *M. rufipes*, y *M. sulphurizona*, los tres últimos son registros nuevos para México. De los géneros restantes, no se lograron identificar a nivel de especie con las claves disponibles debido a que no se recolectaron ejemplares macho, ya que, del total de moscas obtenidas, el 88% corresponden a hembras. También se tiene registros nuevos para el género *Borophaga* y *Phora*, en los que también hay ausencia de machos, lo que dificulta la identificación a especie. Existe probablemente un género nuevo para ciencia, el cual se relaciona con el género *Diplonevra*, sin embargo, los ejemplares presentaron solo una hilera de sedas en palizadas en la tibia posterior, a diferencia del género *Diplonevra*, que cuenta con dos. La riqueza de especies fue mayor en vegetación de bosque. Las especies del género *Diplonevra* se encuentran mayormente en las localidades de bosque de pino y bosque de táscate, mientras que en el bosque cultivado predomina el género *Megaselia*. Se encontró que el uso del fragmento del gen COI es útil para asociar machos y hembras, lo que se logró en nueve especies. La forma, color y tamaño de las placas dorsales muestran ser un conjunto de caracteres útiles para reconocer hembras a nivel de especie. En solo el considerar la fauna necrócola de la región, la diversidad de la familia fue mayor a la reportada, por lo que el número de especies será mayor si se consideran especies que utilicen otras fuentes de alimentación o están asociados a otros tipos de vegetación.

Palabras clave: Phoridae, Valle de México, riqueza de especies, género nuevo, ABGD, GMYC.

1.2 Abstract:

The Phoridae family has more than 4,000 described species, but it is estimated that there are between 30,000 to 50,000 species. Adults feed on various sources such as leaf sap, fungal spores, decomposing plant material, pollen or with necrocolic habits, that means, they are associated with buried corpses, dead invertebrates, among others. In all of Mexico, only 62 species are recorded, which is below the species richness reported in other regions of the world. The present work seeks to describe and analyze the species richness of the Phoridae family in the Valley of Mexico and its relationship with two main types of vegetation, forest and grasslands or shrubs. Three to six aerial necrotraps were placed with 150g of pork meat (*Sus scrofa*) at a height of approximately 0.5 to 2 m. For DNA extraction, a species delimitation was first carried out with morphological data with the help of a matrix with 41 characters, from which a maximum total of five organisms were selected for each morphological species. A fragment of the COI mitochondrial gene was amplified, with which a tree of genetic distances was made, in order to make a first exploration of morphospecies similarity. Then a species delimitation was made with the ABGD and GMYC methods. A total of 2,152 specimens of the Phoridae family were obtained. Of the first three samplings, Chapultepec is the place with the most specimens obtained, while Piedra Canteada has the highest number of organisms in the fourth and fifth samplings. There are a total of 46 species in seven genera of the five samplings, of which 10 species only have morphological evidence, the rest are supported by genetic and morphological evidence. Of the species sequenced, there is a congruence of 31 of the 35 species with at least one delimitation method. The genus *Megaselia* is the one with the largest number of species, with a total of 39. Four species of the genus *Megaselia* were identified: *M. scalaris*, *M. articae*, *M. rufipes*, and *M. sulphurizona*, the last three are new records to Mexico. The rest could not be identified at the species level with the available keys because no male specimens were collected. Aerial necrotraps capture mostly female specimens, of the total number of flies obtained, 88% correspond to females. There are three new records of the genus *Megaselia* for Mexico: *M. articae*, *M. rufipes*, and *M. sulfurizona*. There are also new records for the genus *Borophaga* and *Phora*, in which there is also an absence of males, which makes it difficult to catalog them. There is probably a new genus, which is related to the genus *Diplonevra*, however, these organisms present only one row of silks in palisades on the posterior tibia. The species richness of the Phoridae family is greater in forest vegetation. The genus *Diplonevra* predominates in the localities of pine forest and tascate forest, while the highest abundance of flies was obtained in the cultivated forest, in which the genus *Megaselia* predominates. The use of the COI gene fragment is also useful to associate males and females, which was achieved in nine species. The shape, color and size of the dorsal plates are shown to be a useful character set to identify females at the species level. Therefore, we can consider that the diversity of the family is greater than that reported, only when considering the necropic fauna of the region, so the number of species is greater if other sources of food or types of vegetation are considered.

Key words: Phoridae, Valley of Mexico, species richness, new genus, ABGD, GMYC.

2 Introducción

Disney (1994) propone el uso de la superfamilia (Phoroidea), con el fin de incluir a las familias relacionadas con Phoridae con evidencia fósil y algunos caracteres, como la venación de las alas. Dentro de esta superfamilia, se incluyen las familias Phoridae, Ironomyiidae, Platypezidae y Sciadoceridae. La familia Phoridae es un grupo monofilético (Brown, 1992; Disney 1994), el cual tiene más de 4,000 especies descritas, dentro de más de 250 géneros, pero se estima que existen entre 30,000 a 50,000 especies (Ament y Brown, 2016; Disney, 1994, Gaston 1991; Brown, 2004). La falta de caracterización morfológica dentro de la familia Phoridae ha dado como consecuencia que, algunos autores, separen a las hembras ápteras en las subfamilias Termitoxeniinae y Thaumatoxeniinae (Disney, 1994).

2.1 Familia Phoridae

Esta familia se encuentra entre los insectos con mayor diversidad ecológica, con larvas que son necrófagas, herbívoras, depredadoras, cleptoparásitas, parasitoides y parásitos verdaderos (Disney, 1994). Por otro lado, los adultos son menos diversos en sus hábitos alimenticios, ya que en su mayoría se alimentan de miel, savia de las hojas, néctar, levaduras, esporas de hongos, material vegetal en descomposición, polen, asociados a cadáveres enterrados, invertebrados muertos o heridas de animales (Brown *et al.*, 2009).

De acuerdo con Disney (1994), su clasificación es la siguiente:

Orden: Diptera

Suborden: Brachycera

División: Cyclorrapha

Serie: Aschiza

Superfamilia: Phoroidea

Familia: Phoridae

La identificación de la familia Phoridae se basa en ejemplares adultos, que presentan la siguiente combinación de caracteres: (1) venación alar con las venas costal y radial engrosadas, que forman un triángulo en la base del ala, mientras que las venas radiales son delgadas y no se cruzan entre ellas (Figura 1); (2) el alargamiento del primer segmento antenal y el engrosamiento del segundo segmento (Figura 2); y (3) las sedas de la parte posterior del metatarso, son de mayor tamaño en comparación al resto de sedas en esa zona, y son perpendiculares a las líneas de sedas (Figura 3) (Disney, 1994).

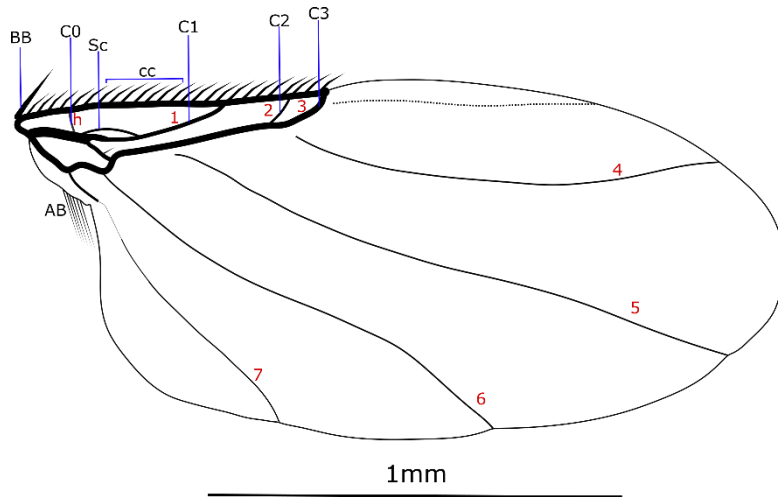


Figura 1. Ala de *Diplonevra florea*. Las venas 4-7 son longitudinales, C0 y C1 sección 1 de la costa, C1-C2 sección 2, C2-C3 sección 3, cc sedas de la costa, BB seda basal de la costa, AB sedas de la cresta axilar, h vena humeral, SC vena subcostal. Imagen tomada y modificada de Disney, 1983.

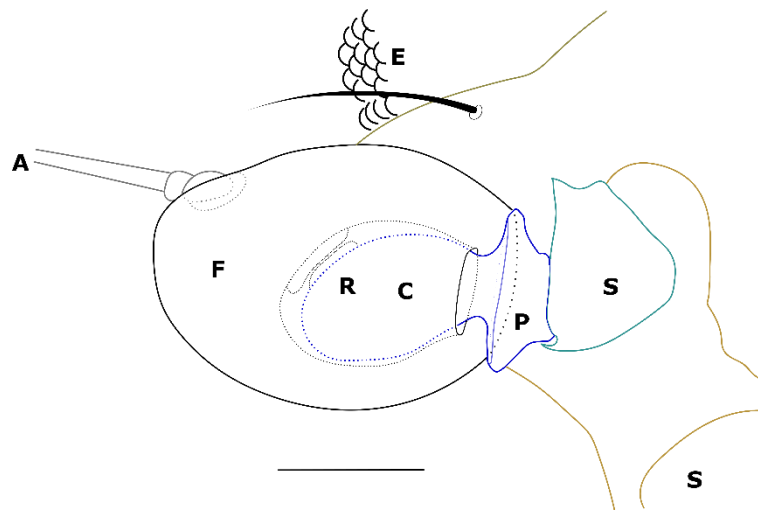


Figura 2. Antena derecha de macho de *Diplonevra abbreviata*. A base de arista, C cono, E ojo, F primer segmento flagelar, P pedicelo, R anillo apical del cono, S escapo. Imagen tomada y modificada de Disney, 1983.

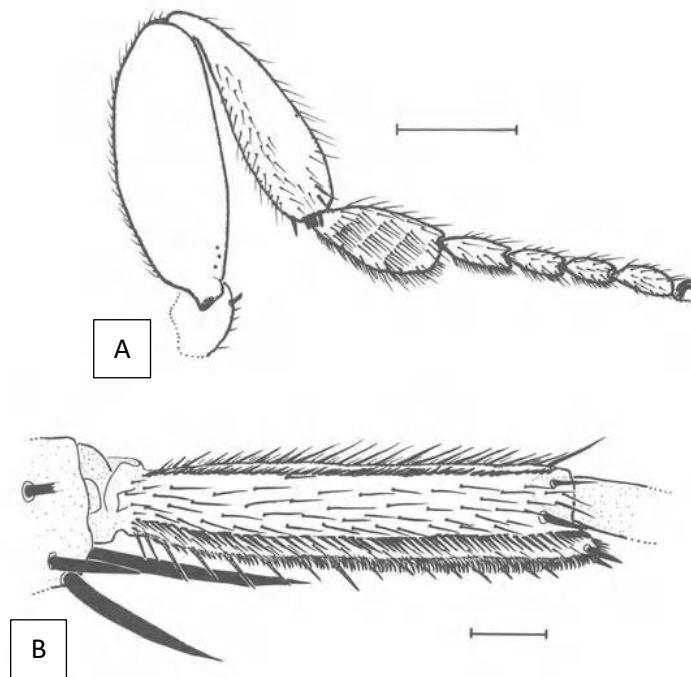


Figura 3. Sedas en palisadas y peines transversos del metatarso posterior de Phoridae. (A) Cara posterior de la pata de un ejemplar macho de *Metopina ciceri*. (B) Cara anterior de metatarso de un macho de *Triphleba collini*.

2.2 Dípteros necrófilos

Este estudio se enfoca en los fóridos **necrócolos**. Este término es propuesto en la clasificación de Labrador (2005) quien los define como aquellas especies asociadas a materia orgánica de origen animal en descomposición. Se reconocen cuatro categorías:

- **Necrobios:** Incluye a todas las especies que tienen una fuerte dependencia de la materia orgánica en descomposición. En este contexto, los adultos y las larvas dependen directamente de la carroña.
- **Necrófilos:** Incluye a las especies que se encuentran en la materia orgánica animal en descomposición para alimentarse de otros insectos o bien cuando la carroña se encuentra invadida por microorganismos y normalmente el cadáver se encuentra *licue facto*. Esta categoría se subdivide en:
 - **Necrófilos saprófagos:** especies que se alimentan de la materia orgánica en estados avanzados de descomposición.
 - **Necrófilos depredadores:** especies que aprovechan la materia orgánica en descomposición para alimentarse de otros organismos que llegan a ella, ya sea necrobios o necrófilos saprófagos.
- **Necroxenos:** Incluye a todas las especies que se encuentran en la materia orgánica en descomposición de manera accidental. Su hábitat y hábitos alimentarios son diferentes, por ejemplo, son habitantes comunes en hojarasca, flores, hongos, entre otros.

2.3 Uso de información molecular en taxonomía

La delimitación de especies es la acción de identificar la diversidad biológica a nivel de especie (Carstens *et al.*, 2013). Las especies son unidades fundamentales en los estudios de sistemática, biodiversidad y ecología, pero su delimitación ha sido relativamente descuidada metodológicamente (Wiens y Servedio, 2000, Carstens *et al.*, 2013). En la actualidad, la delimitación de especies se realiza con datos moleculares principalmente (Hebert *et al.*, 2003; Tautz *et al.*, 2003; Knapp *et al.*, 2007) o, en menor grado, con información morfológica (Wiens y Servedio, 2000). En este trabajo se utiliza el concepto general de especie (De Queiroz, 2007) con el cual, una especie es un segmento de un linaje de poblaciones que evoluciona de manera independiente y para reconocer estos linajes, se utilizará evidencia morfológica solamente o también información molecular.

Los marcadores moleculares son secuencias de ADN polimórficas específicas con una ubicación conocida en el genoma, las cuales son utilizadas como una herramienta en la taxonomía (Benavides y Guénet, 2012). Las características necesarias que requiere un marcador adecuado son su variabilidad y universalidad, aunque también deben considerarse otras como la propensión de un marcador a la evolución convergente (Fontaneto *et al.*, 2015). Si la amplificación es por el método de reacción en cadena de polimerasa (PCR, Saiki *et al.*, 1988), es imprescindible que la región variable esté flanqueada por dos regiones conservadas, esto para que puedan usarse como regiones de cebado. Por último, es necesario que existan numerosas copias en cada célula de estos marcadores que queremos utilizar, como el ADN mitocondrial (16S, Citocromo oxidasa I y II, Citocromo B) o ADN ribosomal (28S, espaciador transcrito génico I y II) (Fontaneto *et al.*, 2015).

El gen del citocromo oxidasa sub unidad I (COI) es uno de los más utilizados para la delimitación de especies en metazoarios (Hebert *et al.*, 2003). Este gen se caracteriza por tener un tamaño aproximado de 1,590 pb, además de carecer de intrones, está poco expuesto a la recombinación genética, su herencia es haploide (matrilineal), posee una tasa de mutación molecular mayor que otros genes, su índice de sustitución en la tercera posición del codón es muy alta, y presenta pocas inserciones y deleciones (Knowlton y Weigt, 1998; Saccone *et al.*, 1999; Zhong *et al.*, 2016). Sin embargo, también existen problemas al utilizar solo el gen COI en la identificación de especies, como lo son el no ser universal, al no ser una herencia clonal en todas las especies o que el porcentaje de divergencia interespecífica es desconocida en la mayoría de las especies (Moritz y Cicero, 2004; Galtier *et al.*, 2009).

Los métodos para delimitar especies a partir de datos moleculares se pueden dividir cuatro. El primero son métodos basados en distancias genéticas, como el código de barras de ADN (Hebert *et al.*, 2003) o el Descubrimiento automático de brecha de código de barras (ABGD, Puillandre *et al.*, 2012). También están aquellos que requieren árboles filogenéticos como el modelo coalescente mixto general de Yule (GMYC; Pons *et al.*, 2006), el análisis bayesiano y filogeográfico (BPP, Yang, 2015) o el Modelo de proceso del árbol de Poisson (PTP, Zhang *et al.*, 2013). El tercer tipo son los que necesitan de ambos datos, una matriz de distancias y un árbol filogenético, como el

modelo K/Θ (Birky *et al.*, 2005). Por último, existen los que requieren de marcadores heterocigotos escalonados como las haploredes (Doyle, 1995; Flot *et al.*, 2010). A continuación se detallan las características de los métodos mencionados:

- **Código de Barras de ADN** (Hebert *et al.*, 2003): Este método utiliza las distancias genéticas para identificar unidades de diversidad. Tiene dos objetivos principales: (1) la identificación de individuos de especies ya conocidas y (2) el descubrimiento de especies nuevas. Este enfoque plantea un umbral de distancia de nucleótidos *a priori*, por debajo del cual los especímenes se consideran específicos y por encima del cual se considera que pertenecen a diferentes especies. La suposición principal detrás de esto es que las variaciones intraespecíficas e interespecíficas no se empalman. El valor del umbral de divergencia que se ha utilizado, de manera indiscriminada, es del 3% para las secuencias de COI, basado en lepidópteros. Como alternativa, posteriormente se propuso un umbral relativo de diez veces la variación intraespecífica media para el grupo en estudio (Hebert *et al.* 2004). La herramienta del código de barras de ADN es útil para complementar la información morfológica o identificar especies crípticas de grupos megadiversos, como los dípteros y recientemente se ha utilizado en fóridos (Smith *et al.*, 2006; Boehme *et al.*, 2010).
- **Descubrimiento automático de brecha de código de barras (ABGD)** (Puillandre *et al.*, 2012): Este método intenta determinar directamente un umbral óptimo para discriminar un conjunto de datos dado, para lo cual se asume que las variaciones intraespecíficas e interespecíficas no se superponen; es decir, los individuos de una especie dada son más similares molecularmente que los individuos que pertenecen a especies diferentes. Si no se detecta un umbral satisfactorio, se concluye que todas las muestras secuenciadas son específicas. Este método acepta una alineación como entrada para generar una matriz de distancia, en bruto o corregida siguiendo modelos de evolución de secuencia. Es necesario que se especifique un límite o un rango de límites superiores en distancias genéticas intraespecíficas. A partir de cada uno de estos antecedentes y la matriz de distancia, estima un intervalo de confianza del 95% para la tasa de mutación de la población usando la teoría coalescente, a continuación, busca lagunas en la distribución de distancias por pares que quedan fuera del intervalo de confianza. Cuando se detecta una de estas brechas, ABGD la usa como umbral para delimitar las hipótesis de especies primarias. Algo importante de ABGD es que no requiere monofilia para delinear especies.
- **Análisis bayesiano y filogeografía (BPP)** (Yang, 2015): Es un programa de Cadenas Bayesianas de Markov-Monte Carlo (MCMC) para analizar alineamientos de secuencias de ADN bajo el modelo coalescente multiespecies (MSC). El modelo MSC explica el proceso coalescente tanto en las especies modernas y ancestrales como en los conflictos resultantes de árboles de especies de árboles moleculares. Por lo tanto, es posible una

estimación confiable de la filogenia de la especie, incluso si la información en cada locus es débil, de modo que el árbol genético es altamente incierto.

- **Modelo coalescente mixto general de Yule (GMYC; Pons *et al.*, 2006):** Es un modelo filogenético, que toma como fuente de entrada una genealogía ultramétrica estimada a partir de un solo locus genético. El método intenta modelar el punto de transición entre la cladogénesis y la coalescencia de alelos, para ello, se basa en el supuesto de que la especiación ocurrirá a un ritmo significativamente menor que la ramificación coalescente intraespecífica. El modelo de umbral único fue el primero en ser propuesto, en el cual la solución más probable para identificar procesos de Yule y coalescentes se compara con la hipótesis nula, es decir, con una tasa de ramificación única dentro de una sola especie usando una prueba de χ^2 . Si es significativo, el umbral se usa para delimitar las unidades evolutivas significativas (ESU). Dado que los valores de probabilidad están disponibles para todas las soluciones posibles, también se puede, como segundo paso, evaluar si otras soluciones son significativamente menos probables que la favorecida por el método. Tal enfoque proporciona intervalos de confianza muy útiles en torno a la solución más probable, lo que permite determinar si las delimitaciones de especies inferidas de los datos son confiables.

- **Modelo de proceso del árbol de Poisson (PTP, Zhang *et al.*, 2013):** Es otro método de delimitación de especies basado en árboles que utiliza la teoría de coalescencia para distinguir entre procesos a nivel de población y procesos a nivel de especie. Supone que las sustituciones intraespecíficas e interespecíficas siguen dos procesos de Poisson distintos, y que las sustituciones intraespecíficas son claramente menos que las sustituciones interespecíficas porque tienen menos tiempo para acumularse. Este método utiliza sustituciones directamente para representar el tiempo en lugar de hacerlo a través de un método que corrige la variación de velocidad, como GMYC. Este método basado en la fusión es muy rápido ya que requiere solo un árbol genético con raíces regulares. La versión más reciente del método incluye tanto la máxima probabilidad como las búsquedas bayesianas de límites de especies, y devuelve valores de soporte bayesianos para esas especies delimitadas.

- **K/θ (Birky *et al.*, 2005):** Con el uso de la teoría genética de la población, para grupos hermanos de un marcador dado, propone que si la divergencia entre clados (K) es al menos cuatro veces mayor que la variación intra clados (θ) significa que tienen más del 95% de posibilidades de corresponder a diferentes especies. En otras palabras, es poco probable que, los clados que cumplen con esta regla de 4x, hayan surgido únicamente por la deriva genética neutral dentro de una sola población, pero probablemente hayan experimentado barreras para el flujo de genes, como la separación física (alopatría), la selección divergente para la adaptación a nichos distintos, o ambos. Hasta la fecha, el método se ha utilizado

predominantemente para taxones asexuales, ya que su genética de población es posiblemente más simple (Birky *et al.*, 2010).

- **Haploredes** (Doyle, 1995; Flot *et al.*, 2010): Se basan en la exclusividad alélica mutua para delinear especies de organismos diploides, los cuales han sido aislados reproductivamente el tiempo suficiente para no compartir ninguna secuencia idéntica para el marcador bajo investigación. Las especies recién separadas pueden alcanzar la exclusividad alélica mutua antes, o al mismo tiempo, de alcanzar la monofilia recíproca. Además, el tiempo necesario para que las especies recién divergentes alcancen la exclusividad alélica mutua solo depende de la longitud del marcador y su tasa de mutación, no del tamaño efectivo de las poblaciones. Por el contrario, el tiempo necesario para que las especies recién separadas alcancen a diferenciarse depende en gran medida de la deriva genética y, por lo tanto, del tamaño efectivo de la población de la especie.

La taxonomía integradora es un enfoque multidisciplinario que ayuda en la delimitación de especies y diagnosticar las especies crípticas (Dayrat, 2005). Uno de los retos más grandes de la taxonomía es encontrar la mejor manera de delimitar a las especies (Padiál *et al.*, 2010). El enfoque del uso de selección de caracteres en taxonomía y sistemática es limitado, en particular para el diagnóstico de especies crípticas, lo que ocasiona que especies distintas son clasificadas, de manera incorrecta, en una sola especie (Bickford *et al.*, 2007). La taxonomía integradora es un esfuerzo por reducir la subjetividad con la que se delimitan las especies, debido a que propone hacer uso de diferentes fuentes de información teórica y metodológica proporcionadas por distintas disciplinas que estudian el origen y la evolución de las especies (Padiál *et al.*, 2010). El problema que plantea es que puede existir consenso casi total, parcial o estar en desacuerdo total acerca del número de especies estudiadas (Schlick-Steiner *et al.*, 2010). Un consenso total o casi total es una fuerte indicación de que el patrón evolutivo ha sido descubierto. Sin embargo, el desacuerdo implica la necesidad de proporcionar una explicación evolutiva en la que se reflejen los procesos que generan el desacuerdo, para posteriormente decidir cuál de los resultados proporcionados por las distintas disciplinas es el más plausible (Schlick-Steiner *et al.*, 2010). El dar una mayor robustez a las especies con más evidencia, la complejidad morfológica dentro de la familia Phoridae, así como la falta de conocimiento de ambos sexos de esta familia, hacen que el uso de taxonomía integradora sea fundamental en este proyecto.

2.4 La familia Phoridae en México

En México, el conocimiento de la familia Phoridae es muy limitado, con un registro de 62 especies dentro de 17 géneros (Brown, 2019). Un ejemplo es el caso del género *Megaselia*, del cual se tiene registro de ocho especies: *M. aletiae* (Comstock, 1880), *M. basispinata* (Lundbeck, 1920), *M. cordobensis* (Malloch, 1912), *M. incisa* (Malloch, 1912), *M. lanceata* (Borgmeier, 1962), *M. nudipalpis* (Borgmeier, 1962), *M. perdita* (Malloch, 1912) y *Megaselia scalaris* (Molina-Chávez *et al.*, 2012; Quesada-Béjar *et al.*, 2017). Existen pocos trabajos acerca de su actividad como

polinizadores de orquídeas en bosques de encino en el estado de Chiapas (Albores-Ortiz y Sosa, 2006); restos fósiles en ámbar (Solórzano-Kraemer y Brown, 2017); y de su actividad como parasitoides facultativos de mariposas, escarabajos y tarántulas (Arredondo-Bernal y Trujillo-Arriaga, 1994; Hernández-Zetina, 2009; Machkour-M´Rabet *et al.*, 2015; Ramírez-Enríquez, 2016). En México, los estudios sobre su diversidad e importancia forense suelen ser insuficientes (Magaña, 2001), además no existe una clave actualizada para la identificación de especies en América, las descripciones de especies nuevas se basan en pocos caracteres y las diferencias morfológicas no son claras.

Se requiere un estudio amplio de la familia Phoridae en México. En el 2018, el estudio realizado en Ciudad Universitaria, Coyoacán, de la Ciudad de México por Téllez-García en la zona de la cantera, identificó al menos seis especies posibles que pertenecen al género *Megaselia*. Sin embargo no se identificaron con datos morfológicos, ya que no era el objetivo de ese trabajo. Lo anterior contrasta con lo reportado por Molina-Chávez *et al.* (2012), en el que se reportaba solo una especie, *Megaselia scalaris*, en las alcaldías de Benito Juárez, Coyoacán, Cuajimalpa y Cuauhtémoc. Es importante señalar el trabajo de Hartop *et al.* (2015), el cual se realizó en Los Ángeles, Estados Unidos, en el que se describen 30 especies nuevas del género *Megaselia*. Por la falta de estudios de diversidad en México, así como la riqueza grande de especies reportadas en otras regiones del mundo, es importante considerar ampliar los estudios de presencia de la familia Phoridae en diferentes tipos de vegetación, estaciones del año, así como gremios alimenticios (Disney, 2003; Molina-Chávez *et al.*, 2012; Ramírez-Enríquez, 2016; Téllez-García, 2018).

2.5 Estimación de la riqueza de especies

La riqueza de especies se define como el número de especies en un área, ubicación o hábitat específico (Magurran, 1988; Begon *et al.*, 1996). La identificación de patrones espaciales de diversidad de especies es un problema central en biología de la conservación, y los patrones tienen implicaciones para el diseño de programas de monitoreo de la biodiversidad (Begon *et al.*, 1996). A pesar de la importancia de conocer los factores que determinan la riqueza de especies, se conoce poco de ellos, en el caso de México se ha logrado identificar que la vegetación juega un papel importante en la riqueza de especies de insectos (Cuevas-Reyes *et al.*, 2004).

Las curvas de acumulación de especies ayudan en la estimación de la riqueza de especies. La cuantificación de la riqueza de especies es importante, no solo para las comparaciones entre sitios, sino también para abordar la saturación de comunidades locales colonizadas a partir de fuentes regionales (Cornell, 1999). Sin embargo, la riqueza de especies observada generalmente subestima la riqueza real de especies, esto por un error al comparar la riqueza de especies en muestras de tamaño desigual. Una herramienta para solucionar este problema es el uso de las curvas de acumulación de especies. Estas curvas trazan la acumulación de especies nuevas recuperadas en relación con alguna medida de esfuerzo de un muestreo (Colwell *et al.*, 2004). Existen dos tipos principales de curvas de acumulación: (1) el que se basa en individuos, donde se

registra el aumento acumulativo de la riqueza frente al número de organismos individuales examinados y (2) el que consiste en muestras, aquí se registra la acumulación de especies nuevas contra el aumento del esfuerzo de muestreo representado por cuadrantes, transectos, trampas o alguna unidad de medida de muestreo (Colwell *et al.*, 2004).

Hay métodos paramétricos y no paramétricos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población. Los métodos paramétricos parten de supuestos acerca de la población y por lo tanto requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (Wayne, 2003). Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench (Escalante, 2003). Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada (Escalante, 2003). Por otro lado, los modelos no paramétricos, también llamados de distribución libre, no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos *a priori* que los ajusten a un modelo determinado de los datos (Wayne, 2003). Los principales modelos no paramétricos que se han empleado para la estimación de la riqueza son jackknife de 1ro. y 2do. orden, Bootstrap, el Chao 1 y Chao2 (Chao, 1984; Escalante, 2003). En cuanto a los no paramétricos de estructura, están el Chao1 y el estadístico Q (Escalante, 2003).

2.6 Vegetación de la cuenca del Valle de México

La Cuenca del Valle de México es el nombre dado a una cuenca hidrográfica endorreica, que es el resultado de la unión de cuatro valles en la parte central del territorio mexicano. Se ubica en el extremo meridional de la provincia fisiográfica llamada Altiplanicie Mexicana, dentro de la región hidrológica No. 26 Pánuco y la región XIII Valle de México y Sistema Cutzamala. Tiene elevaciones entre 2,150 a 2,390 m.s.n.m. en sus valles y de 5,800 m.s.n.m. en los volcanes que la rodean, aunque con una elevación promedio de 2,900 m.s.n.m. de las montañas que la rodean (Rzedowski *et al.*, 2010; CONABIO, 2019).

La Cuenca del Valle de México cuenta con 10 tipos de vegetación nativa (CONABIO, 2019; Figura 4):

- **Bosque de encino:** Este tipo de bosque se desarrolla en climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26 °C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2,000 mm. Se desarrolla en condiciones ecológicas diversas desde el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud. Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste. El tamaño de los árboles varía de los cuatro hasta los 30 m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus*. Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Por lo común este tipo de comunidad se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando

una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son el encino laurelillo (*Quercus laurina*), el encino nopis (*Q. magnoliifolia*), el encino blanco (*Q. candicans*), el roble (*Q. crassifolia*), el encino quebracho (*Q. rugosa*), el encino tesmolillo (*Q. crassipes*), el encino cucharo (*Q. urbanii*), el charrasquillo (*Q. microphylla*), el encino colorado (*Q. castanea*), el encino prieto (*Q. laeta*), el laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, *Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, aunque generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

- **Bosque de oyamel:** Se presenta en forma de manchones aislados, muchas veces restringido a laderas o a cañadas, protegidos de la acción de vientos fuertes y de insolación intensa. Se desarrolla en climas templados y semifríos, húmedos, entre los 2,000 y los 3,600 m de altitud, con una temperatura media anual que oscila entre 6 y 18 °C, una precipitación que varía de 600 a 3,000 mm, con una pendiente por arriba del 40%, y en exposición preferentemente norte, noreste y noroeste. La altura de sus árboles a veces sobrepasa los 30 m. Este bosque está formado por árboles perennifolios con un periodo de reproducción de febrero a mayo y de fructificación de noviembre a enero. Las masas arboladas pueden estar conformadas por elementos de la misma especie o mixtos, acompañados por diferentes especies de coníferas y latifoliadas. Las especies que se encuentran en este tipo de vegetación son *Abies* como: oyamel (*Abies religiosa*), pinabete (*Pseudotsuga* sp.), abeto (*A. durangensis*) y *Abies* spp., además de pino u ocote (*Pinus* spp.), encino o roble (*Quercus* spp.) y aile (*Alnus jorullensis*). Algunos bosques son densos, sobre todo en condiciones libres de disturbio.
- **Bosque de pino:** Los climas en donde se desarrollan son templado y semicálido subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de 6 a 28°C y una precipitación anual que oscila entre 350 a 1,200 mm. Se encuentra de los 150 m de altitud hasta los 4200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea, en pendientes que van de 10 a 75%, en diferentes exposiciones, aunque prefieren las que están orientadas hacia el norte. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Los árboles de pino poseen hojas perennifolias, con una época de reproducción y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas en las que se presenta. Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*, *P. teocote*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*.
- **Bosque de pino-encino:** Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos

y subhúmedos con lluvias en verano Las temperaturas oscilan entre los 10 y 28 °C y tienen una precipitación que va de los 600 a los 2,500 mm anuales. Se concentran entre los 1,200 y los 3,200 m. Alcanzan alturas de ocho a 35 m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.), pero con dominancia de las primeras. Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con reproducción y fructificación variables durante todo el año. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis*, *P. leiophylla* var. *chihuahuana*, *P. engelmannii*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, y *Q. scytophylla*, entre otras muchas especies de encinos.

- **Bosque de táscate:** Comunidad vegetal que va desde el frío de las altas montañas hasta el templado subhúmedo y el semiseco de las zonas áridas. Se encuentra en altitudes entre los 1,000 y 2,600 m, con una temperatura media anual que va de los 12 a 22 °C y una precipitación que fluctúa de los 200 a los 1200 mm. El bosque está conformado por árboles con hojas en forma de escama (escuamifolios) del género *Juniperus* conocido como táscate, enebro o cedro. Tienen una altura promedio de ocho a 15 m, y están siempre en contacto con los bosques de encino, pino-encino, selva baja caducifolia y matorrales de zonas áridas. Las especies más comunes y de mayor distribución en estos bosques son *Juniperus flaccida*, *J. deppeana*, *J. monosperma* y algunas especies de los géneros *Quercus* y *Pinus*.
- **Pastizal Halófilo:** Es una comunidad de gramíneas y graminoides que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras. Cuando los cloruros y los sulfatos son las sales predominantes, el pH del suelo donde se desarrollan estos pastizales se mantiene generalmente entre 7 y 8.5, en cambio, de ser los carbonatos los más abundantes, la reacción es fuertemente alcalina. Por lo general la precipitación media anual oscila de los 200 mm a los 600 mm en promedio. Estos suelos, por lo común, son de textura arcillosa y de drenaje deficiente y muchas veces están sujetos a inundaciones más o menos prolongadas. La humedad del suelo, así como el contenido de sales y su alcalinidad pueden tener una variación acentuada a lo largo del año y muchas veces también de un año a otro. Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas. Los pastizales halófilos del Altiplano varían por lo común, de bajos a medianos (hasta 80cm de alto) y, en general, son densos. Con el objetivo de estimular la aparición de retoños tiernos estos pastizales son quemados periódicamente. Las especies

que se pueden encontrar son *Pleuraphis mutica* (Toboso), *Distichlis spicata*, *Sporobolus virginicus* y *Monanthochloë littoralis*, que forman una carpeta baja, y los de *Spartina* y de *Uniola*, que miden cerca de 1m de alto. En general, las gramíneas dominantes son más bien rígidas y solo sus partes tiernas constituyen un forraje atractivo para el ganado.

- **Matorral desértico:** La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales. La vegetación llega a cubrir solo el 3 % de la superficie; mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20 %; la altura varía de 0.5 a 1.5 m. Se le encuentra generalmente sobre suelos tipo xerosoles de laderas de cerros de origen sedimentario, en las partes altas de los abanicos aluviales o sobre conglomerados en casi todas las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste del país. Aquí se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de esas regiones áridas como: *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Agave* spp., *Hechtia* spp. (guapilla), *Dasyilirion* spp. (sotol), *Euphorbia antisiphilitica* (candelilla), *Parthenium argentatum* (guayule), *Yucca carnerosana* (palma samandoca), es notable la presencia de cactáceas acompañantes. Las especies del género *Larrea* y *Ambrosia* constituyen del 90 a 100 % de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado aparecen arbustos con especies de *Prosopis*, *Cercidium*, *Olneya*, *Condalia*, *Lycium*, *Opuntia*, *Fouquieria*, *Hymenoclea*, *Acacia*, *Chilopsis*, entre otros.
- **Matorral crasicaule:** Se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22 °C en promedio anual y con temperaturas mínimas de 10-12 °C. Presenta una cubierta vegetal de plantas del género *Opuntia*, siendo las principales especies dominantes de estas “nopaleras” *Opuntia streptacantha* (Nopal Cardón) y *Opuntia leucotricha*. Algunas especies comunes son: *O. hyptiacantha*, *O. robusta*, *O. leucotricha*, *O. cantabrigiensis*, *O. tomentosa*, *O. violacea*, *O. imbricata* (Cardenche), *O. cholla* (Cholla), y otras diversas asociaciones que, dependiendo del gradiente latitudinal y de tipos de suelos, puede tener una diferente fisonomía. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4m, excepcionalmente más, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia de numerosas plantas herbáceas y otras opuntias.
- **Pradera de Alta Montaña:** La forman comunidades de poca altura, con aspecto cespitoso, amacollado o arrosado, localizado generalmente arriba de los 3,500m de altitud, después del límite altitudinal de la vegetación arbórea y cerca de las nieves perpetuas. El clima es frío y húmedo, la temperatura media anual es de 3 a 5°C, con variación anual de 3°C, pero con una oscilación diurna suficientemente amplia para que se presenten heladas en todos los meses del año. La precipitación en promedio anual varía entre 600 y 800mm. La insolación

y el viento son intensos, con lo cual la evaporación es alta. En la región de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, se distinguen tres asociaciones del zacatonal alpino la dominada por *Muhlenbergia quadridentata*, que ocupa algunos sitios carentes de bosques entre 3,700 y 3,800m de altitud; la del *Calamagrostis toluensis* y *Festuca toluensis*, que es la más extendida entre los 3,800 y 4,200m; la de *Festuca livida* y *Arenaria bryoides*, propia de algunos parajes entre 4,200 y 4,300m de altitud. La última constituye una pradera más baja y abierta con abundancia de plantas acojinadas de *Arenaria*.

- **Tular:** Es una comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5m de altura. Está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha* spp.), y tulario (*Scirpus* spp.), pero también incluye a los llamados carrizales de *Phragmites australis* y de *Arundo donax*.

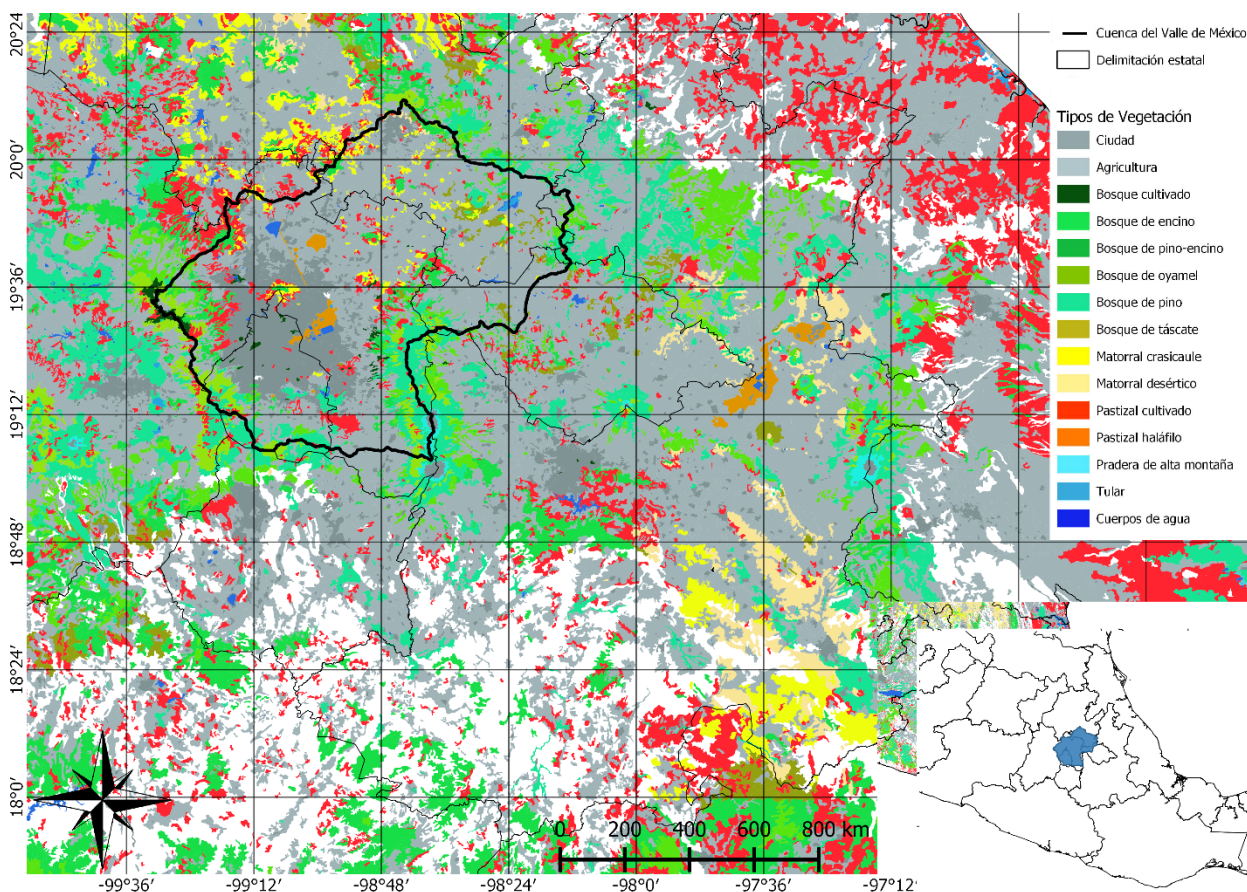


Figura 4. Tipos de vegetación principales de la Cuenca del Valle de México. Escala 1: 1150000.

3 Objetivo general

Delimitar especies necrócolas de la familia Phoridae (Latreille, 1796)(Diptera, Cyclorrhapha) del Valle de México y estimar la riqueza del grupo en la región.

3.1 Objetivos específicos

- 1) Aplicar criterios de taxonomía integradora para delimitar especies con información morfológica y molecular.
- 2) Establecer características diagnósticas a cada especie encontrada.
- 3) Asociar machos y hembras de la misma especie con ayuda de información molecular.
- 4) Estimar la riqueza de especies para comparar diferentes tipos de vegetación.

4 Metodología

4.1 Recolecta

El estudio se realizó con cinco recolectas a lo largo de la Cuenca del Valle de México, durante la segunda mitad del 2018 y primera mitad del 2019 (Cuadro 1). A partir de los criterios que influyen en la riqueza de dípteros necrófilos (Anderson, 2001) se recolectó en ocho sitios, los cuales se eligieron con la finalidad de cubrir los distintos tipos de vegetación de la zona, su proximidad con el ecosistema urbano y la altitud del Valle de México (Figura 5), para esto se elaboró un mapa con el programa QGIS v3.10.2 (QGIS Development Team, 2018). En cada sitio se colocaron de 3 a 6 necro trampas aéreas, las cuales se modificaron del modelo descrito por Kozlov y Whitworth (2002). En este caso consisten en dos envases de tereftalato de polietileno (PET), el envase superior es de 1.5L, que contiene 150g de carne de cerdo (*Sus scrofa*), y el envase inferior es de 600ml, que contiene alcohol al 96% (Kozlov y Whitworth, 2002; Doorenweerd y Beentjes, 2012)(Figura 6). Estas trampas se colocaron en ramas de árboles a una altura de 0.5 a 2 m aproximadamente para evitar ser perturbadas por la fauna. El método de recolecta ha sido estandarizado en estudios previos, en los cuales se ha validado como un método que permite recobrar una buena representación de la diversidad de fauna necrófila y especialmente en fóridos necrófilos (Téllez-García, 2018).

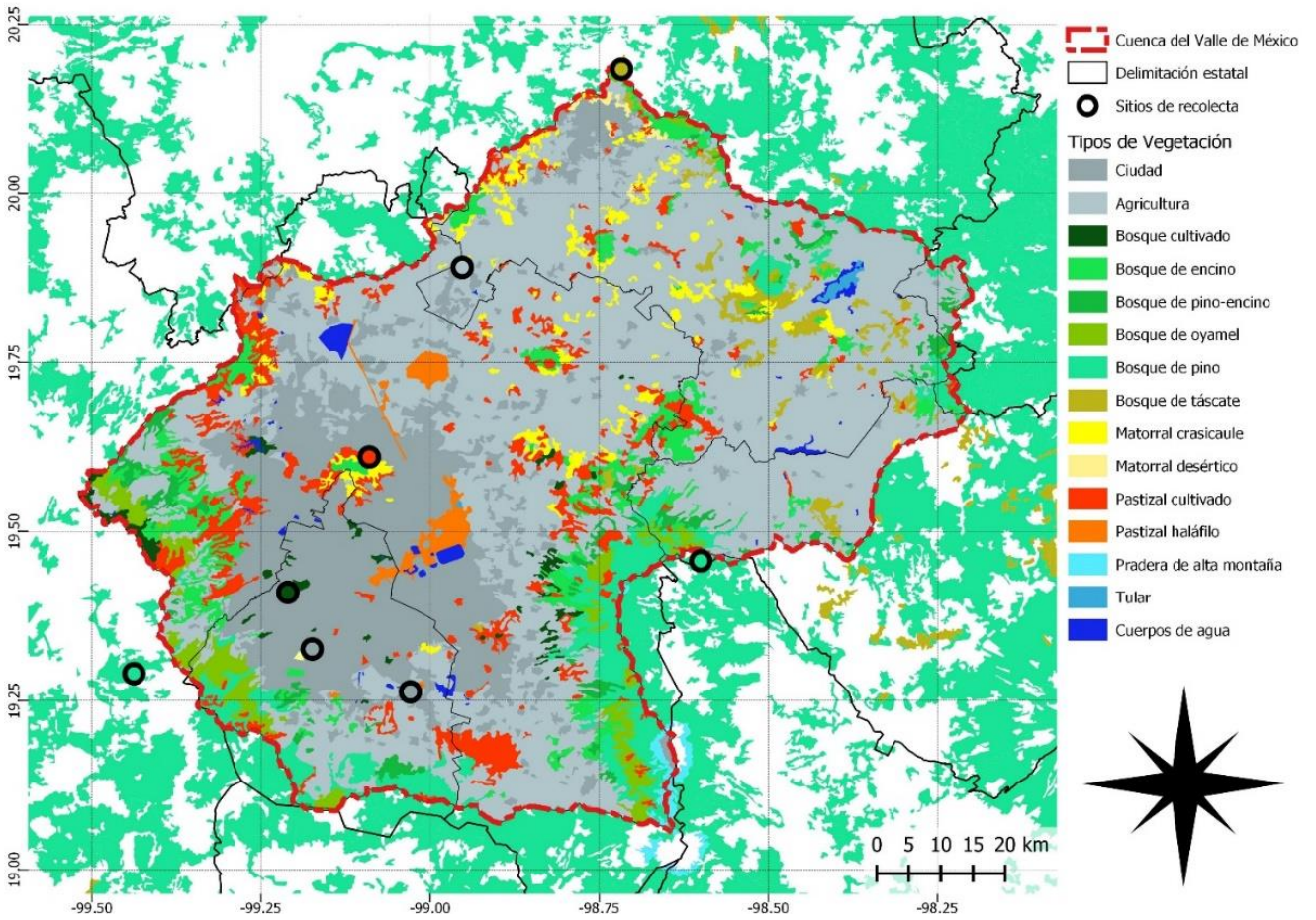


Figura 5. Sitios de recolecta de la familia Phoridae en la Cuenca del Valle de México.

Escala 1:560707

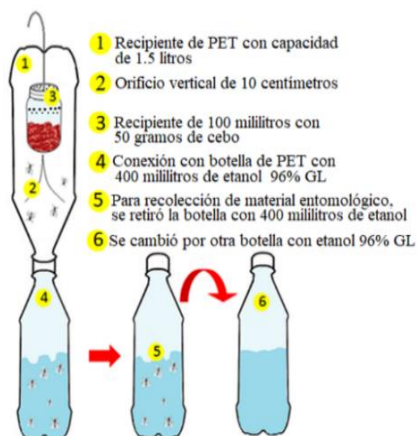


Figura 6. Descripción de trampas y el procedimiento utilizado para la recolección de dípteros con base en Kozlov y Whitworth (2002) modificado por Téllez-García (2018).

Cuadro 1. Vegetación y fechas de recolecta en cada localidad de la familia Phoridae en la cuenca del Valle de México

	Chapultepec	Coyoacán	Coacalco	El Chico	Piedra Canteada	Ocoyoacac	Tizayuca	Xochimilco
# de Necrotrampa	4	2	4	6	4	3	4	4
# de trampas Malaise		1	1					
Tipo de Vegetación	Bosque cultivado	Matorral desértico-Urbano	Pastizal cultivado	Bosque de Tásate	Bosque de Pino	Bosque de Pino	Matorral crasicaule-Cultivo	Tular-Urbano
Altura msnm	2,310	2,268	2,428	3,090	2,871	2,750	2,322	2,235
Recolecta 1	27/11/18 a 17/12/18	05/2016 al 11/2016	-	26/11/18 a 12/12/18	13/11/18 a 11/12/18	03/10/18 a 08/11/18	13/12/18 a 13/01/19	19/11/18 a 09/12/18
Recolecta 2	17/12/18 a 07/02/19	-	-	12/12/18 a 02/02/19	11/12/18 a 02/02/19	-	13/01/19 a 15/02/19	09/12/18 a 17/02/19
Recolecta 3	07/02/19 a 16/03/19	-	14/02/19 a 14/03/19	02/02/19 a 12/03/19	02/02/19 a 12/03/19	16/02/19 a 14/03/19	15/02/19 a 19/03/19	17/02/19 a 17/03/19
Recolecta 4	16/03/19 a 06/07/19	-	14/03/19 a 08/07/19	12/03/19 a 16/07/19	12/03/19 a 13/07/19	14/03/19 a 13/07/19	19/03/19 a 16/07/19	-
Recolecta 5	06/07/19 a 24/07/19	20/08/19 a 12/09/19	08/07/19 a 21/07/19	16/07/19 a 23/07/19	13/07/19 a 29/07/19	13/07/19 a 21/07/19	16/07/19 a 23/07/19	22/07/19 a 10/08/19

4.2 Identificación morfológica

Los especímenes recolectados se identificaron morfológicamente a nivel de familia, género y especie mediante claves taxonómicas disponibles siguiendo los trabajos de Borgmeier (1963, 1964, 1966), Brown *et al.* (2009) y Disney (1983 y 1989). El trabajo de identificación taxonómica, extracción y amplificación de ADN, se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología Forense de la Licenciatura en Ciencia Forense. Se realizó una separación por morfotipos y un sexado, por lo que se tuvieron morfotipos de machos y de hembras. Se montarán dos ejemplares de cada sexo para cada morfotipo encontrado. El montaje se realizó en portaobjetos normales y excavados, el cuerpo se diseccionó de acuerdo con lo propuesto por Disney (1983). El medio de montaje será una resina sintética y se utilizaron cubreobjetos de 9 y 10 mm de diámetro. Se tomaron fotografías del hipandrio, las patas anteriores y medias, así como la vista lateral del ejemplar, ya que son las estructuras necesarias para el reconocimiento y discriminación de especies en fóridos (Disney 1989; Hartop *et al.*, 2015). Por último, se realizó un matriz de caracteres con base en lo propuesto por Hartop y Brown (2014) (Anexo 1), en la que se consideran 35 caracteres, de las cuales cinco corresponden a la cabeza, cinco al tórax, nueve de las patas, 13 a las alas y tres en el caso de los genitales de los machos.

4.3 Análisis molecular

Para la extracción de ADN, se seleccionó un total de cinco organismos por cada morfotipo, con lo que se intentó abarcar la variación morfológica presente. Se utilizó un organismo completo para

realizar la extracción, siguiendo un protocolo basado en Sambroock y Rusell (2001) modificado por Ornelas *et al.* (2014). Se colocó en buffer HOM y proteinasa K a 55°C en periodos de 14 hrs. Enseguida el ADN se precipitó por centrifugación durante 12 min a 10,000 rpm, recuperando el sobrenadante en un tubo nuevo de 1.5 ml, así como al organismo se regresa al tubo con alcohol, seguidamente se agregaron 600 µL de etanol absoluto a -20 °C, para homogeneizar la mezcla. Se centrifugó y a continuación se decantó el sobrenadante para agregar 500 µL de etanol al 70%, se repite el paso dos veces. Finalmente se decantó y se secó el *pellet* en una centrífuga de vacío, para poder suspender el ADN en 35 µl de agua ultrapura.

Se utilizó la técnica de PCR para amplificar un fragmento del gen mitocondrial COI con los primers LCO1490 y HCO2198 (Folmer *et al.*, 1994). Se preparó un mix de reacción por muestra con las siguientes cantidades: 5.45 µL de agua ultra pura, 2.0 µL de Buffer 1x, que contiene MgCl₂ a 3mM y los dNTP's a 1mM, 0.2 µL de Primer *Forward*, 0.2 µL de Primer *Reverse*, con una concentración de 0.2µM ambos, 0.15 µL de Taq polimerasa BIOLINE a 0.05 u/µL, y por último 2.0 µL de ADN. Posteriormente, para determinar el éxito de la amplificación, se realizó una separación de fragmentos de ADN mediante electroforesis en gel de agarosa al 1 %, y se visualizaron con un transiluminador de luz ultravioleta. Las muestras fueron enviadas para su secuenciación a la unidad de secuenciación del laboratorio de Macrogen, Seúl, Corea del Sur.

En un inicio se revisaron los cromatogramas con el programa FinchTV (Geopiza, 2006).para verificar la calidad de las secuencias. En caso de observar picos dobles en la mayor parte del cromatograma, se eliminó esa secuencia. Cuando el valor de Q (que es la habilidad del software de identificar correctamente cada base) era bajo o existía solapamiento de señal de dos bases diferentes, se asignó como base degenerada (N). A continuación, se verificó la identidad de las secuencias con el algoritmo de la herramienta de búsqueda de alineamiento local básico (BLAST) del sitio del Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI), con el cual se incluyeron secuencias de GeneBank. Se realizaron alineamientos con el programa MEGA v.X (Kumar *et al.*, 2018), que se basa en la identificación de regiones de homología de las diferentes secuencias. Se seleccionó el modelo de sustitución nucleotídica de Kimura 2 parámetros (K2P; Kimura, 1980) con ayuda del programa JModeltest 2 (Darriba, et al., 2012). Se realizó un árbol de distancias genéticas, con el fin de hacer una primera exploración de similitud de morfoespecies, con el programa MEGA v.X (Kumar *et al.*, 2018) con el método de Neighbour Joining (NJ). Se evaluó el soporte de los nodos por medio de un análisis de bootstrap con 1,000 réplicas y se consideraron como grupos independientes sustentados aquellos que tenían un soporte mayor al 85% (Felsenstein, 1985; Hillis y Bull, 1993).

4.4 Delimitación de especies

Se llevó a cabo una delimitación de especies con base en dos métodos. El primero es el método de ABGD, (Puillandre *et al.*, 2012), el cual se realizó en la página <https://bioinfo.mnhn.fr/abi/public/abgd/abgdweb.html>, en el que se utilizaron los alores predeterminados de Pmin=0.001, Pmax=0.1, steps=10, X=1.5, Kimura TS/TV=2.0 y Nb bins=20.

El segundo es el método de GMYC (Pons *et al.*, 2006; Fujisawa y Barraclough, 2013) con un análisis bayesiano. Primero se realizó el análisis bayesiano con el programa BEAST v1.10.4 (Drummond *et al.*, 2018), para obtener un árbol ultramétrico a partir de un reloj relajado, con cadenas de Markov-Monte Carlo de 30,000,000 de repeticiones, con un muestreo cada 30,000 repeticiones, los valores de un modelo de sustitución HKY, con un modelo de heterogeneidad de sitios con distribución gamma de sitios invariantes y un modelo coalescente de tamaño constante. A partir del árbol ultramétrico, se realizó el análisis de GMYC con el programa R Studio con la librería “splits” (Ezard *et al.*, 2017).

A partir de la delimitación de especies, se realizó la toma de fotografías con un microscopio estereoscópico marca LEICA modelo S8 APO, de la parte lateral y dorsal de cada especie identificada, así como fotografías de las patas anteriores y medias, y los genitales en el caso de los machos, con un microscopio óptico con cámara de 5Mpx marca AmScope M120-2L-PB10. Las imágenes se editaron con el programa Photoshop CS6 (Knoll, 2012). Por último, a partir de las fotos, se hizo una matriz de caracteres con cada especie, con base en los caracteres utilizados por Hartop y Brown (2014) para el género *Megaselia*, por lo que se agregaron caracteres a nivel de género.

4.5 Integración de caracteres morfológicos y moleculares

Se utilizó el árbol de NJ como referencia para comparar los métodos de delimitación morfológica, ABGD y GMYC. Las líneas al lado de cada rama del árbol indican el número de especies reconocidas por cada método. Se empleó el criterio de integración por congruencia (Padiál *et al.*, 2010), con el cual si dos o más tipos de evidencias aíslan un grupo, entonces existe un patrón de divergencia concordante entre caracteres taxonómicos, lo que indica una separación total de linajes. Mientras que en los casos en los que haya incongruencia entre la información morfológica y al menos con un método molecular, se consideró la opción que indique un menor número de especies, esto para evitar una posible sobreestimación en el número de especies.

4.6 Identificación de sexos con datos moleculares

Se utilizó de uno a tres ejemplares por cada morfotipo de machos y se hizo el mismo procedimiento molecular que en los morfotipos de hembras (ver 4.3). En el cual, la concordancia de ambos sexos en una especie se vio reflejada en aquellos ejemplares que quedaron dentro de los grupos formados por hembras, en el árbol de NJ.

4.7 Estimación de la riqueza de especies

La curva de acumulación de especies se realizó con el programa EstimateS v 9.1.0 (Colwell, 2013). Primero se seleccionaron las trampas en las que sí se obtuvieron resultados, es decir, se descartaron aquellas que se cayeron o no se obtuvieron organismos. Se obtuvieron 93 trampas, que son las unidades de muestreo y el esfuerzo de muestreo es el número total de individuos. Estas trampas se organizaron a partir de número aleatorios que se adquirieron con la función aleatoria de Excel. La

matriz que consiste de 51 especies acomodadas en filas y 93 trampas acomodadas en columnas (Anexo 2). Se seleccionaron los índices de Chao1 y Chao 2, debido a que no son sensibles a la presencia de especies raras y ambos tienen diferente sensibilidad a la abundancia de las especies (Chao, 1984; Chazdon *et al.*, 1998; López-Gómez y Williams-Linera, 2006).

5 Resultados

Se obtuvieron un total de 2,152 ejemplares de la familia Phoridae, de los cuales 119 son ejemplares que ya estaban disponibles en la Colección de Artrópodos de Referencia Forense, Licenciatura en Ciencia Forense, UNAM; y el resto son de las recolectas de este estudio que tuvo una duración de nueve meses.

5.1 Integración en métodos de delimitación de especies

La estimación del árbol de distancias genéticas, que se realizó por el método de NJ, encontró a 41 especies (Fig. 7). Con este análisis se obtuvieron seis géneros al igual que con los datos morfológicos, donde el Género 1 sp. nov. 1 forma parte del género *Diplonevra*. A partir de este árbol, se realizó una comparación de los diferentes métodos de delimitación que son ABGD, GMYC y con datos morfológicos. Al añadir la información de microscopía, hay más especies que se sustentan tanto con la información molecular como morfológica. Con el análisis de delimitación de especies GMYC, se obtuvo una delimitación con un total de 83 grupos con un intervalo de confianza de 76 a 89, de las cuales 51 corresponden a grupos recolectados en este proyecto. Por su parte, el análisis de ABGD encontró 72 grupos, de los cuales 43 corresponden a los utilizados en este estudio. Estos grupos se reconocieron a partir de un gap de 1.29% de diferencia molecular.

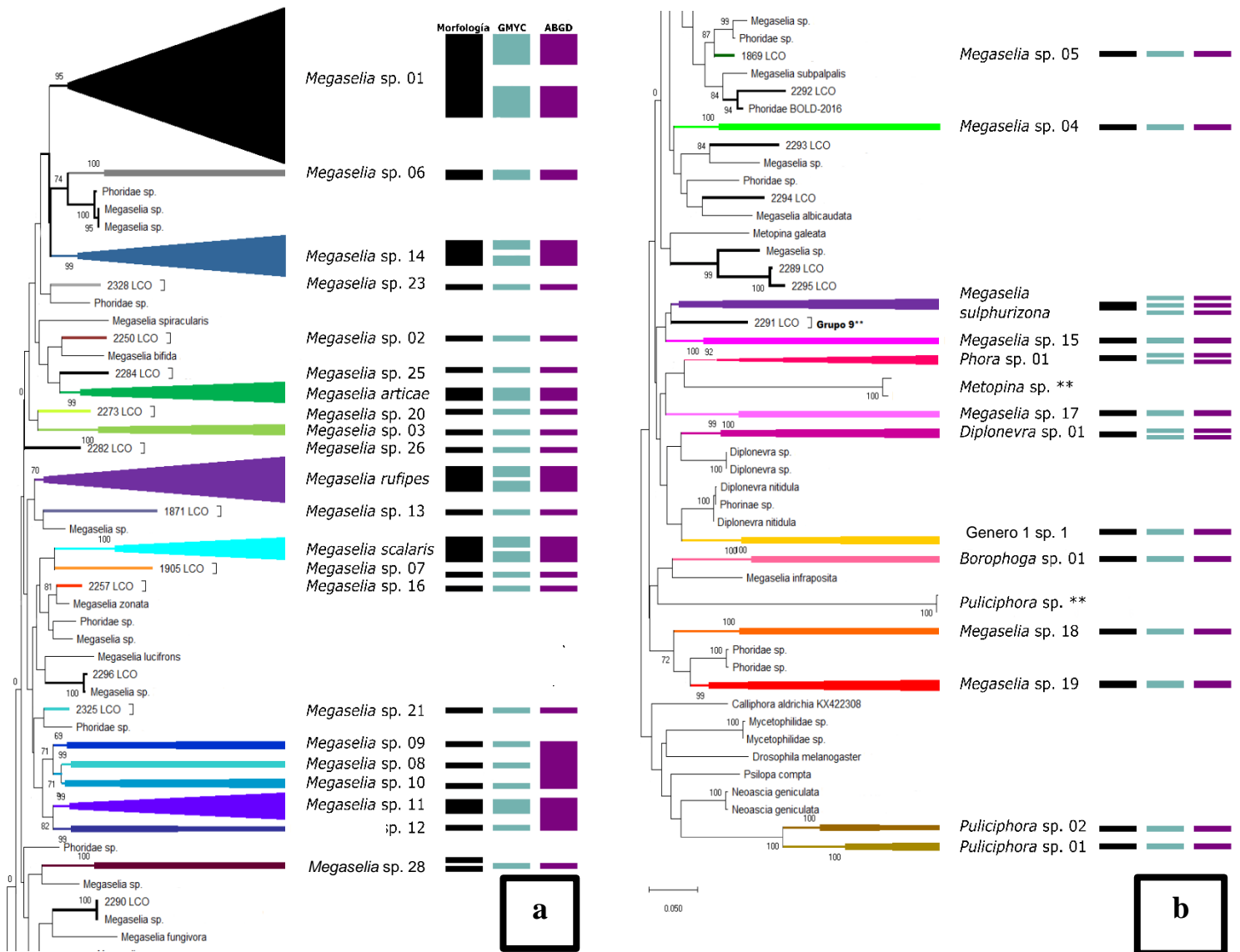


Figura 7 (a y b). Árbol de distancias genéticas estimado de la familia Phoridae en la cuenca del Valle de México por el método de Neighbor joining. a) parte superior del árbol y b) parte inferior del árbol.

5.2 Emparejamiento entre machos y hembras de la misma especie

Las necrotrampas aéreas capturan en su mayoría ejemplares hembras (Figura 8). Del total de recolectas, las hembras corresponden al 88% de los ejemplares recolectados. Del 12% de machos recolectados, más de la mitad corresponden a la especie *M. scalaris*, así como ejemplares del género *Borophoga*.

El poder relacionar ejemplares machos y hembras se logró con ayuda de la información molecular. Son ocho especies de machos secuenciadas y que fueron recolectadas con necrotrampas, que tienen su contraparte que son la especie del género nuevo, *Megaselia rufipes*, *M. sp. 01*, *M. sp. 06*, *M. sp.10*, *M. sp. 12*, *M. sp. 17* y *M. sp. 18*. De la trampa Malaise se obtuvieron machos del género *Megaselia* y *Metopina*, sin embargo, con los datos moleculares no se encontró relación con las hembras recolectadas con necrotrampas.

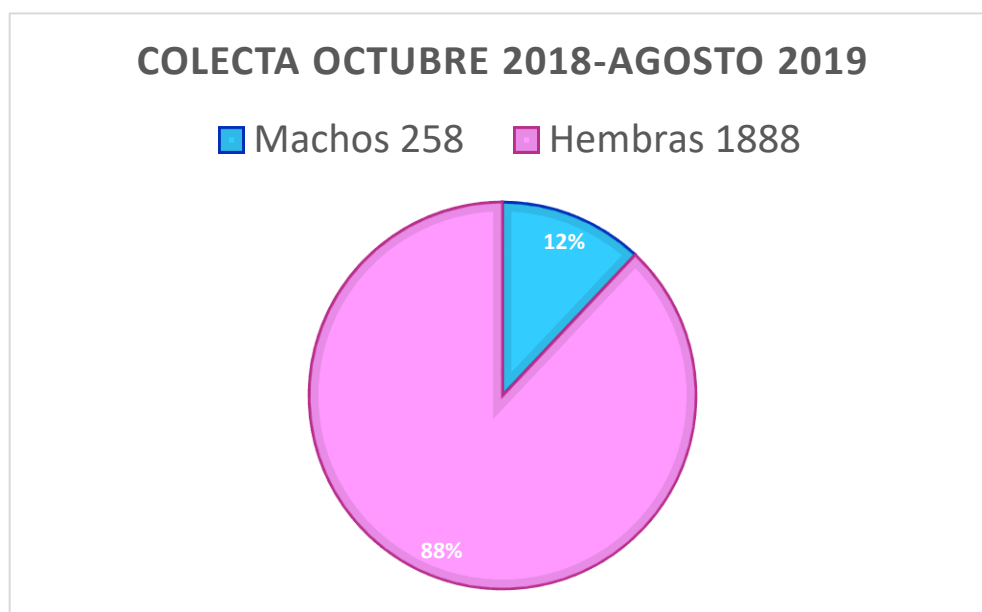


Figura 8. Proporción de ejemplares por sexos del muestreo total

5.3 Estimación de la riqueza de especies de la familia Phoridae en el Valle de México

De las primeras tres recolectas, Chapultepec tuvo más ejemplares recolectados, mientras que Piedra Canteada tuvo mayor número en la cuarta y en la quinta recolecta, El Chico es el que presenta un mayor número de moscas (Figura 9). Por otra parte, Tizayuca y Xochimilco son las localidades que tuvieron la menor cantidad de organismos muestreados. En los casos que no se presentan ejemplares recolectados, la razón principal es que se perdieron las trampas.

Se identificó un total de 45 especies en siete géneros de las cinco recolectas. De las 45 especies, 10 solo cuentan con evidencia morfológica y 35 están sustentadas con evidencia molecular y morfológica. De las especies que solo cuentan con información morfológica, nueve pertenecen al género *Megaselia* y una al género *Chonocephalus*. Los géneros con solo una especie son *Borophaga*, *Chonocephalus*, *Diplonevra*, *Phora* y un género nuevo posible para la ciencia (Género 1 sp. nov. 1), esto de acuerdo al Dr. Disney. El género *Puliciphora* tuvo dos especies y el género *Megaselia* tuvo la mayor cantidad de especies, con 38 especies. Se identificaron cuatro especies del género *Megaselia* ya descritas, que son *M. articae*, *M. rufipes*, *M. scalaris* y *M. sulphurizona*.

El resto de especies del género *Megaselia* no se lograron identificar a nivel de especie con las claves disponibles o no se recolectaron ejemplares machos, con los cuales se puedan identificar, por lo que se dejaron solo se identificaron con un número y el género al que pertenecen por recomendación del Dr. Disney. Para el resto de los géneros, son nuevas especies para la ciencia *Borophaga* sp. 1, *Chonocephalus* sp. 1, *Diplonevra* sp. 1, *Phora* sp. 1, *Puliciphora* sp. 1 y *Puliciphora* sp. 2. Las descripciones y fotografías se encuentran en el Anexo 3.

De los cinco muestreos, 11 especies estuvieron presentes durante todo el periodo del proyecto (Figuras 10-14). Estas especies fueron *Diplonevra* sp. 1, *Megaselia arcticae*, *M. scalaris*, *Puliciphora* sp. 1, *Megaselia* sp. 1, *M. sp. 9*, *M. sp. 19*, *M. sp. 27*, *M. rufipes*, *M. sp. 5* y *M. sp. 8*; además, estos tres últimos estuvieron presentes en todas las localidades. Las especies de *Chonocephalus* sp. nov. 1, *Megaselia* sp. 2, *M. sp. 13*, *M. sp. 20*, *M. sp. 23*, *M. sp. 26*, *M. sp. 29*, *M. sp. 30*, *M. sp. 31*, *M. sp. 34* y *M. sp. 35* solo se presentaron en una localidad. Los géneros *Diplonevra*, *Borophaga* y *Phora*, predominaron en los bosques de pino y táscate, en las localidades de Piedra Canteada y Mineral El Chico. Estos géneros estuvieron ausentes en las localidades con vegetación de pastizal en Coacalco y Tizayuca, mientras que fueron escasos en la vegetación de bosque cultivado en Chapultepec.

La disminución de la pendiente en la curva de acumulación de especies (Figura 15) es gradual y, por lo tanto, es difícil marcar un cambio evidente. El número de especies obtenidas en la recolecta, coincide con el valor medio estimado, y los límites inferiores de Chao 1 y de Chao 2, con un total de 51 especies. Las proyecciones de estos estadísticos se unen en la trampa 80 con un total de 50 especies. A su vez, el valor medio estimado de 51 especies, es cercano al valor medio de Chao 1 de 54.5 o 54 especies y de Chao 2 de 53.52 o 53 especies. Por último los valores máximos de Chao 1 y Chao 2 al final del muestreo son de 60 y 56 especies respectivamente, lo que comparado con las 45 especies encontradas, indica que es necesario aún esfuerzo de muestreo.

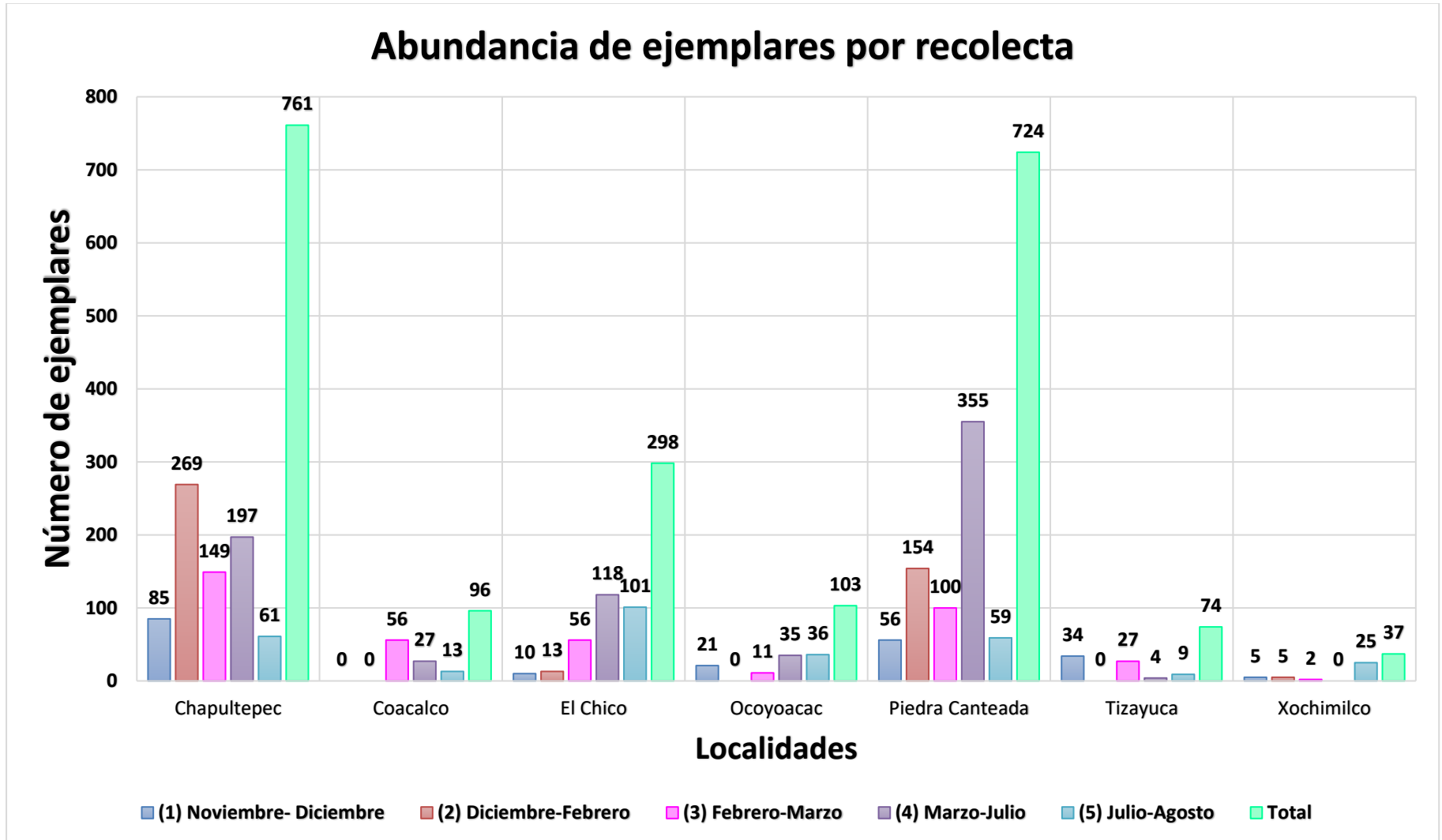


Figura 9. Distribución de ejemplares de la familia Phoridae por temporada de recolecta en la cuenca del Valle de México.

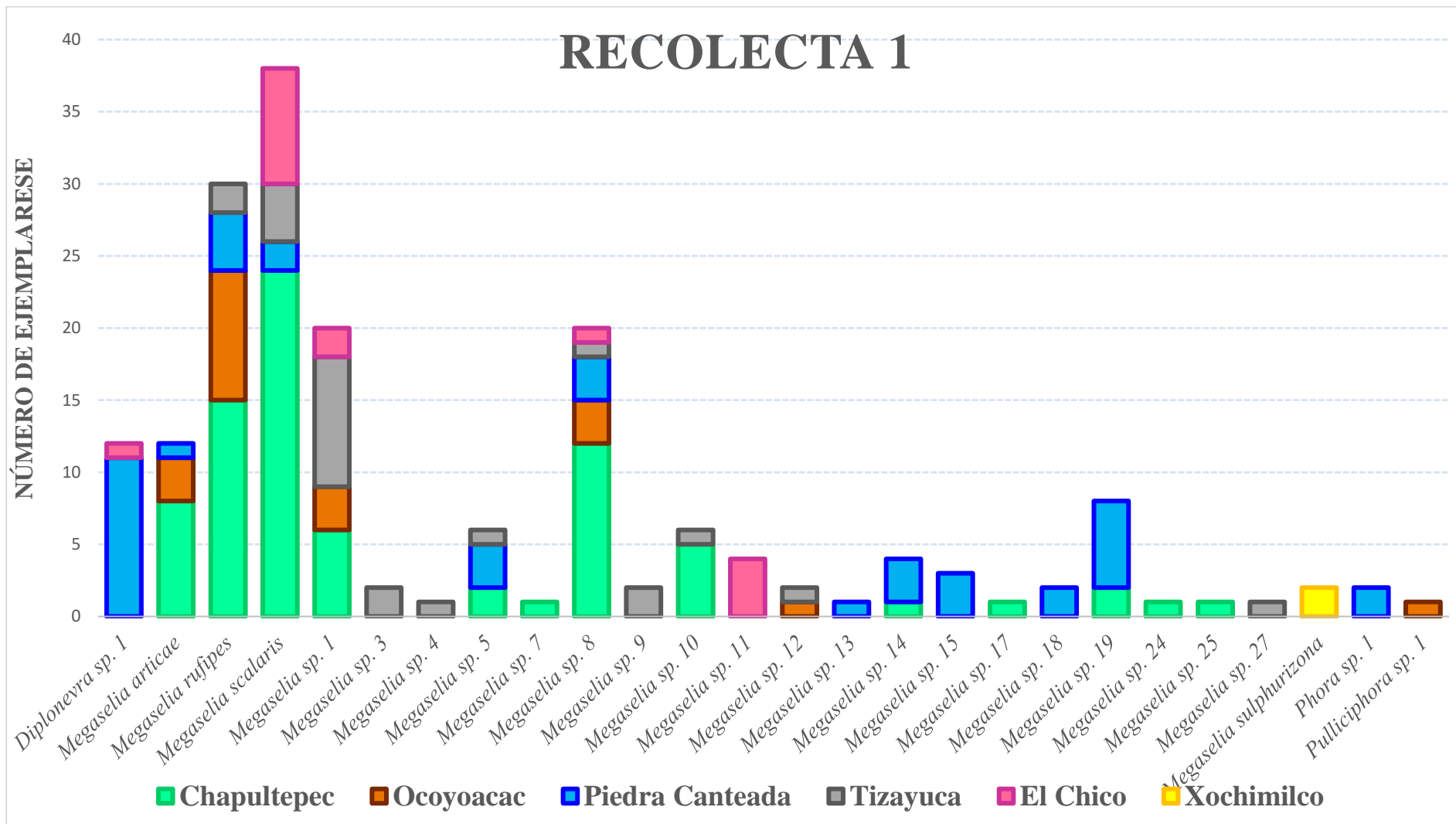


Figura 10. Abundancia de organismos de la primera recolecta de la familia Phoridae en la cuenca del Valle de México.

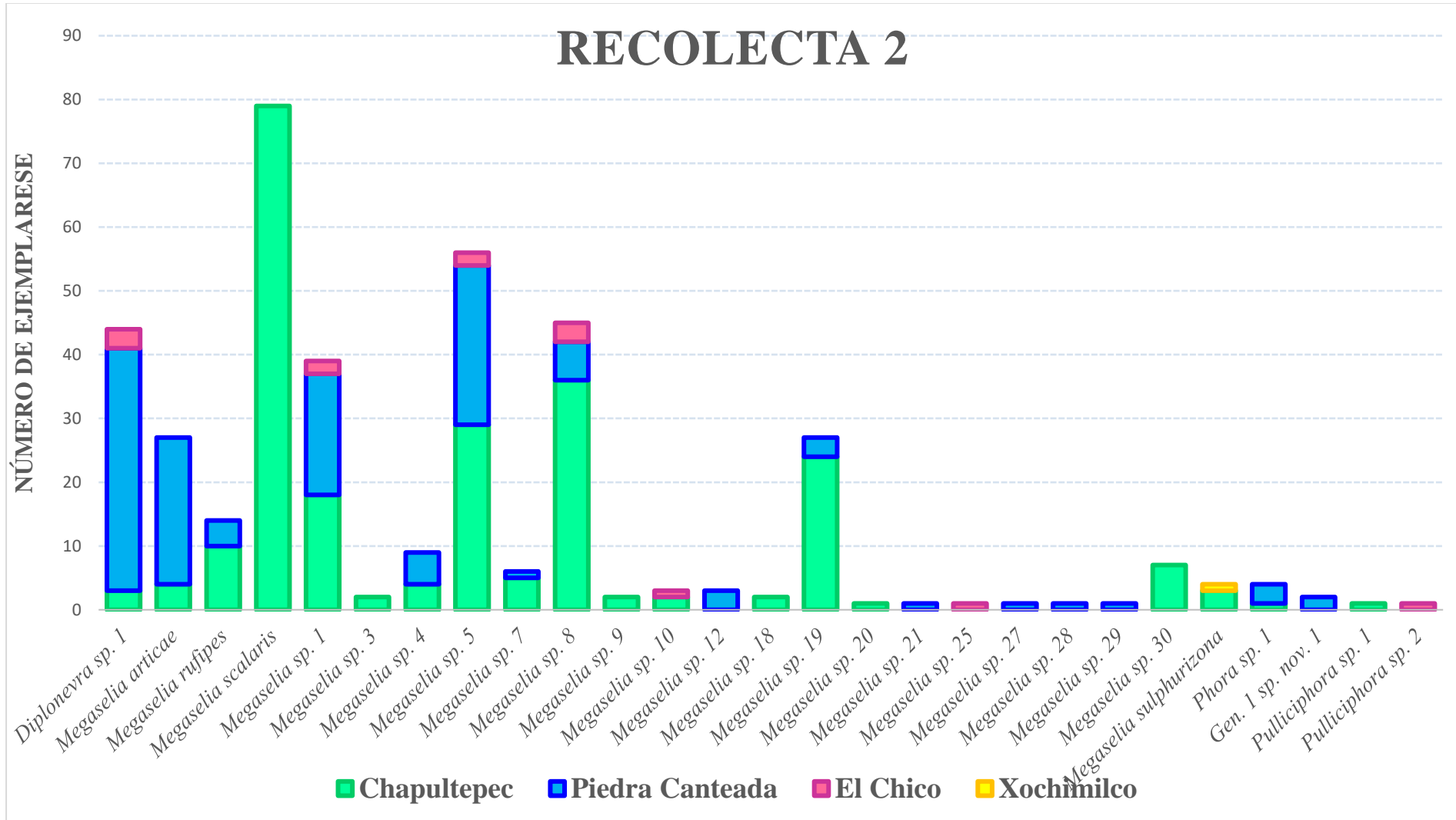


Figura 11. Abundancia de organismos en la segunda recolecta de la familia Phoridae en la cuenca del Valle de México.

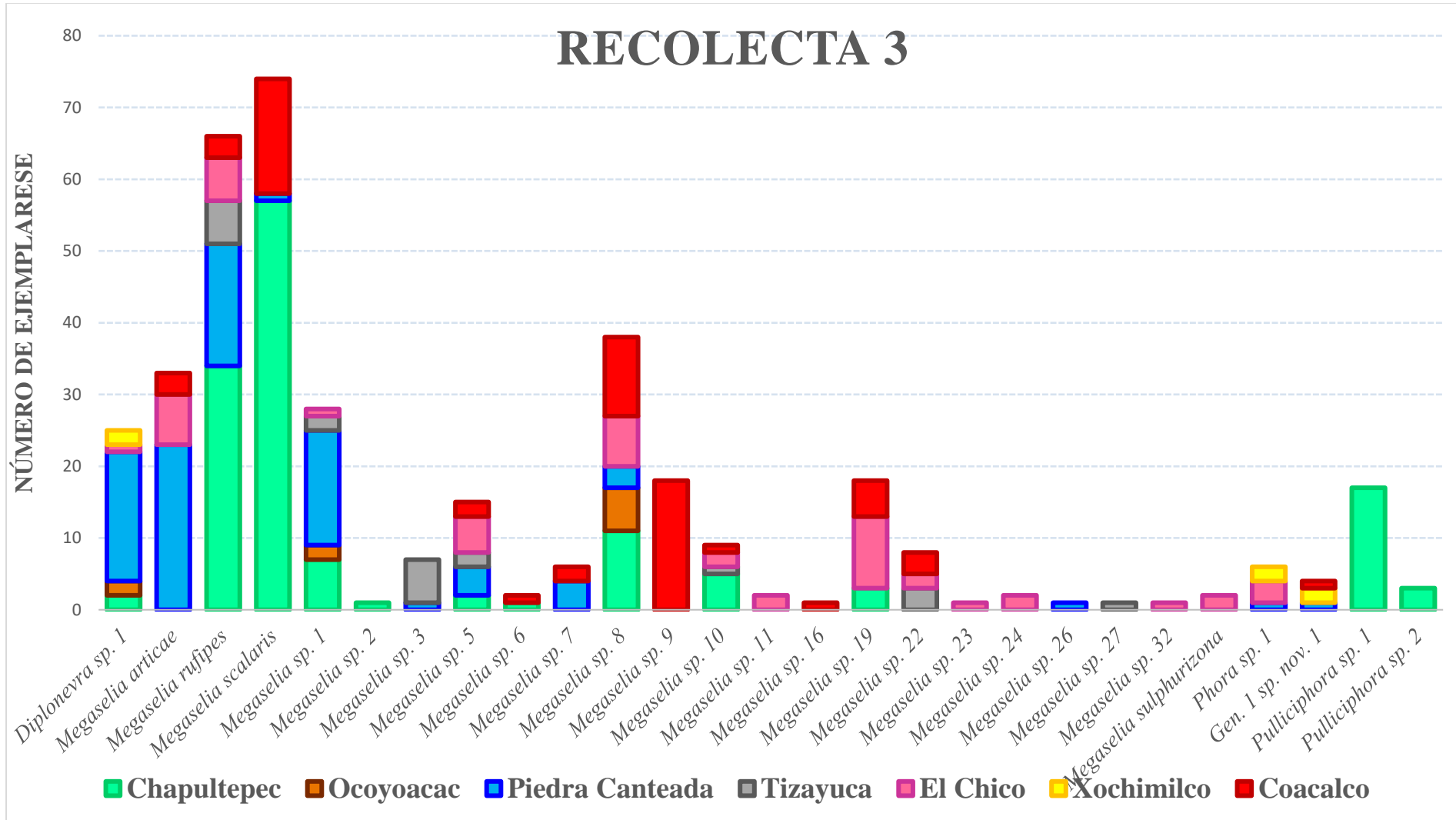


Figura 12. Abundancia de organismos de la tercer recolecta de la familia Phoridae en la cuenca del Valle de México.

RECOLECTA 4

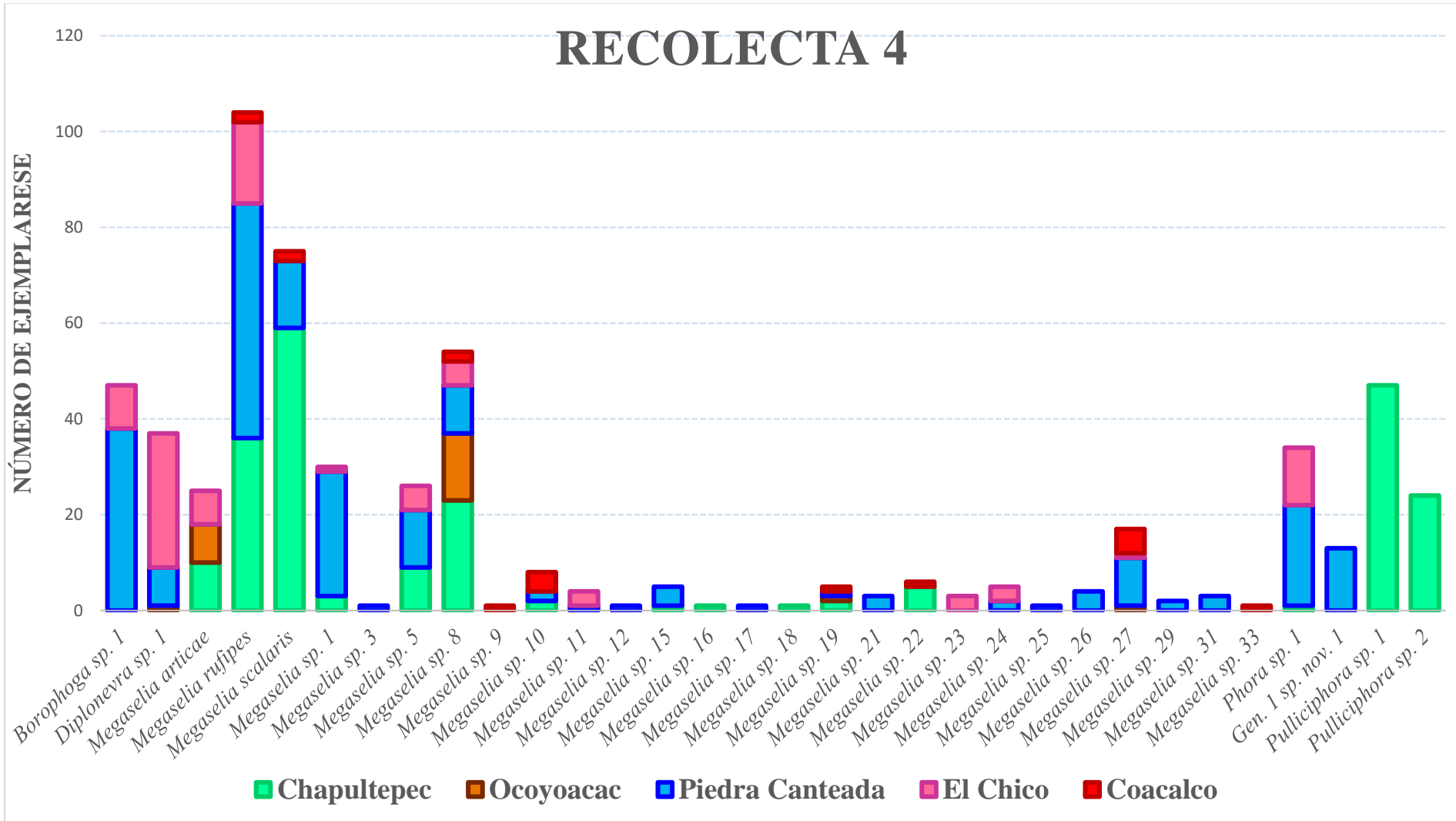


Figura 13. Abundancia de organismos de la cuarta recolecta de la familia Phoridae en la cuenca del Valle de México.

RECOLECTA 5

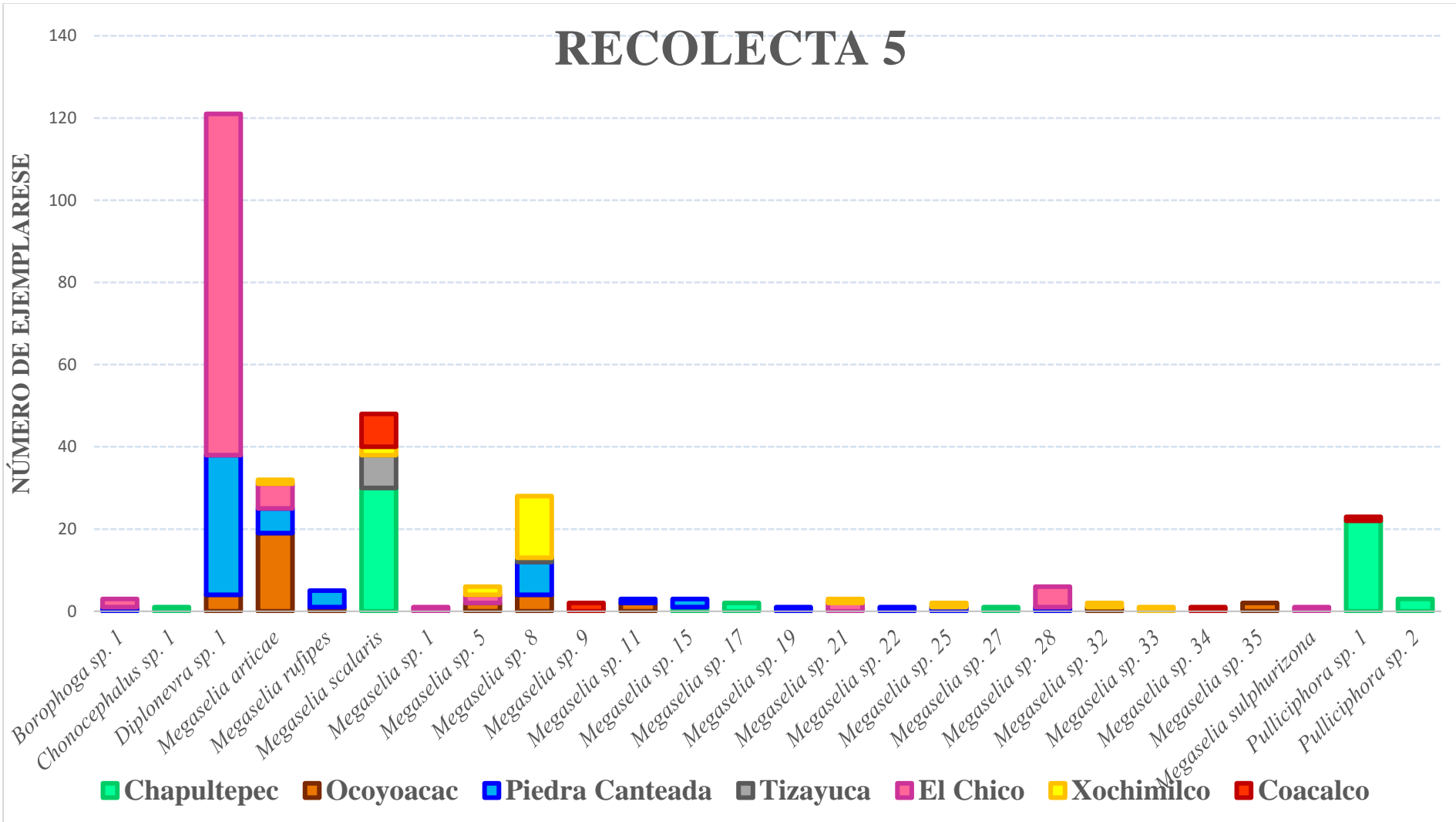


Figura 14. Abundancia de organismos de la quinta recolecta de la familia Phoridae en la cuenca del Valle de México.

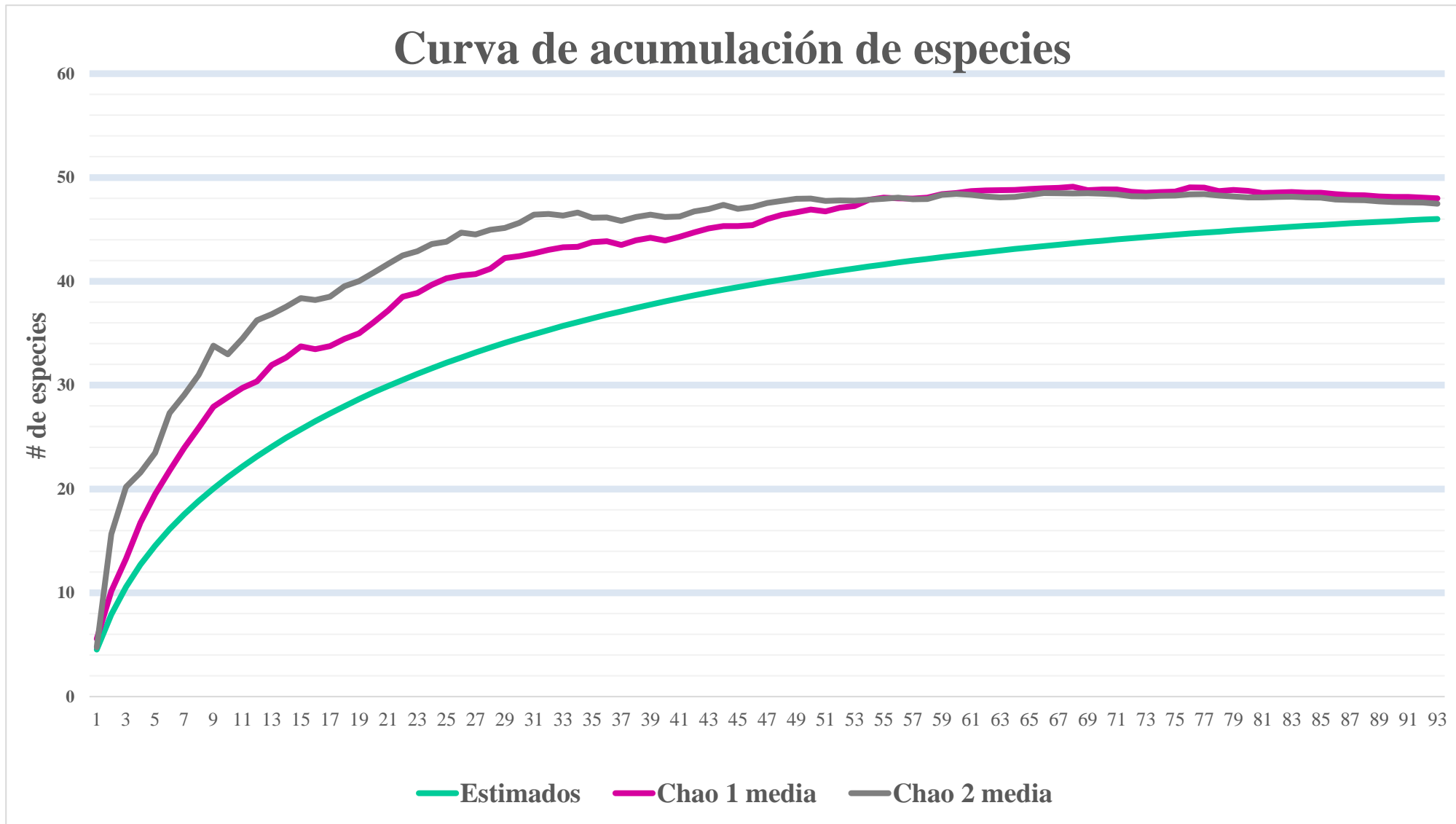


Figura 15. Curva de acumulación de especies de la familia Phoridae en la cuenca del Valle de México. Se muestran los valores de la acumulación promedio, los estimadores de riqueza de Chao1 y de Chao 2. Se consideran con línea punteadas los límites superiores e inferiores con una confianza del 95%.

6 Discusión

6.1 Integración en delimitación de especies

Existe una congruencia en 31 de las 34 especies secuenciadas con al menos un método de delimitación molecular y la morfología. Algunos autores mencionan que los métodos de delimitación de especies de ABGD y GMYC pueden sobre estimar el número de especies, o se recomiendan como una primera partición de grupos que se deben corroborar con morfología (Hickerson *et al.*, 2006; Talavera *et al.*, 2013; Yu *et al.*, 2014). El uso del fragmento del gen COI fue informativo en sustentar como un carácter importante las placas dorsales del abdomen, ya que fue el criterio principal para separar morfoespecies. Las especies de los géneros *Diplonevra* y *Phora*, así como la especie *Megaselia sulphurizona* no son congruentes entre la delimitación morfológica y ambos métodos de delimitación molecular, ya que estos últimos muestran una mayor cantidad de especies. Debido a la información escasa que se tiene del grupo en México, no podemos asegurar que sean especies crípticas, a pesar de que se ha observado en otros géneros de la familia (Morehead *et al.*, 2001). Otros componentes que pueden ocasionar esta incongruencia son los problemas en la designación de un carácter monofilético, ya que no parece existir una estructura clara a nivel de género, lo que resulta en que los límites inter e intra específicos no sean claros en estos grupos. En estos casos donde no hay congruencia, se decidió considerar una sola especie en cada caso, por el criterio de congruencia, para evitar sobreestimar la riqueza de fóridos en México (Padiál *et al.*, 2010), como ha ocurrido en casos de murciélagos y geos (Esselstyn *et al.*, 2012; Leaché y Fujita (2010). No obstante, los métodos de delimitación molecular son útiles como un primer paso para conocer los límites en los linajes (Carstens *et al.*, 2015).

6.2 Caracteres de importancia taxonómica

Los patrones de forma, coloración y tamaño de los terguitos de las hembras, son útiles para la identificación a nivel de especie. En este trabajo las especies de *M. arcticae*, *M. sp. 1*, *M. sp. 2*, *M. sp. 6* y *M. sp. 14* presentan un patrón casi idéntico en los terguitos tanto en coloración como forma, por lo que se requiere el uso de otras características para separarlas, como el porcentaje de la longitud que abarcan las sedas palizadas en la tibia media o la longitud de la seda basal del ala. Es importante mencionar que estas especies están sustentadas también con caracteres moleculares. La tradición de describir especies y realizar claves taxonómicas solo con ejemplares machos, es un problema que dificulta el trabajo taxonómico. Históricamente las especies de la familia Phoridae se han descrito a partir de ejemplares macho, con excepción de especies en las que no se conocían más que ejemplares hembra, como el caso de *Puliciphora* (Disney, 1994). Existen casos en los que se elaboraron claves taxonómicas con hembras, siempre y cuando previamente se conocía al macho y ha sido nombrado; mientras que aquellas morfoespecies que solo cuentan con hembras, quedan relegadas y son estudiadas en menor medida (Disney, 2009, Disney, 2013). En estos mismos trabajos la identificación de las hembras a nivel de especie, utilizan los mismos caracteres

que en los machos, con añadido en los segmentos terminales del abdomen y con un énfasis menor en la forma de los terguitos, por lo que se sugiere que los terguitos sean considerados como un carácter informativo en este grupo, ya que permite una identificación rápida en comparación a las características como las sedas del tórax, en donde se requiere el montaje y un microscopio con aumentos de calidad.

6.3 Identificación de un género nuevo

La cuenca del Valle de México alberga especies e incluso géneros nuevos para la ciencia. De acuerdo con la clave de determinación a nivel genérico de Brown *et al.* (2009), la presencia de una hilera de sedas en palizadas en la tibia posterior define a los géneros de *Hypocerides* y *Dohrniphora*, mientras que la presencia de dos hileras de sedas separa a géneros como *Abaristophora*, *Borophaga* o *Diplonevra*; sin embargo, 19 de los ejemplares recolectados en este estudio presentan solo una hilera de sedas en las tibias posteriores, pero presentan sedas supra antenales y en el caso de los machos, presentan el cerco elongado como en el caso del género *Diplonevra* (Anexo 3, figura 26). Por ello, es probable que estos especímenes representen un género y especie nueva, lo que se discutió con Disney (Disney, comunicación personal, 6 de noviembre de 2019). Otra evidencia que refuerza la idea de un género nuevo, es que los géneros que solo presentan una hilera de sedas palizadas, también presentan modificaciones en la venación de las alas, como la ausencia de la vena R_{2+3} , lo que no ocurre en los 19 ejemplares. También, los individuos de este posible género nuevo, presentan una coloración más clara y son de menor tamaño que lo reportado hasta ahora para el género *Diplonevra*, el cuál es de 4mm o mayor (Brown *et al.*, 2009; Disney, comunicación personal, 6 de noviembre de 2019).

6.4 Vinculación entre sexos de la misma especie

El uso del fragmento del gen COI es útil para asociar machos y hembras en la familia Phoridae. Este estudio es el primero en realizar una asociación entre sexos a nivel de especie en México, ya que el uso de herramientas moleculares se ha enfocado en identificación a nivel de especie de moscas adultas (Boehme *et al.*, 2010) o con estadios larvarios o de pupa (Feng y Liu, 2013; Solgi *et al.*, 2017). El uso de genes mitocondriales en la asociación de sexos ha sido probado en grupos como Chironomidae y Psychodidae (Willassen, 2005; Araújo *et al.*, 2018). Esto podría ser útil para la asociación de sexos en grupos donde hay un dimorfismo sexual marcado como el género *Puliciphora* o aquellos en donde solo se conocen a los machos.

Es importante realizar un esfuerzo mayor en el estudio de los dípteros de México. Existe un vacío de conocimiento como se observa con la familia Phoridae, el cual está relacionado con el impedimento taxonómico, es decir, hay una falta de especialistas a nivel de especie en diferentes grupos de insectos, hacen falta claves taxonómicas en las cuales se incluya la variación de cada especie, ausencia de estudios de ciclos de vida, realizar una monografía con las especies conocidas

y sus relaciones filogenéticas. Todo esto ayudaría al conocimiento de las especies de nuestro país, así como se pueden realizar estudios de una mayor complejidad como ecología o biogeografía.

6.5 Riqueza de la familia Phoridae en México

En México se tiene registro de 17 géneros de la familia Phoridae (Brown, 2019) de los cuales solo cuatro géneros coinciden con los encontrados en este trabajo. Dentro de estos cuatro géneros hay registro de ocho especies que pertenecen al género *Megaselia*, siete especies al género *Puliciphora* y una especie para cada uno de los géneros de *Chonocephalus* y *Diplonevra* (Brown, 2019). Se tienen tres registros nuevos del género *Megaselia* a nivel de especie que son *M. arcticae*, *M. rufipes* y *M. sulphurizona*, y al menos 30 especies nuevas, las cuales no se lograron catalogar o nombrar por la ausencia de ejemplares machos; además de que no podemos asegurar que, del total de 35 especies no identificadas, sean diferentes a las especies reportadas para México. Se tiene registros nuevos para el género *Borophaga* y *Phora*, en los que también hay ausencia de machos, lo que dificulta el poder catalogarlos. Por lo anterior podemos considerar que la diversidad de la familia es mayor a la reportada, solo al considerar la fauna necrócola de la región, por lo que el número de especies es mayor si se consideran otras fuentes de alimentación o tipos de vegetación como en las zonas tropicales (Deloya *et al.*, 1987; Brown y Horan, 2012).

La riqueza de especies de la familia Phoridae es mayor en vegetación de bosque de pino. El género *Diplonevra* predomina en las localidades de Piedra Canteada y El Chico, lo que coincide parcialmente con lo mencionado por Brown *et al.* (2009), acerca de que este género se encuentra en lugares de grandes altitudes y tiene una distribución holártica, pero no se menciona la vegetación asociada. Brown *et al.* (2009) mencionan que es un género poco estudiado en la región Neotropical y que suelen encontrarse en cuevas, aunque no son exclusivas de estos ambientes. El Bosque de Chapultepec es la localidad en la que se obtuvo la mayor abundancia de moscas; no obstante el género que predomina fue *Megaselia*, a diferencia del bosque nativo. Esto se explica debido a tres factores principales: (1) el factor antropogénico, ya que en este sitio se provee de alimento a los perros ferales, como restos de pollo o cerdo, lo que provoca un aumento de abundancia y riqueza de especies necrócolas (Labrador, 2005), (2) la relación de algunos géneros de la familia Phoridae a cuerpos en descomposición, como *Conicera*, *Megaselia* o *Triphleba* (Buck, 1997; Greenberg y Wells, 1998; Disney y Manlove, 2005; Manlove y Disney, 2008), y (3) la latitud, ya las especies necrócolas del género *Megaselia* predominan en zonas tropicales (Cuttford y Disney, 2011).

6.6 Asociación a tipos de vegetación

Se conoce poco sobre el área de distribución de la familia Phoridae en México. Los estudios que mencionan a la familia Phoridae son en su mayoría ecológicos, en los que se realiza una identificación solo a nivel de familia o incluso algunos géneros, tales como *Dohrniphora*, *Phalacrotophora* o *Puliciphora* (Deloya *et al.*, 1987; Albores-Ortiz y Sosa, 2006). El trabajo de

Morón y Terrón (1984) es el único que se enfocó en la fauna necrófila con trampas pitfall con cebo de calamar, en el que se consideró la relación entre el tipo de vegetación de bosque mesófilo y bosque tropical, y altura a nivel del mar. Sin embargo, solo reportan la presencia de la familia Phoridae con una ilustración de lo que parece ser un ejemplar del género *Puliciphora*. Lo anterior coincide con la captura de ejemplares de la misma familia en el Bosque de Chapultepec principalmente, ya que una trampa se localizaba a no más de 15cm a nivel de suelo, lo que podría facilitar que lleguen a las trampas.

7 Conclusiones

La evidencia molecular y morfológica fue congruente en 31 especies, mientras que en *Diplonevra* sp. nov. 1, *Phora* sp. nov. 1 y *Megaselia sulphurizona* hubo incongruencia entre ambas evidencias, por lo que se decidió considerar solo a una especie para evitar una sobreestimación de la riqueza de especies.

México cuenta con cuatro especies identificadas: *Megaselia scalaris* (con registro previo), *M. arcticae*, *M. rufipes* y *M. sulphurizona*, las cuales son registros nuevos, excepto *M. scalaris*. Además los géneros *Borophaga* y *Phora* son registros nuevos para México.

El fragmento del gen COI fue útil para asociar hembras y machos en el caso de nueve especies.

El número, la forma y patrones de coloración de las placas dorsales del abdomen son útiles para la identificación en las hembras de la familia Phoridae a nivel de especie. Con lo que se provee de las características específicas de cada especie delimitada.

La vegetación de bosque de pino y bosque cultivado presentaron la mayor riqueza de especies necrócolas de Phoridae en el Valle de México.

8 Referencias bibliográficas:

- **Albores-Ortiz**, O. y Sosa, V. 2006. Polinización de dos especies simpátricas de *Stelis* (Pleurothallidinae, Orchidaceae). Acta botánica mexicana 74: 155-168. Folia Entomológica Mexicana 73: 157-171.
- **Ament**, D. y Brown, B. 2016. Family Phoridae. Zootaxa 4122(1): 414-451.
- **Anderson**, G. 2001. Insect succession on carrion and its relationship to determining time of death. Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations 143: 76.
- **Araújo**, M.; Aragao, M.; Cordeiro, D.; Bravo, F.; Barros, C. y Andena, S. 2018. Male and female association in *Trichomya* Haliday in Curtis, 1839 using a molecular approach (Diptera, Psychodidae, Trichomyiinae), and description of new species from Brazil. Revista Brasileira de Entomologia 62: 283-287.
- **Arredondo-Bernal**, H. y Trujillo-Arriaga, J. 1994. Primer reporte de *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) como parasitoide de *Macrodactylus murinus* (Coleoptera: Scarabaeidae). Vedia 1: 27-28.
- **Begon**, M., Harper, J. y Townsend, C. 1996. Ecology: Individuals, Populations and Communities, 3rd edición. Blackwell Science, Cambridge, Inglaterra.
- **Benavides**, F y Guénet, J. 2012. Mouse genomics. En: The Laboratory Mouse. Segunda edición. Elsevier. Pp 65.
- **Bickford**, D.; Lohman, D.; Sodhi, N.; Ng, P.; Meier, R.; Winker, K.; Ingram, K. y Das, I. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. Trends in Ecology and Evolution 22(3): 148-155.
- **Birky**, C.; Adams, J.; Gemmel, M. y Perry, J. 2010. Using population genetic theory and DNA sequences for species detection and identification in asexual organisms. PLoS One 5(5): 1-11.
- **Birky**, C.; Wolf, C.; Maughan, H.; Herbertson, L. y Henry, E. 2005. Speciation and selection without sex. Hydrobiologia 546: 29-45.
- **Boehme**, P.; Amendt, J.; Disney, L. y Zehner, R. 2010. Molecular identification of carrion-breeding scuttle flies (Diptera: Phoridae) using COI barcodes. International Journal of Legal Medicine 124: 577-581
- **Borgmeier**, T. 1963. Revision of the North American Phorid Flies. Part I. The Phorinae, Aenigmatiinae and Metopininae, except *Megaselia* (Diptera, Phoridae). Studia Entomologica, 6: 1-256.
- **Borgmeier**, T. 1964. Revision of the North American Phorid Flies. Part II. The species of the genus *Megaselia*, subgenus *Aphiochaeta* (Diptera, Phoridae). Studia Entomologica 7: 257-416.
- **Borgmeier**, T. 1966. Revision of the North American Phorid Flies. Part III. The species of the genus *Megaselia*, subgenus *Megaselia* (Diptera, Phoridae). Studia Entomologica 8: 1-160.
- **Brown**, B y Horan, R. 2012. A key to Neotropical región frog-egg-feeding species of *Megaselia* (Diptera:Phoridae), with a new species from Panama. Contributions in Science 520: 1-4.
- **Brown**, B. 1992. Generic revision of Phoridae of the Nearctic Region and phylogenetic classification of Phoridae, Sciadoceridae and Itonomyiidae (Diptera: Phoridae). Memoirs of the Entomological Society of Canada, 164: 1-144.
- **Brown**, B. 2004. Revision of the subgenus *Udamochiras* of *Melaloncha* bee-killing flies (Diptera: Phoridae: Metopininae). Zoological Journal of the Linnean Society, 140, 1-42.
- **Brown**, B. 2019. Phorid Catalog (PCAT). Los Ángeles, California, Estados Unidos. Phorid.net: online data for phorid flies. Recuperado de <https://www.phorid.net/pcat/>
- **Brown**, B.; Borkent, A.; Cumming, J.; Wood, D.; Woodley, N. y Zumbado, M. 2009. Manual of Central American Diptera. Volumen 2. NRC Research Press. Ottawa, Canadá 728 pp.
- **Buck**, M. 1997. Untersuchungen zur ökologischen Einnischung saprophager Dipteren unter besonderer Berücksichtigung der Phoridae und Sphaeroceridae (Brachycera/Cyclorrhapha). Tesis Doctoral, Universidad de Ulm, Alemania.
- **Carstens**, B.; Pelletier, A.; Reid, N. y Satler, J. 2013. How to fail at species delimitation. Molecular Ecology 22: 4369-4383.
- **Chao**, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics 11: 256-270.

- **Chazdon**, R.; Colwell, R.; Denslow, J. y Guariguata M. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of northeastern Costa Rica. En: Dallmeier, F. y Comiskey, J. Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modelling, The Parthenon Publishing Group. París, Francia pp. 285-309.
- **Colwell**, R. 2013. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Versión 9.1.0. Universidad de Connecticut, Estados Unidos.
- **Colwell**, R.; Mao, C. y Chang, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85(10): 2717-2727.
- **Cook**, C.; Austin, J. y Disney, H. 2004. A mitochondrial 12S and 16S rRNA phylogeny of critical genera of Phoridae (Diptera) and related families of Aschiza. *Zootaxa* 593: 1-11.
- **Cornell**, H. 1999. Unsaturation and regional influences on species richness in ecological communities: a review of the evidence. *Ecoscience* 6: 303-315.
- **Cuevas-Reyes**, P.; Quesada, M.; Hanson, P.; Dirzo, R. y Oyama, K. 2004. Diversity of Gall-Inducing insects in a mexican tropical dry forest: The importance of plant species richness, life-forms, host planta ge and plant density. *Journal of Ecology* 92: 707-716.
- **Cuttiford**, L. y Disney, H. 2011. Colonisation of pig carrion by *Triphleba Rondani* (Dipt., Phoridae) during very cold british Winter. *Entomologist's monthly magazine* 146: 203-206.
- **Dahl**, F. 1897. *Puliciphora*, eine neue, flohaehnlliche Fliegengattung. *Zoologischer Anzeiger* 20: 409-412.
- **Dayrat**, B. 2005. Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society* 85: 407-415.
- **De Queiroz**, K. 2007. Species concepts and species delimitation. *Systematic Biology*. 56: 879-886.
- **Deloya**, C.; Ruíz-Lizarraga, G. y Morón, M. 1987. Análisis de la entomofauna necrófila en la región de Jojutla, Morelos, México
- **Disney**, H. 2009. Scuttle flies (Diptera: Phoridae) part II: the genus *Megaselia*. *Fauna of Arabia* 24: 249-357.
- **Disney**, H. 2013. An unusually rich scuttle fly fauna (Diptera: Phoridae) from north of the Arctic Circle in the Kola Peninsula, N. W. Russia. *Zookeys* 342: 45-74.
- **Disney**, H. y Manlove, J. 2005. First occurrences of the phorid, *Megaselia abdita*, in forensic cases in Britain, *Medical and Veterinary Entomology* 19: 489-491.
- **Disney**, R. 1983. Scuttle Flies: Diptera, Phoridae (except *Megaselia*) *Royal Entomological Society of London* 10: 3-78.
- **Disney**, R. 1989. Scuttle Flies: Diptera, Phoridae Genus *Megaselia*. *Royal Entomological Society of London* 10: 3-149.
- **Disney**, R. 1994. Scuttle Flies: The Phoridae. Chapman and Hall, London Pp. 467.
- **Disney**, R. 2004. A new species of *Megaselia Rondani*(Dipt., Phoridae) from arctic Greenland. *Entomologist's Monthly Magazine* 140: 309-312.
- **Disney**, R. 2008. Natural History of the scuttle fly, *Megaselia scalaris*. *The Annual Review of Entomoly* 53: 39-60
- **Doorenweerd**, C. y Beentjes, K. 2012. Extensive guidelines for preserving specimen or tissue for later DNA work. URL: <https://science.naturalis.nl/media/medialibrary/2013/08/preservingdna.pdf>.
- **Doyle**, J. 1995. The irrelevance of allele tree topologies for species delimitation, and a non-topological alternative. *Systematic Botany* 20(4): 574-588.
- **Drummond**, A.; Rambaut, A. y Suchard, M. 2018. Bayesian Evolutionary Analysis Sampling Trees. BEAST v1.10.4
- **Enderlein**, G. 1924. Zur Klassifikation der Phoriden und über vernichtende Kritik. *Entomologische Mitteilungen* 13: 270-281.
- **Esselstyn**, A.; Evans, B.; Sedlock, J., Anwarali, F. y Heaney, L. 2012. Single-locus species delimitation: a test of the mixed Yule coalescent model, with an empirical application to Philippine round-leaf bats. *Proceedings of the Royal Society of London B* 279: 3678-3686.
- **Ezard**, T.; Fujisawa, T. y Barraclough, T. 2017. Species Limits by Threshold Statistics. Disponible en <http://R-Forge.R-project.org>

- **Felsenstein**, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 39 (4): 783-791.
- **Feng**, D. y Liu, G. 2013. Pupal age estimation of forensically important *Megaselia spiracularis* Schmitz (Diptera: Phoridae). *Forensic Science International* 231: 199-203.
- **Flot**, J.; Couloux, A. y Tillier, S. 2010. Haplowebs as a graphical tool for delimiting species: a revival of Doyle's "field for recombination" approach and its application to the coral genus *Pocillopora* in Clipperton. *BMC Evolutionary Biology* 10: 1-14.
- **Folmer**, B. y Vrijenhoek, H. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 3: 294-299.
- **Fontaneto**, D.; Flot, J. y Tang, C. 2015. Guidelines for DNA taxonomy, with a focus on the meiofauna. *Marine Biodiversity* 45: 433-451.
- **Fujisawa**, T. y Barraclough, T. 2013. Delimiting species using single-locus data and the Generalized Mixed Yule Coalescent approach: a revised method and evaluation on simulated data sets. *Systematic biology* 62: 707-724.
- **Galtier**, N.; Nabholz, B.; Glémin, S. y Hurst, G. 2009. Mitochondrial DNA as a marker of molecular diversity: a reappraisal. *Molecular ecology* 18: 4541-4550.
- **García-Romera**, C. y Barrientos, J. 2014. La fauna de Phoridae (Diptera) en el Parque Natural del Montseny (Cataluña, España). Citas nuevas para la Península Ibérica. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 54: 237-261.
- **Gaston**, K. 1991. The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology* 5: 283-296.
- **Geopiza** research team. 2006. Finch TV version 1.4.0. Geopiza Inc.
- **Greenberg**, B. y Wells, J. 1998. Forensic use of *Megaselia abdita* and *M. scalaris* (Phoridae: Diptera): case studies, development rates and egg structure, *Journal of Medical Entomology*, 35: 205-209.
- **Hartop**, E. y Brown, B. 2014. The tip of the iceberg: a distinctive new spotted-wing *Megaselia* species (Diptera: Phoridae) from a tropical cloud forest survey and a new, streamlined method for *Megaselia* descriptions. *Biodiversity Data Journal* 2: 1-16.
- **Hebert**, P.; Ratnasingham, S. y De Waard, J. 2003. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270: 96-99.
- **Hebert**, P.; Stoeckle, M.; Zemplak, T. y Francis, C. 2004. Identification of birds through DNA barcodes. *PLoS Biology* 10 (2): 1657-1663.
- **Hernández-Zetina**, D. 2009. Parasitoides del gusano rojo del maguey. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- **Hickerson**, M.; Meyer, C. y Moritz, C. 2006. DNA barcoding will often fail to discover new animal species over broad parameter space. *Society of Systematic Biologists* 55: 729-739.
- **Hillis**, D. y Bull, J. 1993. An empirical test of bootstrapping as a method for assessing confidence in phylogenetic analysis. *Systematic Biology* 42 (2): 182-192.
- **Kimura**, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16: 111-120.
- **Knapp**, S.; Polaszek, A. y Watson, M. 2007. Spreading the word. *Nature* 446:261-262.
- **Knoll**, T. 2012. Adobe Photoshop CS6. Versión 13.0. Adobe Incorporated
- **Knowlton**, N. y Weigt, L. 1998. New dates and new rates for divergence across the Isthmus of Panama. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1412), 2257-2263.
- **Kozlov**, M. y Whitworth, T. 2002. Population densities and diversity of Calliphoridae (Diptera) around a nickel-copper smelter at Monchegorsk, Northwestern Russia. *Entomologica Fennica*, 13: 98-104.
- **Kumar**, S.; Stecher, G.; Li, M.; Knyaz, C. y Tamura, K. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35:1547-1549.
- **Labrador**, G. 2005. Coleópteros necrófilos de México: Distribución y diversidad (Tesis de Licenciatura). Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México. Pp 152.

- **Latreille**, P. 1796. *Precis des caracteres generiques des Insectes*, disposes dans un ordre naturel. Paris, Francia pp. 211.
- **Leaché**, A. y Fujita, M. 2010. Bayesian species delimitation in West African forest geckos (*Hemidactylus fasciatus*). *Proceedings of the Royal Society B* 277: 3071-3077.
- **Loew**, H. 1866. *Diptera Americae septentrionalis indigena*. Centuria septima. *Berliner Entomologische Zeitschrift* pp. 51-53.
- **López-Gómez**, A. y Williams-Linera, G. 2006. Evaluación de método no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Ecología y Evolución* 78: 7-15.
- **Machkour-M'Rabet**, S.; Dor, A. y Hénaut, Y. 2015. *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae): an opportunistic endoparasitoid of the endangered Mexican redrump tarantula, *Brachypelma vagans* (Araneae: Theraphosidae). *The Journal of Arachnology* 43: 115-119.
- **Magaña**, C. 2001. La entomología forense y su aplicación a la medicina legal. Data de la muerte. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 28: 161.
- **Magurran**, A. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, Estados Unidos.
- **Manlove**, J. y Disney, H. 2008. The use of *Megaselia abdita* (Diptera: Phoridae) in forensic entomology. *Forensic Science International* 175: 83-84.
- **Meigen**, J. 1804. *Klassifikation und Beschreibung der europäischen zweiflügeligen Insekten*
- **Molina-Chávez**, H.; Nava-Hernández, M.; Luy-Quijada, J.; Miranda-Gallardo, B.; Gutiérrez-Rodríguez, S. y Galindo-Miranda, N. 2012. Distribución de dípteros asociados con las fases de degradación cadavérica de humanos en el Distrito Federal, México. Pp. 1749-1755.
- **Morehead**, S.; Seger, J.; Feener, D. y Brown, B. 2001. Evidence for a cryptic species complex in the ant parasitoid *Apocephalus paraponerae* (Diptera: Phoridae). *Evolutionary Ecology Research* 3: 273-284.
- **Moritz**, C. y Cicero, C. 2004. DNA barcoding: promise and pit-falls. *Plos Biology* 2: 1529-1531.
- **Morón**, M. y Terrón, S. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta zoológica Mexicana* 3: 1-47.
- **Ornelas-García**, C.; Bastir, M. y Doadrio, I. 2014. Morphometric variation between two morphotypes within the *Astyanax* Baird and Girard, 1854 (Actinopterygii: Characidae) Genus, from a Mexican tropical lake. *Journal of Morphology* 275: 721-731.
- **Padial**, J.; Miralles, A.; De la Riva, I. y Vences, M. 2010. The integrative future of taxonomy. *Frontiers in Zoology* 7: 1-14.
- **Pigliucci**, M.; Murren, C. y Schlichting, C. 2006. Phenotypic plasticity and evolution by genetic assimilation. *Journal of Experimental Biology* 209: 2362-2367.
- **Pons**, J.; Barraclough, T.; Gomez-Zurita, J.; Cardoso, A.; Duran, D.; Hazell, S.; Kamoun, S.; Sumlin, W. y Vogler, A. 2006. Sequence-based species delimitation for the DNA taxonomy of undescribed insects. *Systematic Biology* 55 (4): 595-609.
- **Puillandre**, N.; Modica, M.; Zhang, Y.; Sirovich, L.; Boisselier, M.; Cruaud, C.; Holford, M. y Samadi, S. 2012. Large-scale species delimitation method for hyperdiverse groups. *Molecular Ecology* 21: 2671-2691.
- **QGIS** Development Team. 2018. QGIS Geographic Information System v3.10.2. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- **Quesada-Béjar**, V.; Nájera-Rincón, M.; Reyes-Novelo, E. y González-Esquível, C. 2017. Primer registro de *Megaselia* sp. (Diptera: Phoridae) como parasitoide de *Sphenarium purpurascens purpurascens* (Orthoptera: Pyrgomorphidae). *Acta Zoológica Mexicana* 33: 407-410.
- **Ramírez-Enríquez**, R. 2016. Detección de moscas *Megaselia scalaris* necrófaga de *Apis mellifera* L. en condiciones de laboratorio. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria. Coahuila, México.
- **Rondani**, C. 1856. *Dipterologiae italicae prodromus*. A. Stocchi, Parma, Francia 1: 1-226.
- **Rzedowski**, G.; Rzedowski, J. y colaboradores. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Segunda edición. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. 1406 pp.

- **Saccone**, C.; De Giorgi, C.; Gissi, C.; Pesole, G. y Reyes, A. 1999. Evolutionary genomics in Metazoa: the mitochondrial DNA as a model system. *Gene*, 238(1): 195-209.
- **Saiki**, R.; Gelfand, D.; Stoffel, S.; Scharf, S.; Higuchi, R.; Horn, G.; Mullis, K. y Erlich, H. 1988. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science* 239: 487-491.
- **Sambrook**, J. y Russell, D. 2001. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. Volumen 1. Tercera edición. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- **Schlick-Steiner**, B.; Steiner, F.; Seifert, B.; Stauffer, C.; Christian, E. y Crozier, R. 2010. Integrative taxonomy: a multisource approach to exploring Biodiversity. *Annual Review of Entomology* 55: 421-438.
- **Smith**, M.; Woodley, N.; Janzen, D.; Hallwachs, W. y Hebert, P. 2006. DNA barcodes reveal cryptic host-specificity within the presumed polyphagous members of a genus of parasitoid flies (Diptera: Tachinidae). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(10): 3657-3662.
- **Solgi**, R.; Djadid, N.; Eslamifar, A.; Raz, A. y Zakeri, S. 2017. Morphological and molecular characteristic of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) larvae as the cause of urinary myiasis. *Journal of Medical Entomology* 54: 781-784.
- **Solórzano-Kraemer**, M y Brown, B. 2017. Dohrniphora (Diptera: Phoridae) from the Miocene Mexican and Dominican ambers with a paleobiological reconstruction. *Insects Systematics and Evolution* 1-29.
- **Talavera**, G.; Dinca, V. y Vila, R. 2013. Factors affecting species delimitation with the GMYC model: insights from a butterfly survey. *Methods in Ecology and Evolution* 4: 1101-1110.
- **Tautz**, D.; Arctander, P.; Minelli, A.; Thomas, R. y Vogler, A. 2003. A plea for DNA taxonomy. *Trends in Ecology and Evolution*. 18 (2): 70-74.
- **Tellez-García**, I. 2018. Código de barras genético de especies de dípteros necrófilos de la reserva ecológica del Pedregal de San Ángel, Ciudad de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- **Wandolleck**, B. 1898. Die Stenopathidae, eine neue flügel- und schwingerlose familie drer. *Diptera Zoologische Jahrbücher abteilung für systematik* 11: 412-441.
- **Wayne**, D. 2006. *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud*. Cuarta edición. Limusa Noriega. México.
- **Wiens**, J. y Servedio, M. 2000. Species delimitation in systematics: inferring diagnostic differences between species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 267: 631-636.
- **Willassen**, E. 2005. New species of *Diamesa* (Diptera: Chironomidae) from Tibet: conspecific males and females associated with mitochondrial DNA. *Zootaxa* 1049: 19-32.
- **Yang**, Z. 2015. The BPP program for species tree estimation and species delimitation. *Current Zoology* 61(5): 854-865.
- **Yu**, Z.; Li, Q.; Kong, L. y Yu, H. 2014. Utility of DNA barcoding for Tellinoidea: A comparison of distance, coalescent and character based methods on multiple genes. *Marine Biotechnology* 17: 55-65.
- **Zhang**, J.; Kapli, P.; Pavlidis, P. y Stamatakis, A. 2013. A general species delimitation method with applications to phylogenetic placements. *Bioinformatics* 29: 2869-2876.
- **Zhong**, M.; Wang, X.; Liu, Q.; Lou, B.; Wu, C. y Wen, J. 2016. The complete mitochondrial genome of the scuttle fly, *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae). *Mitochondrial DNA Part A* 27(1): 182-184.

9.1 Anexo 1. Descripción de caracteres y sus estados

Aquellos caracteres en los que se hizo una categorización de las longitudes, medidas en milímetros, los estados de carácter se realizaron a partir del valor mínimo y máximo del total de las especies. En las medías se consideraron tres dígitos después del punto decimal. En algunos casos, la ausencia del carácter, el primer valor de las categorías se le asignó el valor 0, mientras que el valor de 9, se otorgó a un valor único que era extremo.

Cabeza:

- **Porcentaje de Antena Supra antenal (SA):** Se obtiene de la relación entre las sedas supra antenales, al dividir el largo de la seda ventral supra antenal (VSA), entre el largo de la seda dorsal supra antenal (DSA). El valor 0 se asignó a los organismos que carecen de seda DSA, por lo que los valores de 35 a 119 se ajustan a nueve categorías, de nueve unidades cada una.
- **Posición de seda ventral interfrontal (VIF):** El valor 0 se asigna a una orientación normal, mientras que el valor 1 se considera a una orientación adyacente. Una orientación normal es cuando la seda VIF se localiza cerca de VSA o si está aproximadamente a la mitad entre DSA y la seda ventral fronto orbital (VFO) (Figura 14 a y b). Si la seda está significativamente cerca de la seda VFO o incluso debajo, se considera como adyacente (Figura 14 c y d).

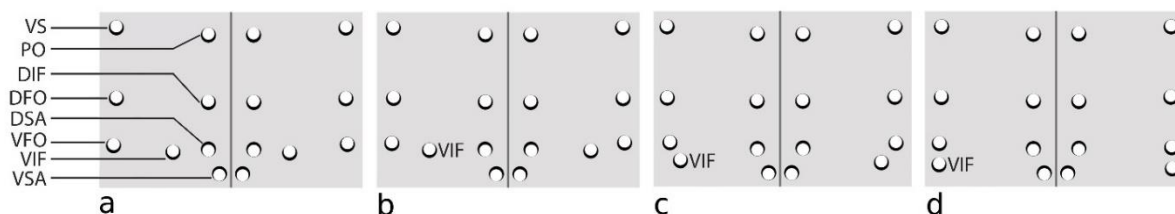


Figura 14. Patrones normales de sedas (a y b) y adyacente a VFO (c y d). VS= seda vertical, PO= seda post ocelar, DIF= seda dorsal interfrontal, DFO= seda dorsal fronto orbital, DSA= seda dorsal supra antenal, VFO= seda ventral fronto orbital, VIF= seda ventral interfrontal, VSA= seda ventral supra antenal. Obtenido de Hartop y Brown (2014).

- **Vesículas sénsiles subcuticulares de la fosa post pedicelo (SPS):** 0 ausente, 1 presente.
- **Longitud de seda palpal:** 0 si miden menos que el ancho del palpo, 1 similares si miden lo mismo o varían menos 0.01 mm o 2 si son más largos que el ancho del palpo.
- **Espinosidad del labelo:** 0 si no presenta sétulas, 1 escaso si presenta menos de 30 sétulas por cada labelo o 2 si el labelo está cubierto densamente.

Tórax

- **Anapisterno:** Se considera como 0 o desnudo, si el anapisterno carece de sedas. Si presenta, pueden ser solo sedas delgadas (como cabellos) por lo que se considera como 1, o si presenta sedas delgadas y gruesas, se considera como 2.
- **Color del halterio:** Es la comparación del color de la parte globosa del halterio respecto al escuto. Se considera como 0 si es claro, como 1 si son del mismo color o 2 si el halterio es de un color más oscuro que el escuto.
- **Número de sedas de la notopleura (NP):** solo tiene los valores de 2 o 3.
- **Hendidura de la NP:** 0 si es ausente, 1 si está presente.
- **Sedas escutelares:** Se considera como 0 si las sedas anteriores y posteriores son del mismo tamaño; 1 si las sedas anteriores y posteriores son diferentes, pero las pequeñas no son más cortas que las sétulas del escuto; y 2 si el par más pequeño de las sedas son más pequeñas que las sétulas del escuto.

Patas

- **Palizada de tarsos anteriores (ts1):** Indica el número de tarsos que presentan sedas palizadas, los cuales van de 1 a 5.
- **Espinas en la tibia anterior (t1):** Espinas más grandes que una seda, que se ubican en la mitad proximal de la tibia. 0 ausentes o 1 presentes.
- **Palizada de la tibia media (t2):** Indica la proporción que abarcan las sedas en palizadas, se divide el largo que cubren las sedas y se divide entre el largo de la tibia. Se ajustaron los rangos, asignando el valor 0 si está ausente y el valor de 9 si cubre el largo total de la tibia. Por lo que el rango de 51 a 82 se asignaron en ocho categorías de cuatro unidades cada uno.
- **Número de espinas en t2:** Se consideran solo las espinas que sean aproximadamente cuatro veces más largas al tamaño de las sedas en palizadas.
- **Espina distal de t2:** 0 ausente y 1 presente.
- **Espinas bifurcadas en el peine de la tibia posterior (t3):** 0 ausente, 1 presente.
- **Sétulas de t3:** Se considera como 0 si solo presenta una hilera de sétulas en la región posterodorsal (PD), y como 1 si presente una hilera de sétulas en la región PD y anteroventral (AV).
- **Sedas basales del fémur posterior (f3):** Es la proporción entre las sedas basales (B) y de la superficie AV. Se considera como 0 si $B < AV$, 1 si $B = AV$ y 2 si $B > AV$.
- **Diferenciación de sedas basales en f3:** 0 si no hay una diferenciación en las sedas, 1 si son muy gruesas, 2 si son curvas en forma de gancho, 3 si son pequeñas y gruesas, y 4 si tiene alguna otra modificación.

Alas

- **Longitud del ala:** Se inicia desde la seda basal del ala hasta el extremo distal del ala. Se asignó el estado de 0 si el ala está ausente y el estado de 9 a la longitud de 5.442 mm, debido a que es un valor extremo. Por lo anterior, el resto de valores se agruparon en ocho estados de carácter que van de 1.168 mm a 3.378 mm, donde cada categoría es de 0.28 mm de amplitud.
- **Subcosta (Sc):** 0 si es incompleta y 1 si está completa. Se considera completa si la vena Sc se une con R₁.
- **Seda en la base del ala:** Longitud de la seda basal del ala. El estado de 0 indica la ausencia del carácter y la 9 se asignó al valor extremo de 0.34 mm. El rango de valores de 0.032 mm a 0.25 mm se ajustaron en ocho estados de carácter, de 0.027 mm de amplitud cada uno.
- **Curvatura de vena media 1 (M1):** 0 normal y 1 si es cóncava. Se considera como normal a la curvatura poco pronunciada como las del género *Megaselia*.
- **Vena R₂₊₃:** 0 ausente y 1 presente.
- **Longitud de sección 1:** La sección 1 del ala es el espacio que se forma entre la vena humeral y la vena R₁. El estado de 0 indica ausencia del carácter, mientras que el estado de 9 tiene el valor de 1.827 mm. El resto de valores que van de 0.209 mm a 0.754 mm se ajustaron en ocho estados de carácter de amplitud de 0.068 mm cada uno.
- **Longitud de sección 2:** La sección 2 del ala es el espacio que se forma entre la vena R₁ y la vena R₂₊₃. El estado de 0 indica ausencia del carácter. El resto de valores que van de 0.089 mm a 0.832 mm se ajustaron en nueve estados de carácter de amplitud de 0.082 mm cada uno.
- **Longitud de sección 3:** La sección 3 del ala es el espacio que se forma entre la vena R₂₊₃ y R₄₊₅. Se tienen 10 estados de carácter, que van desde 0 (ausencia del carácter), hasta 0.178 mm, con una amplitud de 0.02 mm cada uno.
- **Longitud de la costa:** Se mide desde la seda basal hasta el extremo de la vena de la costa. El estado de 0 indica la ausencia del carácter, mientras que la 9 se asignó al valor de 2.985 mm. Los ocho estados restantes van desde 0.439 mm hasta 1.771 mm, de 0.166 mm de amplitud cada uno.
- **Longitud de sedas de la costa:** Se miden las sedas que se ubican en la sección 3 de la costa. El estado de 0 indica la ausencia del carácter. Los otros nueve estados de carácter van de 0.052 mm a 0.205 mm con una amplitud de 0.017 mm cada uno.
- **Número de sedas alulares:** Se consideran el total de sedas.
- **Longitud de sedas alulares:** Se considera la seda más larga. El estado de 0 indica la ausencia del carácter. El estado de 9 se asignó el valor de 0.261 mm. Los ocho estados de carácter restantes van de 0.076 mm a 0.222 mm, con 0.018 mm de amplitud.
- **Color del ala:** 0 si es claro, 1 si es oscuro y 2 si presenta zonas claras y oscuras.

Genitales

Las longitudes de las sedas y tamaño de estructuras se consideran con tres números decimales. En este caso no fue necesario realizar categorías.

- **Proporción de tubo anal (AT) respecto a epandrio (E):** El tubo anal está formado por los cercos y el hipoprocto. La longitud del epandrio se considera desde la región dorsal. Si $AT < E$ entonces es 0, si $AT = E$ es 1 y si $AT > E$ entonces es 2.
- **Sedación de E:** 0 si solo son sedas o 1 si tiene sedas y espinas.
- **Sedación posterior relativa:** Se compara la longitud de sedas o sétulas de cada estructura.

Cuadro 1. Matriz de caracteres de especies de Phoridae parte 1

Especie	Cabeza				
	Porcentaje VSA/DSA	Posición VIF	Vesículas SPS	Longitud de seda palpal	Espinocidad de labelo
<i>Borophaga</i> sp. 1	0	2	0	2	1
<i>Diplonevra</i> sp. 1	?	?	0	2	1
Gen. 1 sp. nov. 1	0	0	0	2	1
<i>Megaselia arcticae</i>	2	0	1	2	1
<i>Megaselia rufipes</i>	6	0	1	2	1
<i>Megaselia scalaris</i>	6	0	1	2	1
<i>Megaselia sulphurizona</i>	?	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 01	6	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 02	5	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 03	5	0	1	1	1
<i>Megaselia</i> sp. 04	?	?	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 05	5	1	1	2	2
<i>Megaselia</i> sp. 06	6	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 07	4	0	0	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 08	6	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 09	4	1	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 10	6	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 11	5	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 12	?	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 13	7	0	1	2	2
<i>Megaselia</i> sp. 14	6	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 15	6	1	0	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 16	3	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 17	9	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 18	7	0	1	?	1
<i>Megaselia</i> sp. 19	6	1	0	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 20	2	0	0	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 21	6	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 22	3	0	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 23	6	0	0	1	1
<i>Megaselia</i> sp. 24	1	0	1	2	1
<i>Phora</i> sp. 1	?	?	?	2	2
<i>Puliciphora</i> sp. 1	5	2	1	2	1
<i>Puliciphora</i> sp. 2	6	2	1	2	1

Cuadro 2. Matriz de caracteres de especies de Phoridae parte 2

Especie	Tórax				
	Anapisterno	Color relativo de halterio	# de sedas en notopleura	Hendidura de notopleura	Seda escutelar
<i>Borophaga</i> sp. 1	1	2	2	0	1
<i>Diplonevra</i> sp. 1	0	0	3	0	1
Gen. 1 sp. nov. 1	0	0	2	0	1
<i>Megaselia arcticae</i>	0	0	2	0	1
<i>Megaselia rufipes</i>	0	0	2	0	2
<i>Megaselia scalaris</i>	0	0	2	0	1
<i>Megaselia sulphurizona</i>	0	1	3	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 01	0	0	2	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 02	0	1	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 03	2	1	3	0	?
<i>Megaselia</i> sp. 04	0	0	2	0	?
<i>Megaselia</i> sp. 05	0	0	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 06	0	0	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 07	0	1	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 08	0	0	2	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 09	0	1	2	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 10	0	0	2	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 11	0	1	2	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 12	0	1	2	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 13	0	0	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 14	0	1	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 15	1	0	2	0	?
<i>Megaselia</i> sp. 16	0	0	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 17	0	1	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 18	0	0	2	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 19	0	0	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 20	0	1	?	?	1
<i>Megaselia</i> sp. 21	0	0	2	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 22	0	0	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 23	0	0	2	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 24	0	1	2	0	1
<i>Phora</i> sp. 1	?	1	?	?	?
<i>Puliciphora</i> sp. 1	0	3	1	0	?
<i>Puliciphora</i> sp. 2	0	3	1	0	1

Cuadro 3. Matriz de caracteres de especies de Phoridae parte 3

Especie	Pata								
	# de ts1 palizadas	Presencia de espinas en t1	Proporción de palizada t2	# de espinas en t2	Presencia de espina distal t2	Bifurcación en peine t3	Setulado de t3	Seda basal de f3	Seda basal de f3
<i>Borophaga</i> sp. 1	5	1	9	0	1	0	0	1	0
<i>Diplonevra</i> sp. 1	5	1	9	2	1	0	0	0	0
Gen. 1 sp. nov. 1	5	1	9	2	1	0	0	0	3
<i>Megaselia arcticae</i>	5	0	8	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia rufipes</i>	5	0	4	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia scalaris</i>	5	0	7	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia sulphurizona</i>	5	0	3	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 01	5	0	6	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 02	5	0	2	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 03	5	0	4	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 04	5	0	6	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 05	4	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 06	5	0	4	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 07	5	0	6	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 08	4	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 09	4	0	2	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 10	5	0	2	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 11	5	0	3	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 12	4	?	2	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 13	5	0	6	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 14	5	0	5	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 15	5	0	7	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 16	5	0	3	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 17	5	0	5	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 18	5	0	6	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 19	5	0	5	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 20	5	0	8	0	1	0	0	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 21	5	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 22	5	0	5	0	1	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 23	5	0	8	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 24	5	0	4	0	1	0	0	2	0
<i>Phora</i> sp. 1	4	0	9	5	1	0	0	2	3
<i>Puliciphora</i> sp. 1	5	0	0	0	1	0	2	1	0
<i>Puliciphora</i> sp. 2	5	0	0	0	1	0	2	0	0

Cuadro 4. Matriz de caracteres de especies de Phoridae parte 4

Especie	Ala						
	Longitud del ala	Presencia de Sc	Longitud seda en base C	Curvatura de M1	Presencia de R ₂₊₃	Longitud de Sección 1	Longitud de Sección 2
<i>Borophaga</i> sp. 1	6	1	8	1	0	8	5
<i>Diplonevra</i> sp. 1	9	0	9	0	1	9	7
Gen. 1 sp. nov. 1	5	0	?	0	1	8	3
<i>Megaselia arcticae</i>	4	0	6	?	1	5	3
<i>Megaselia rufipes</i>	6	1	8	?	1	7	3
<i>Megaselia scalaris</i>	4	1	?	0	1	5	5
<i>Megaselia sulphurizona</i>	2	0	?	?	1	3	1
<i>Megaselia</i> sp. 01	5	0	1	?	1	5	2
<i>Megaselia</i> sp. 02	3	0	?	?	1	3	2
<i>Megaselia</i> sp. 03	3	1	?	?	1	4	2
<i>Megaselia</i> sp. 04	3	1	4	?	1	3	1
<i>Megaselia</i> sp. 05	3	1	?	?	1	3	2
<i>Megaselia</i> sp. 06	2	0	?	?	1	2	1
<i>Megaselia</i> sp. 07	5	1	7	?	1	5	6
<i>Megaselia</i> sp. 08	3	1	5	?	1	4	3
<i>Megaselia</i> sp. 09	5	1	8	?	1	6	4
<i>Megaselia</i> sp. 10	5	1	2	?	1	6	3
<i>Megaselia</i> sp. 11	6	1	8	?	1	6	3
<i>Megaselia</i> sp. 12	4	1	5	?	1	5	3
<i>Megaselia</i> sp. 13	4	0	4	?	1	4	3
<i>Megaselia</i> sp. 14	2	0	4	?	1	2	2
<i>Megaselia</i> sp. 15	5	0	?	0	1	5	3
<i>Megaselia</i> sp. 16	5	1	8	0	1	6	5
<i>Megaselia</i> sp. 17	4	0	4	?	1	4	3
<i>Megaselia</i> sp. 18	5	1	4	?	1	6	3
<i>Megaselia</i> sp. 19	4	0	3	0	1	5	3
<i>Megaselia</i> sp. 20	4	1	?	0	1	4	4
<i>Megaselia</i> sp. 21	5	1	7	?	1	6	3
<i>Megaselia</i> sp. 22	5	0	8	?	1	6	3
<i>Megaselia</i> sp. 23	6	0	?	0	1	6	4
<i>Megaselia</i> sp. 24	3	0	6	0	1	4	2
<i>Phora</i> sp. 1	8	1	8	0	0	8	9
<i>Puliciphora</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Puliciphora</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5. Matriz de caracteres de especies de Phoridae parte 5

Especie	Ala					
	Longitud de Sección 3	Longitud de la costa	Longitud de seda costal	# de sedas alulares	Longitud de sedas alulares	Color del ala
<i>Borophaga</i> sp. 1	0	6	3	6	6	0
<i>Diplonevra</i> sp. 1	9	9	6	7	9	1
Gen. 1 sp. nov. 1	5	6	2	4	4	0
<i>Megaselia arcticae</i>	5	4	6	4	4	0
<i>Megaselia rufipes</i>	8	6	9	7	5	0
<i>Megaselia scalaris</i>	3	5	2	5	3	0
<i>Megaselia sulphurizona</i>	3	2	3	5	3	0
<i>Megaselia</i> sp. 01	4	4	5	4	6	0
<i>Megaselia</i> sp. 02	4	2	4	?	7	1
<i>Megaselia</i> sp. 03	4	3	1	?	?	0
<i>Megaselia</i> sp. 04	4	2	2	3	3	0
<i>Megaselia</i> sp. 05	3	3	7	5	3	0
<i>Megaselia</i> sp. 06	6	1	2	?	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 07	5	6	6	4	4	0
<i>Megaselia</i> sp. 08	8	4	7	6	4	1
<i>Megaselia</i> sp. 09	8	6	4	5	5	2
<i>Megaselia</i> sp. 10	8	5	9	6	5	1
<i>Megaselia</i> sp. 11	8	5	9	6	6	0
<i>Megaselia</i> sp. 12	5	4	8	7	4	0
<i>Megaselia</i> sp. 13	6	4	4	3	4	0
<i>Megaselia</i> sp. 14	4	2	3	3	2	0
<i>Megaselia</i> sp. 15	5	5	5	4	4	1
<i>Megaselia</i> sp. 16	6	6	9	7	6	0
<i>Megaselia</i> sp. 17	4	4	3	6	4	0
<i>Megaselia</i> sp. 18	4	5	6	4	5	0
<i>Megaselia</i> sp. 19	6	4	4	5	4	0
<i>Megaselia</i> sp. 20	4	4	3	5	3	0
<i>Megaselia</i> sp. 21	8	5	7	6	5	1
<i>Megaselia</i> sp. 22	5	5	3	7	5	0
<i>Megaselia</i> sp. 23	7	6	7	5	6	1
<i>Megaselia</i> sp. 24	4	3	1	6	3	0
<i>Phora</i> sp. 1	0	8	7	5	8	1
<i>Puliciphora</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0
<i>Puliciphora</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0

9.2 Anexo 2. Matriz de curva de acumulación de especies

Cuadro 6. Abundancia de cada especie en las trampas 1 a 19

Especies	Trampa																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Borophaga</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chonocephalus</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplonevra</i> sp. 01	0	0	0	0	0	5	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	10
<i>Megaselia arcticae</i>	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
<i>Megaselia rufipes</i>	0	3	1	0	0	2	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2	2	6	1
<i>Megaselia scalaris</i>	7	8	4	1	0	0	0	1	1	0	0	1	8	0	18	36	22	3	0
<i>Megaselia</i> sp. 01	0	0	3	3	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	18	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 05	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	7	14	6	2	7
<i>Megaselia</i> sp. 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 08	0	4	2	6	3	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	3	4	28	1
<i>Megaselia</i> sp. 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 10	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 14	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 15	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 18	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 19	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia sulphurizona</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0
<i>Phora</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Gen. 1 sp. nov. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Puliciphora</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Puliciphora</i> sp. 02	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 7. Abundancia de cada especie en las trampas 20 a 38

Especies	Trampa																		
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
<i>Borophaga</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chonocephalus</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplonevra</i> sp. 01	2	24	0	1	2	0	0	0	2	0	1	1	0	9	3	5	1	0	0
<i>Megaselia arcticae</i>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	2	8	0	0	
<i>Megaselia rufipes</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	11	2	4	0	1	5	
<i>Megaselia scalaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	9	40	8	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 01	17	2	0	0	1	1	0	0	7	0	0	0	2	1	11	4	0	2	
<i>Megaselia</i> sp. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	
<i>Megaselia</i> sp. 04	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 05	11	7	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	2	0	2	
<i>Megaselia</i> sp. 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 08	0	5	3	0	0	0	0	2	4	5	1	4	1	2	0	0	1	0	
<i>Megaselia</i> sp. 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 10	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Megaselia</i> sp. 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 12	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 19	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Megaselia</i> sp. 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Megaselia</i> sp. 28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia</i> sp. 35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaselia sulphurizona</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Phora</i> sp. 01	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Gen. 1 sp. nov. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Puliciphora</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	1	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Puliciphora</i> sp. 02	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	

Cuadro 8. Abundancia de cada especie en las trampas 39 a 57

Especies	Trampa																		
	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
<i>Borophaga</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
<i>Chonocephalus</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplonevra</i> sp. 01	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	3
<i>Megaselia arcticae</i>	0	0	0	3	3	1	0	0	0	1	2	0	0	2	3	5	0	8	0
<i>Megaselia rufipes</i>	0	0	0	0	1	0	5	0	0	2	0	1	0	10	14	12	0	0	24
<i>Megaselia scalaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	6	0	20	24	7	8	0	5
<i>Megaselia</i> sp. 01	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	13
<i>Megaselia</i> sp. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 05	0	0	0	0	0	4	1	0	0	1	1	0	0	2	5	2	0	0	5
<i>Megaselia</i> sp. 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 08	0	0	0	0	2	0	5	0	0	3	3	3	2	4	6	8	5	14	6
<i>Megaselia</i> sp. 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 10	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 11	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 19	0	1	1	1	0	0	7	0	0	3	2	0	0	0	0	2	0	1	1
<i>Megaselia</i> sp. 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 22	2	0	0	0	0	1	1	0	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 24	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
<i>Megaselia</i> sp. 28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia sulphurizona</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phora</i> sp. 01	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Gen. 1 sp. nov. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Puliciphora</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0
<i>Puliciphora</i> sp. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	23	0	0

Cuadro 9. Abundancia de cada especie en las trampas 58 a 75

Especies	Trampa																	
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
<i>Borophaga</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chonocephalus</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Diplonevra</i> sp. 01	3	2	1	2	17	0	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Megaselia arcticae</i>	0	0	0	0	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	14
<i>Megaselia rufipes</i>	18	7	2	0	1	4	4	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
<i>Megaselia scalaris</i>	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	13	6	11	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 01	7	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 05	5	2	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Megaselia</i> sp. 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 08	0	4	0	2	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	3	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 09	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 11	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 15	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 23	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 24	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 26	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 27	2	2	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 31	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Megaselia sulphurizona</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phora</i> sp. 01	20	1	6	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen. 1 sp. nov. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Puliciphora</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
<i>Puliciphora</i> sp. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0

Cuadro 10. Abundancia de cada especie en las trampas 76 a 93

Especies	Trampa																	
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
<i>Borophaga</i> sp. 01	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chonocephalus</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplonevra</i> sp. 01	20	5	5	4	0	0	15	11	3	9	45	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia arcticae</i>	2	0	2	2	0	0	0	1	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia rufipes</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia scalaris</i>	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	2	0	6	1	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 08	0	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1	11	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Megaselia</i> sp. 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 15	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 19	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Megaselia</i> sp. 34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Megaselia</i> sp. 35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megaselia sulphurizona</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phora</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gen. 1 sp. nov. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Puliciphora</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Puliciphora</i> sp. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9.3 Anexo 3. Anotaciones taxonómicas de las especies de la familia Phoridae

GÉNERO *Borophaga* (Enderlein, 1924)

El género *Borophaga* se caracteriza por tener el triángulo ocelar aplanado o elevado. No presenta sedas supranatenaes, con tres filas de sedas frontales. Tiene una proboscis corta. Sedas humerales débiles, con un par de sedas dorsocentrales. El escutelo presenta cuatro sedas, la anterior es muy corta en comparación a las demás. La mesopleura con sedas. El abdomen presenta pocas sedas en el dorso, mientras que son abundantes en la zona lateral. El hipopigio es pequeño, mientras que el tubo anal no es visible. Las tibias y fémures son gruesos, con sedas en las tibias fuertes pero cortas. La tibia anterior generalmente presenta una seda dorsal en la mitad superior y una serie de sedas pequeñas o sétulas en la mitad apical. La tibia posterior con dos sedas anterodorsales, en el tercio basal o cerca del ápice, con dos sedas dorsales, dos espuelas ventrales y una dorsal. Las alas son estrechas, la costa es la mitad de longitud del ala, no presenta ramificación de la vena 3, mientras que la vena anal no está reducida. Los halterios son de color negro (Borgmeier, 1963)

Para la región Holártica se conoce solo una especie, *B. verticalis* (Borgmeier), mientras que en México se ha reportado en el estado de Chiapas (Brown *et al.*, 2009).

***Borophaga* sp. 1**

Distribución : El Chico (**Hidalgo**) y Piedra Canteada (**Tlaxcala**).

Hábitat: Bosque de pino y bosque de táscate.

Se encuentra en los meses de Marzo a Julio.

GÉNERO *Chonocephalus* (Wandolleck, 1898)

Presentan dimorfismo sexual marcado, por un lado, las hembras son ápteras mientras que los machos son alados. Muchas especies se reproducen en frutos maduros, mientras que algunas explotan otras fuentes de fermentación de detritos o material vegetal. Los machos transportan a las hembras durante vuelos nupciales (Disney, 1994). Sin embargo, de las 42 especies conocidas, sólo se conoce ambos sexos en 14 de ellas.

***Chonocephalus* sp. 1**

Distribución : Chapultepec (**Ciudad de México**).

Hábitat: Bosque cultivado, asociado a suelo.

Características: Los terguitos son de color café. Los terguitos dos al cinco están comprimidos, mientras que el uno y seis son del mismo tamaño. Tiene una cantidad densa de sénsilas en todo el abdomen y las patas (Figura 1).

Se encuentra en el mes de Julio.

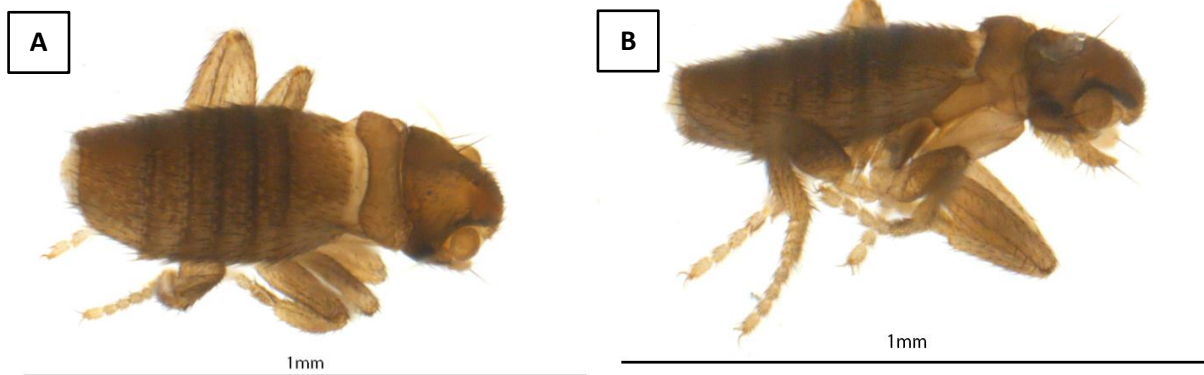


Figura 1. Hembra de *Chonocephalus* sp. 1 A) vista dorsal y B) vista lateral.

GÉNERO *Diplonevra* (Lioy, 1864)

Se caracteriza por tener dos sedas reclinadas postantenas y un arreglo 4-4-4. El tercer segmento antenal es globoso o ligeramente cónico. La proboscis de la hembra moderadamente larga, en ocasiones geniculada. El tórax presenta 2 sedas dorsocentrales. El escutelo presenta 2 a 4 sedas. El abdomen en los machos es generalmente cóncavo, los terguitos 2 y 6 son elongados; los segmentos 1-5 con sedas escasas, mientras que el segmento 6 presenta sedas. Parte dorsal de hipopigio es pequeño y el tubo anal es cilíndrico. El abdomen de las hembras tiene los terguitos 3-6 reducidos o ausentes. El término es corto con cercos pequeños. Las patas son moderadamente alargadas, con el fémur posterior ensanchado. La tibia presenta sedas, en ocasiones ausentes en las tibias posteriores. Se distribuye en todo el mundo (Borgmeier, 1963).

***Diplonevra* sp. 1**

Distribución: Chapultepec (**Ciudad de México**), Coacalco (**Estado de México**), El Chico (**Hidalgo**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**), Río Hondito (**Estado de México**) y Xochimilco (**Ciudad de México**).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, matorral desértico y pastizal cultivado.

Características: Presenta solo los terguitos uno, dos y tres, con una coloración café oscuro. El segundo es de mayor tamaño que el resto de los demás y tiene forma ovalada. Los halterios son de un color claro en comparación al tórax (Figura 2).

Se encuentra de octubre a julio.

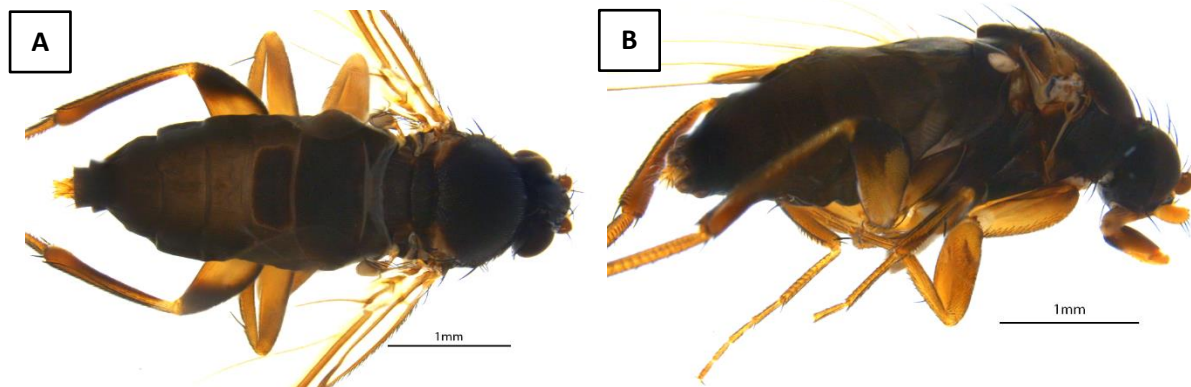


Figura 2. Hembra de *Diplonevra* sp. 1 A) vista dorsal y B) vista lateral.

GENERO *Megaselia* (Rondani, 1856)

El género *Megaselia* es el grupo más diverso de la familia Phoridae, ya que posee más de la mitad de las especies de esta familia (García-Romera & Barrientos, 2014). Presenta una gran variedad de hábitos alimenticios, ya que puede alimentarse de hongos, plantas en descomposición, partes florales, necrófagas, coprófagas, depredadoras de huevos de Araneida (Disney, 1994; Quesada-Béjar *et al.*, 2017). Esto permite que sea también el grupo más diverso y abundante que se encuentra en cadáveres (Boehme *et al.*, 2010).

Se caracteriza porque el tarsómero 1 de las patas anteriores, está engrosado; el lóbulo de la base del ala está esclerotizado en comparación a otros géneros; el epandrio no presenta setas; anapisterno pequeño. En el caso de las hembras, el segmento siete del abdomen está reducido. La frente presenta uno o dos pares de sedas supra antenales, usualmente más cortas en comparación a las sedas presentes en la parte frontal. El primer flagelómero es redondo u oval y la arista puede estar en posición variable. La probóscide es corta, delgada, poco esclerosada y retráctil (Disney, 1994). Pese a esto, es necesario sustentar estas especies morfológicas con información molecular, ya que no hay claridad dentro del género *Megaselia* e incluso en la familia Phoridae, por lo que probablemente hay especies crípticas (Cook *et al.*, 2004). Este género se localiza en altitudes altas. Incluye seis especies reportadas para América Central. Son necrófilos y parásitos de lombrices (Brown *et al.*, 2009).

La importancia de *M. scalaris* ha permitido conocer gran parte de su ciclo de vida, pero es desconocido en la mayoría de las especies de la familia. Los huevos son ovalados, en la región de plastrón presenta tubérculos adhesivos y estos varían dependiendo del lugar de desarrollo. La puesta de huevos es en lotes, que pueden ir de uno a 100 huevecillos por puesta, y cada puesta puede ser consecutiva por parte de las hembras. El desarrollo es sincronizado y eclosionan en promedio a los 15 días de la puesta, pero destaca *M. halterata* que eclosiona de 1-3 días (Disney, 1994). El éxito reproductivo de *M. scalaris* en particular, se debe a su capacidad de alimentarse en etapa larvaria, ya que puede ser depredadora, parásita o parasitoide facultativa, mientras que en etapa adulta es necrófaga o herbívora (Disney, 1994; Albores-Ortiz y Sosa, 2006; Disney, 2008). Se relaciona con el género *Plastophora*.

***Megaselia arcticae* (Disney, 2004)**

Distribución: Chapultepec (**CDMX**), Coacalco (Estado de México), El Chico (**Hidalgo**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**), Río Hondito (**Estado de México**) y Xochimilco (**CDMX**).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, matorral desértico y pastizal cultivado.

Características: Los terguitos son de color café o café claro. Presenta los seis terguitos, los cuales tienen forma rectangular, con excepción del sexto, que es una forma de herradura. Tiene separaciones entre los terguitos del mismo color de la región ventral del abdomen. El arreglo es similar al que presenta *Megaselia* sp. 1, con la diferencia que aquí se encuentran bandas verticales color negro en la parte lateral del abdomen. Los halterios son de color claro en comparación del tórax.

Se encuentra durante los meses de octubre a julio

***Megaselia rufipes* (Meigen, 1804)**

Distribución: Chapultepec (**CDMX**), Coacalco (**Estado de México**), El Chico (**Hidalgo**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**), Río Hondito (**Estado de México**) y Tizayuca (**Hidalgo**)

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, matorral crasicaule, pastizal cultivado

Está presente durante los meses de octubre a julio.

***Megaselia scalaris* (Loew, 1866)**

Distribución: Chapultepec (**CDMX**), Coacalco (**Estado de México**), El Chico (**Hidalgo**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**), Tizayuca (**Hidalgo**) y Xochimilco (**CDMX**).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, matorral desértico, matorral crasicaule y pastizal cultivado.

Características: Los terguitos uno, dos y tres tienen forma rectangular. Son de color café. En algunos casos puede presentar una banda de color café oscuro, en la parte posterior de los terguitos. Se caracterizan por presentar una banda de color café claro, el cual varía de grosor. Tiene bandas verticales de color negro en la parte lateral del abdomen. Los halterios son del mismo color que el tórax.

Se encuentra durante los meses de octubre a julio.

***Megaselia sulphurizona* (Borgmeier, 1966)**

Distribución: Chapultepec (CDMX), El Chico (Hidalgo) y Xochimilco (CDMX).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de táscate y matorral desértico.

Características: Los terguitos son de color café oscuro. Tienen forma rectangular, solo el sexto terguito es de forma triangular. Presenta una separación entre los segmentos dos y tres, de color blanquecino. Los halterios son del mismo color que el tórax (Figura 3).

Se encuentra en noviembre a marzo.

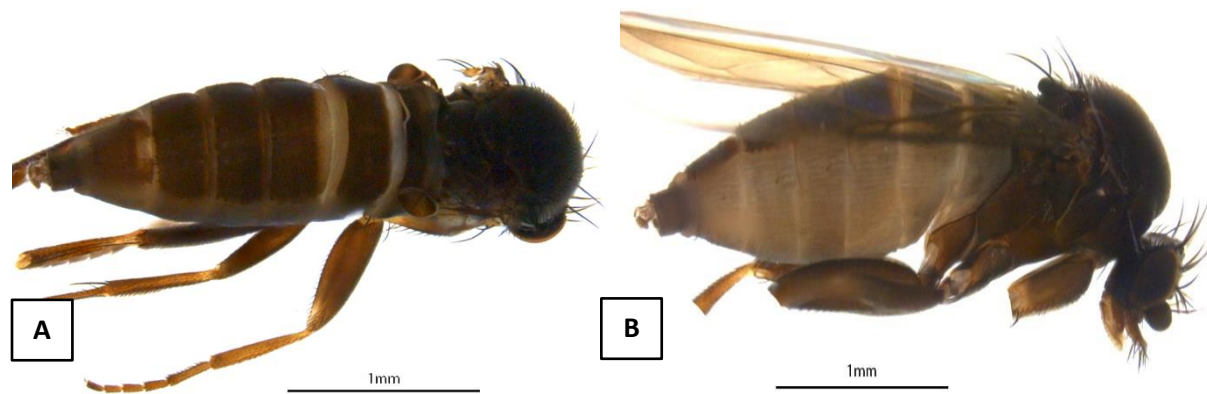


Figura 3. Hembra de *Megaselia sulphurizona* A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 1**

Distribución: Chapultepec (CDMX), El Chico (Hidalgo), Piedra Canteada (Tlaxcala), Río Hondito (Estado de México) y Tizayuca (Hidalgo).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate y matorral crasicaule.

Características: Los terguitos son de color café o café claro. Presenta los seis terguitos, los cuales tienen forma rectangular, con excepción del sexto, que es una forma de herradura. Tiene separaciones marcadas entre los terguitos del mismo color de la región ventral del abdomen. Los halterios son de color claro en comparación del tórax (Figura 4).

Se encuentra de octubre a julio.

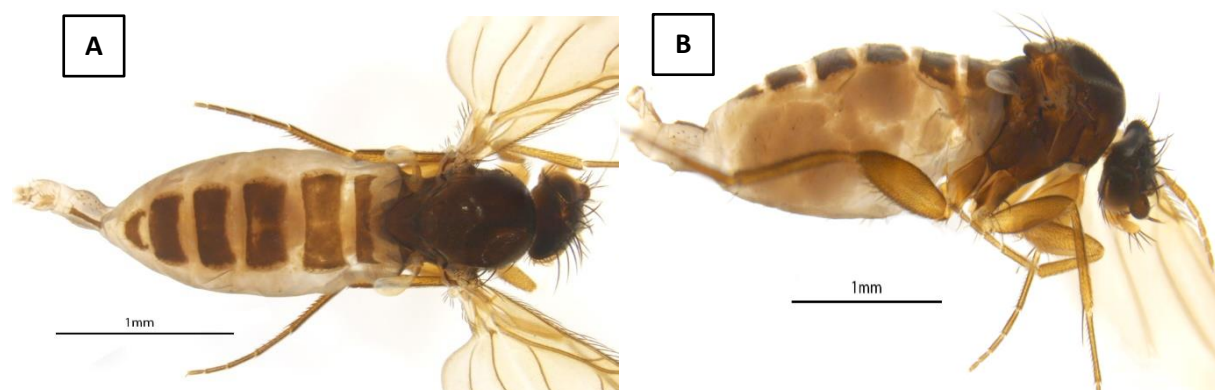


Figura 4. Hembra de *Megaselia* sp. 01 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 2**

Distribución: Chapultepec (CDMX).

Hábitat: Bosque cultivado.

Características: Los terguitos son de color café o café claro. Presenta los seis terguitos, los cuales tienen forma rectangular, con excepción del sexto, que es una forma de herradura. Tiene separaciones marcadas entre los terguitos del mismo color de la región ventral del abdomen. Se diferencia de *Megaselia* sp. 1 ya que la cobertura de sedas en la tibia media es de un cuarto de su longitud y tiene una longitud menor de la seda basal del ala. Los halterios son de color claro en comparación del tórax.

Se encuentra en febrero y marzo. Se recolectó solo un ejemplar.

***Megaselia* sp. 3**

Distribución: Chapultepec (**CDMX**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**) y Tizayuca (**Hidalgo**).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino y matorral crasicaule.

Características: Presenta los terguitos uno y dos desarrollados, de color café. El segundo segmento tiene forma de trapecio y es más ancho que el primer terguito. El tercer terguito puede estar ausente o solo presentar una parte desarrollada en la zona anterior del segmento abdominal, con una forma irregular. Los halterios son de un color similar al color del tórax.

Se encuentra de diciembre a julio.

Megaselia sp. 4

Distribución: Chapultepec (**CDMX**) y Piedra Canteada (**Tlaxcala**).

Hábitat: Bosque cultivado y bosque de pino.

Características: Terguitos en forma rectangular, son de color café. Se distingue porque en los terguitos dos, tres y cuatro presenta una banda de color blanquecino, la cual es de mayor tamaño en el terguito tres. Los halterios son de color claro en comparación al tórax.

Se encuentra de diciembre a febrero.

Megaselia sp. 5

Distribución: Chapultepec (CDMX), Coacalco (Estado de México), El Chico (Hidalgo), Piedra Canteada (Tlaxcala) y Tizayuca (Hidalgo).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, matorral crasicuale y pastizal cultivado.

Características: Las placas dorsales son de un color café oscuro, son rectangulares y van en orden decreciente hacia la parte posterior (Figura 5). Los halterios son del mismo color que el tórax. Tienen similitud con *M.* sp. 08 y *M. sulphurizona*.

Se encuentra de noviembre a julio.

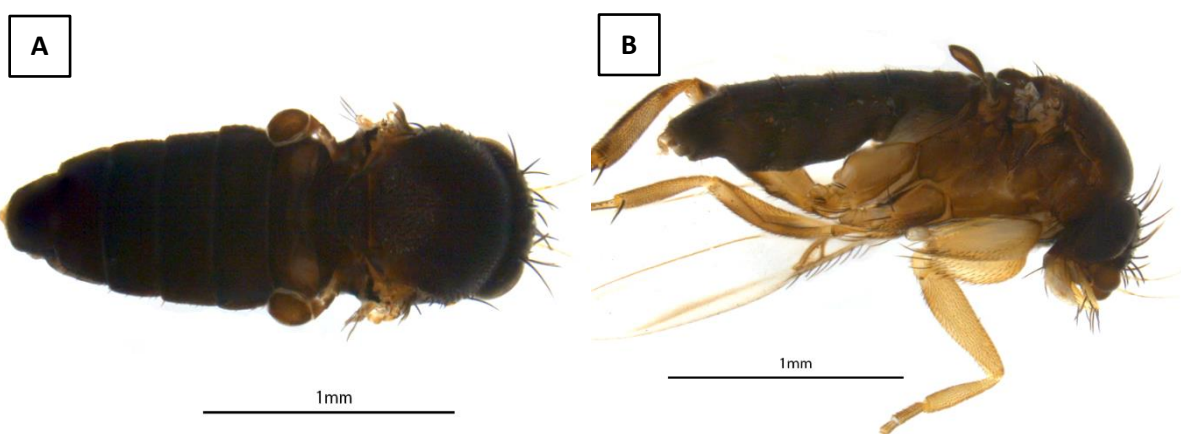


Figura 5. Hembra de *Megaselia* sp. 05 A) vista dorsal y B) vista lateral.

Megaselia sp. 6

Distribución: Chapultepec (CDMX) y Coacalco (Estado de México).

Hábitat: Bosque cultivado y pastizal cultivado.

Características: Los terguitos son de color café o café claro. Presenta los seis terguitos, los cuales tienen forma rectangular, con excepción del sexto, que es una forma de herradura. Tiene separaciones marcadas entre los terguitos del mismo color de la región ventral del abdomen. Se diferencia de *M.* sp. 1 y 2, ya que la longitud de las sedas palizadas es cerca de la mitad de la longitud de la tibia media y la seda basal del ala es muy pequeña en comparación a las otras dos especies (Cuadro 5). Los halterios son de color claro en comparación del tórax.

Se encuentra en los meses de febrero y marzo.

Megaselia sp. 7

Distribución: Chapultepec (CDMX), Coacalco (Estado de México) y Piedra Canteada (Tlaxcala).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino y pastizal cultivado.

Características: Los terguitos son de color café. El segundo terguito es de mayor tamaño que el resto y presenta cinco pares de sedas a los lados, mientras que el tercero, cuarto y quinto son de forma cuadrangular del mismo tamaño. Los halterios son de color claro en comparación al tórax.

Se encuentra de diciembre a marzo.

Megaselia sp. 8

Distribución: Chapultepec (CDMX), Coacalco (Estado de México), El Chico (Hidalgo), Piedra Canteada (Tlaxcala), Río Hondito (Estado de México), Tizayuca (Hidalgo) y Xochimilco (CDMX).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, matorral crasicaule y pastizal cultivado.

Características: Las placas dorsales son rectangulares, van en orden descendente hacia posterior, son de un color café amarillento (Figura 6). Los halterios son de un color más claro que el tórax. Tiene similitud con *M. sp. 05* y *M. sulphurizona*.

Se encuentre entre los meses de octubre a julio.

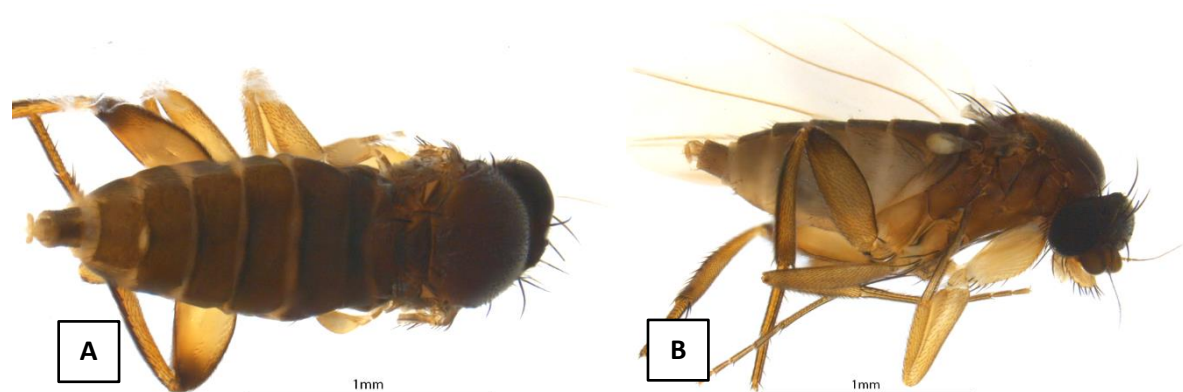


Figura 6. Hembra de *Megaselia* sp. 08 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 9**

Distribución: Chapultepec (CDMX) y Coacalco (Estado de México).

Hábitat: Bosque cultivado y pastizal cultivado.

Características: La segunda placa dorsal tiene forma de trapecio invertido, mientras que en el tercer segmento abdominal puede presentar esclerotización en un par de líneas paralelas o estas pueden estar ausentes. Desde el segmento tres hasta el segmento seis, presenta un par de hileras de sedas paralelas. El abdomen es de color blanquecino (Figura 7). El color de los halterios es similar al color del tórax.

Se encuentre entre los meses de diciembre a julio.

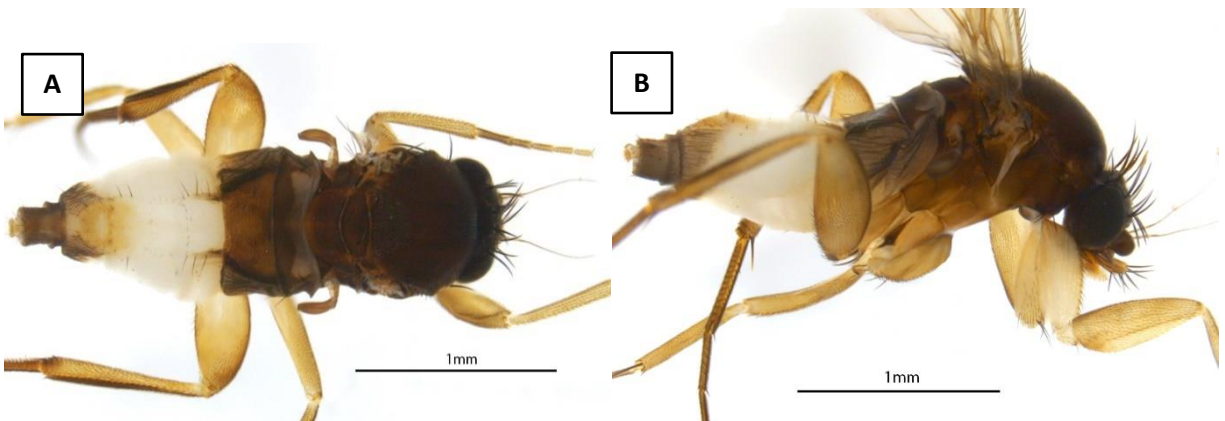


Figura 7. Hembra de *Megaselia* sp. 09 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 10**

Distribución: Chapultepec (CDMX), Coacalco (Estado de México), El Chico (Hidalgo), Piedra Canteada (Tlaxcala) y Tizayuca (Hidalgo).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, matorral crasicaule y pastizal cultivado.

Características: Los segmentos dorsales del abdomen tienen un color café claro, en forma rectangular. Los segmentos tres a cinco, son casi del mismo tamaño (Figura 8). El color de los halterios es más claro que el del tórax.

Se encuentra en los meses de noviembre a julio.

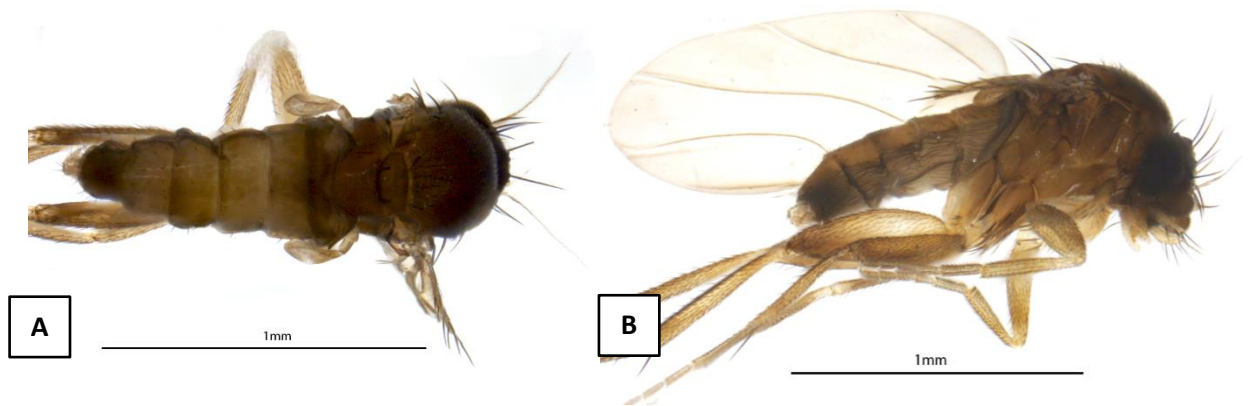


Figura 8. Hembra de *Megaselia* sp. 10 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 11**

Distribución: El Chico (**Hidalgo**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**) y Río Hondito (**Estado de México**)

Hábitat: Bosque de pino y bosque de táscate.

Características: Las placas dorsales son de color café oscuro y son de forma rectangular. Los terguitos de los segmentos dos a cinco son casi del mismo tamaño y el sexto tiene una forma alargada lateralmente. Presenta una mancha de color café claro en el terguito número tres y en algunas ocasiones una segunda mancha de menor intensidad y tamaño en el terguito cuatro (Figura 9). El halterio es de color más claro que el del tórax.

Se encuentra en los meses de marzo a julio.

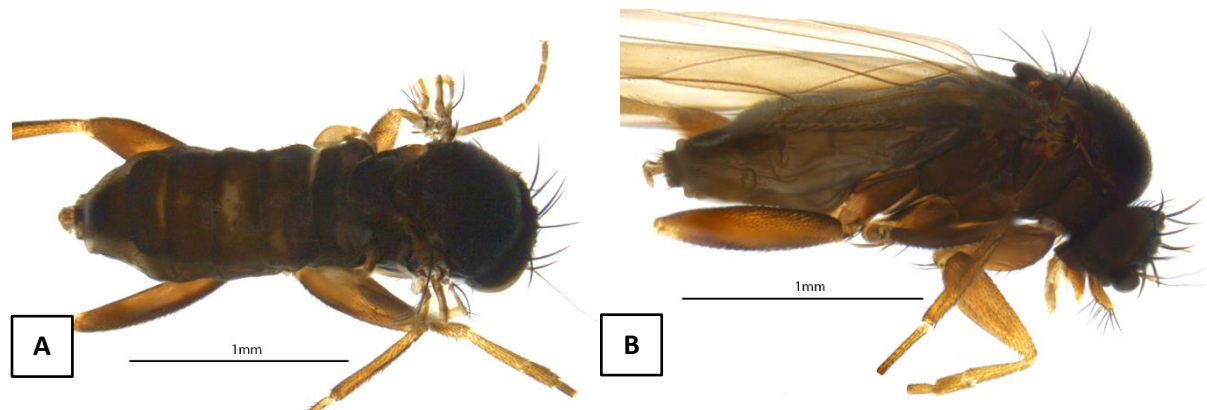


Figura 9. Hembra de *Megaselia* sp. 11 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 12**

Distribución: Piedra Canteada (**Tlaxcala**) y Río hondito (**Estado de México**).

Hábitat: Bosque de pino.

Características: Los terguitos son de color café oscuro y son del mismo tamaño. Presenta una separación entre segmentos entre los terguitos cinco y seis, de color blanquecino (Figura 10). En posición natural, el abdomen tiende a doblarse notoriamente en comparación a otras especies. El color de los halterios es ligeramente más oscuro que el color del tórax

Se encuentra entre los meses de octubre a febrero.

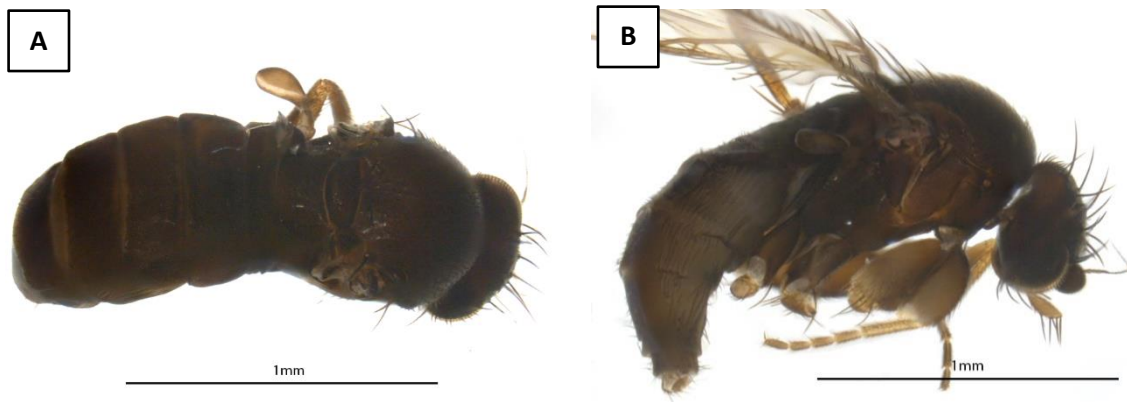


Figura 10. Hembra de *Megaselia* sp. 12 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 13**

Distribución: Piedra Canteada (**Tlaxcala**).

Hábitat: Bosque de pino.

Características: Los terguitos son de forma rectangular, de color café oscuro y están en orden descendente hacia posterior. El color de los halterios es más claro que el del tórax.

Se encuentra en los meses de noviembre a diciembre.

***Megaselia* sp. 14**

Distribución: Chapultepec (CDMX) y Piedra Canteada (Tlaxcala).

Hábitat: Bosque cultivado y bosque de pino.

Características: Los terguitos son de color café o café claro. Presenta los seis terguitos, los cuales tienen forma rectangular, con excepción del sexto, que tiene una forma de herradura. Tiene separaciones marcadas entre los terguitos del mismo color de la región ventral del abdomen. Se diferencia entre *M. sp. 2* y *6* ya que el porcentaje de cobertura de sedas palizadas de la tibia media, y la longitud de seda basal son de tamaños intermedios entre estas dos especies. Estas diferencias se sustentan con datos moleculares. Los halterios son de color claro en comparación del tórax. Se encuentra entre los meses de noviembre a diciembre.

***Megaselia* sp. 15**

Distribución: Chapultepec (CDMX) y Piedra Canteada (Tlaxcala).

Hábitat: Bosque cultivado y bosque de pino.

Características: Los terguitos dos y tres son de forma rectangular, mientras que el cuatro y cinco son trapezoides. La coloración es un amarillo claro, con patrones de colores negros hacia los bordes anteriores, posteriores y laterales, en particular en los terguitos dos y tres. También presentan una coloración triangular en la zona media de cada terguito, que es de un color amarillento claro. El color del halterio es similar al color del tórax (Figura 11). Tiene similitudes con las hembras de *M. scalaris*, con la diferencia de la cantidad de pigmentos oscuros y patrones de manchas amarillentas en los terguitos.

Se encuentra en los meses de noviembre, diciembre y de marzo a julio.

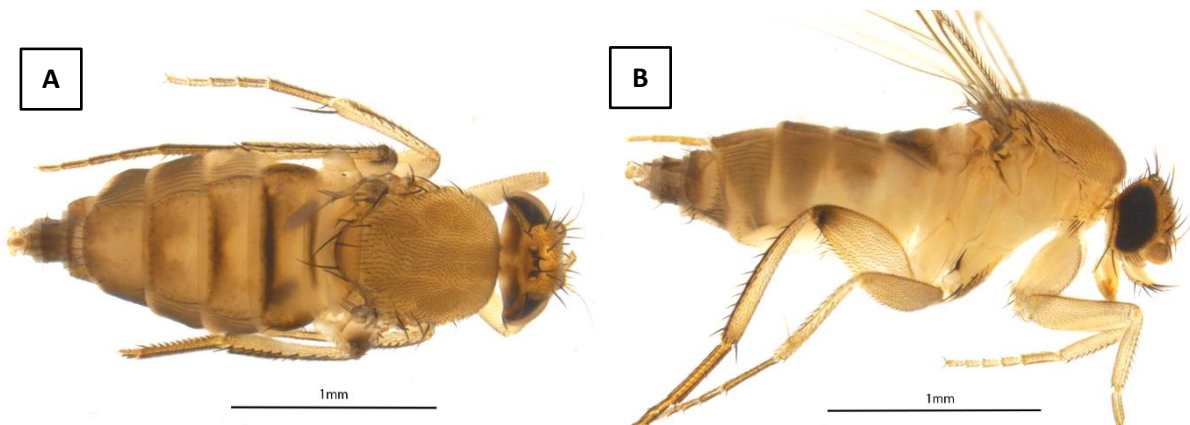


Figura 11. Hembra de *Megaselia* sp. 15 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 16**

Distribución: Chapultepec (CDMX) y Coacalco (Estado de México).

Hábitat: Bosque cultivado y pastizal cultivado.

Características: Los terguitos son de forma rectangular, con orden descendente hacia posterior. Son de color café, pero en el terguito dos, puede presentar patrones laterales de una café claro, además de tener una separación notoria con el terguito tres (Figura 12). Los halterios son de un color ligeramente más claro que el tórax.

Se encuentra entre los meses de febrero a julio.

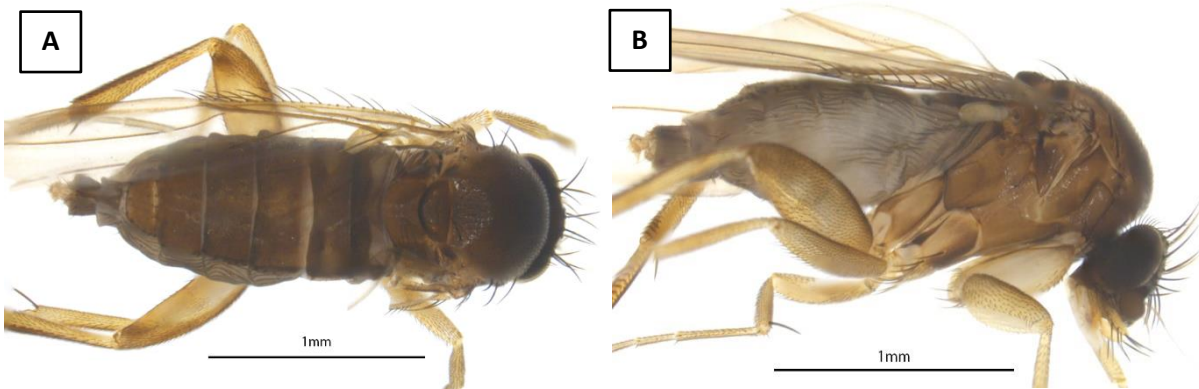


Figura 12. Hembra de *Megaselia* sp. 16 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 17**

Distribución: Chapultepec (CDMX) y Piedra Canteada (Tlaxcala).

Hábitat: Bosque cultivado y bosque de pino.

Características: Los terguitos son de un color café oscuro intenso, son de forma rectangular descendente hacia posterior (Figura 13). Están en un orden descendente hacia posterior. Los halterios son de color claro en comparación con el tórax.

Se encuentra en los meses de marzo a julio.

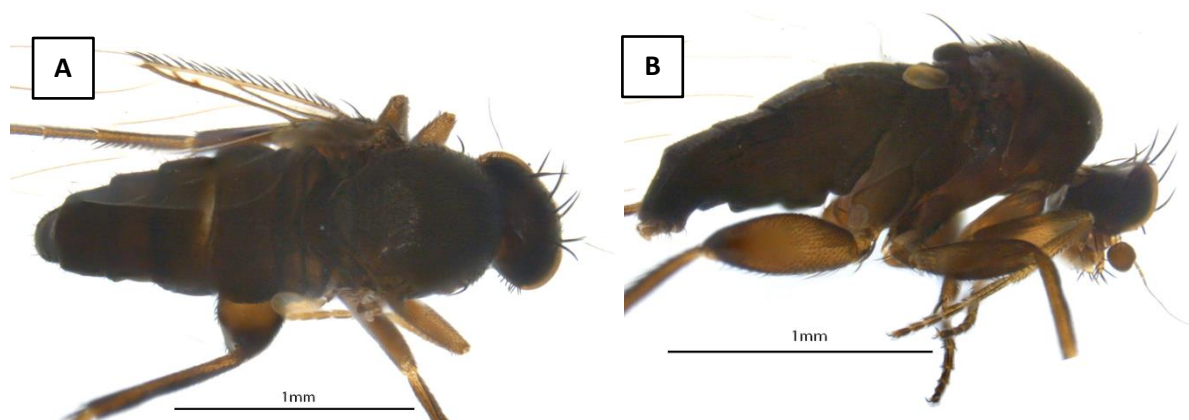


Figura 13. Hembra de *Megaselia* sp. 17 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 18**

Distribución: Chapultepec (CDMX) y Piedra Canteada (Tlaxcala).

Hábitat: Bosque cultivado y bosque de pino.

Características: Los terguitos son de forma rectangular. Tienen separaciones notorias entre cada segmento abdominal, los cuales son de color blanquecino. A partir del segmento tres, el abdomen comienza a doblarse hacia la región ventral. Todos los terguitos son del mismo tamaño, con excepción del sexto, donde se hace más angosto. Presenta un bandeo negro vertical en la zona lateral del abdomen. Los halterios son de color claro en comparación del tórax.

Se encuentra en los meses de noviembre, diciembre y marzo a julio.

Megaselia sp. 19

Distribución: Chapultepec (**CDMX**), Coacalco (**Estado de México**), El Chico (**Hidalgo**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**) y Río Hondito (**Estado de México**).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, y pastizal cultivado.

Características: Los terguitos son de forma rectangular y van en orden decreciente hacia posterior. Presenta una coloración café, con un patrón de bandeo de café oscuro en la región posterior del terguito. Los halterios son de color claro en comparación del tórax.

Se encuentra entre los meses de noviembre a julio.

Megaselia sp. 20

Distribución: Chapultepec (**CDMX**).

Hábitat: Bosque cultivado.

Características: Los terguitos son de color café. El segundo tiene forma rectangular, el tercero está ausente o solo se encuentra en forma de un círculo pequeño, el cuarto con una forma semicircular con una división de esta misma en la zona anterior, el resto son cuadrados. Los halterios son del mismo color que el tórax.

Se encuentra en los meses de diciembre a febrero.

***Megaselia* sp. 21**

Distribución: El Chico (**Hidalgo**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**) y Xochimilco (**CDMX**).

Hábitat: Bosque de pino, bosque de táscate y matorral desértico.

Características: Los terguitos son de color café amarillento, el uno y dos son del mismo tamaño, el tercer terguito presenta una constricción lateral, mientras que el cuarto tiene forma de trapecio, el quinto es de forma rectangular y el sexto tiene forma de media luna. El terguito dos presenta una mancha ovalada de un color blanquecino, mientras que el tercer terguito tiene una línea en el centro de color blanquecino (Figura 14). El color del halterio es más claro que el color del tórax.

Se encuentra en los meses de diciembre y marzo a julio.

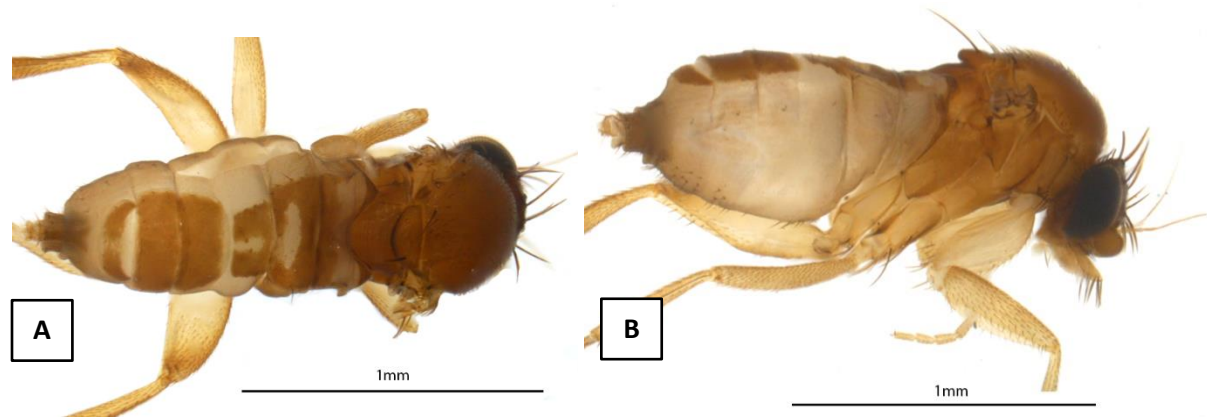


Figura 14. Hembra de *Megaselia* sp. 21 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 22**

Distribución: Chapultepec (CDMX), Coacalco (**Estado de México**), El Chico (**Hidalgo**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**) y Tizayuca (**Hidalgo**).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, matorral crasicaule y pastizal cultivado.

Características: Los terguitos son de color café oscuro. El segundo tiene forma de trapecio y es el más ancho, el resto tienen forma cuadrada y forman una línea clara. Los halterios son de color claro en comparación al tórax.

Se encuentra en los meses de febrero a julio.

***Megaselia* sp. 23**

Distribución: El Chico (**Hidalgo**)

Hábitat: Bosque de táscate.

Características: Los terguitos presentan una mezcla de colores café, café amarillento y blanquecinos. Los terguitos uno y dos son de forma rectangular, mientras que el resto son trapezoides. Tienen un orden descendente marcado hacia la parte posterior. Tiene una gran cantidad de sedas en las zonas laterales en el segmento seis del abdomen y el tubo anal (Figura 15). Los halterios son de color claro en comparación con el tórax.

Se encuentra en los meses de febrero a julio.

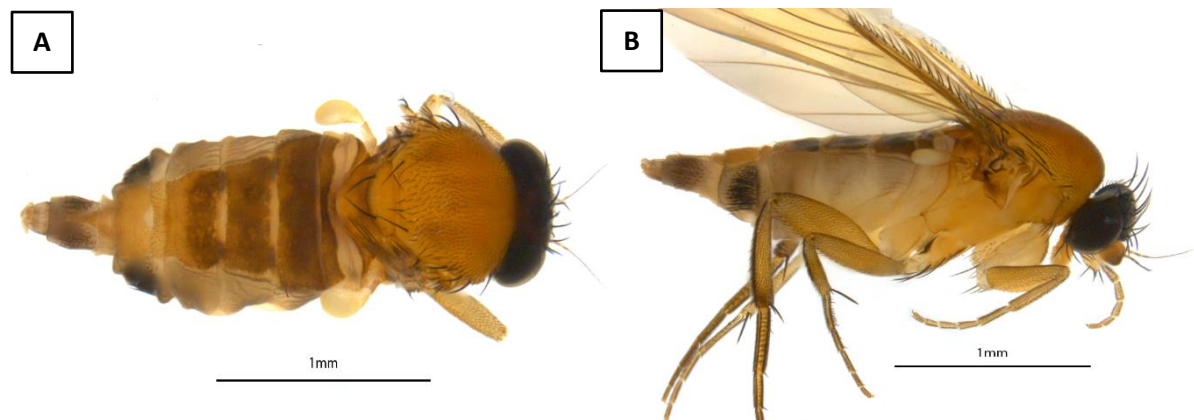


Figura 15. Hembra de *Megaselia* sp. 23 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 24**

Distribución: Chapultepec (CDMX), El Chico (Hidalgo) y Piedra Canteada (Tlaxcala).

Hábitat: Bosque cultivado y bosque de táscate.

Características: Los terguitos son de color café oscuro, con forma rectangular. Presentan separaciones notorias en las divisiones de cada segmento, entre los terguitos del uno al cuatro. Tienen un orden descendente hacia la parte posterior (Figura 16). Los halterios son de un color claro en comparación con el color del tórax.

Se encuentra en los meses de noviembre y de febrero a julio.

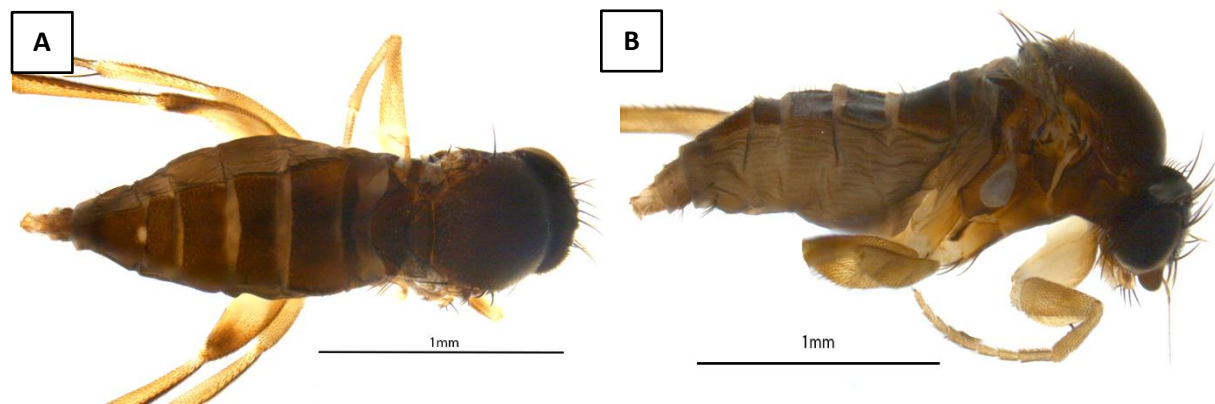


Figura 16. Hembra de *Megaselia* sp. 24 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 25**

Distribución: Chapultepec (CDMX), El Chico (Hidalgo), Río Hondito (Estado de México) y Xochimilco (CDMX).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate y matorral desértico.

Características: Los terguitos son de color café, de forma rectangular, con excepción del sexto, el cual es de forma triangular. Presenta separaciones entre segmentos en cada uno de ellos. El terguito tres tiene una mancha ovalada de color blanquecino, lo que comparten con *Megaselia* sp. 11 (Figura 17). El color del halterio es más claro que el color del tórax.

Se encuentran en los meses de noviembre a julio.



Figura 17. Hembra de *Megaselia* sp. 25 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 26**

Distribución: Piedra Canteada (**Tlaxcala**).

Hábitat: Bosque de pino.

Características: Los terguitos son de color café claro. Los terguitos tienen formas irregulares, en el que destacan el tres y cuatro, que parecen estar fusionados en la zona media; sin embargo se mantienen los límites de cada segmento, el tercero tiene una forma rectangular, mientras que el cuarto una forma de rombo (Figura 18). El color de los halterios es más claro que el tórax.

Se encuentra en los meses de febrero a julio.

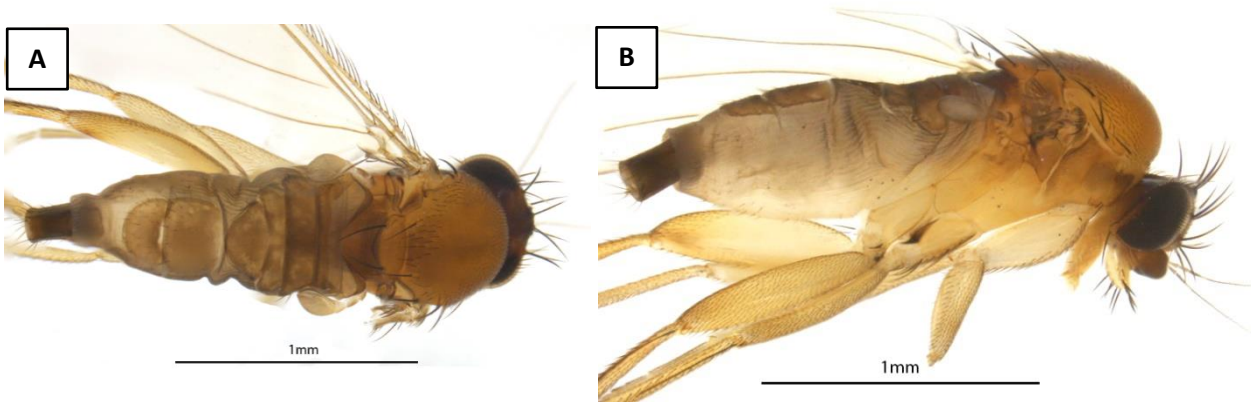


Figura 18. Hembra de *Megaselia* sp. 26 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 27**

Distribución: Chapultepec (CDMX), Coacalco (Estado de México), El Chico (Hidalgo), Piedra Canteada (Tlaxcala), Río Hondito (Estado de México) y Tizayuca (Hidalgo).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate, pastizal cultivado y pastizal crasicaule.

Características: Los halterios son de color café. El terguito dos es de mayor tamaño que el primero y son de forma rectangular, al igual que el quinto terguito. Los terguitos tres y cuatro son casi del mismo tamaño y tienen forma de trapecio (Figura 19). A diferencia de los demás, destaca que los segmentos tres y cuatro son más largos que el resto, mientras que el terguito cinco está comprimido.

Se encuentra en los meses de diciembre a julio.

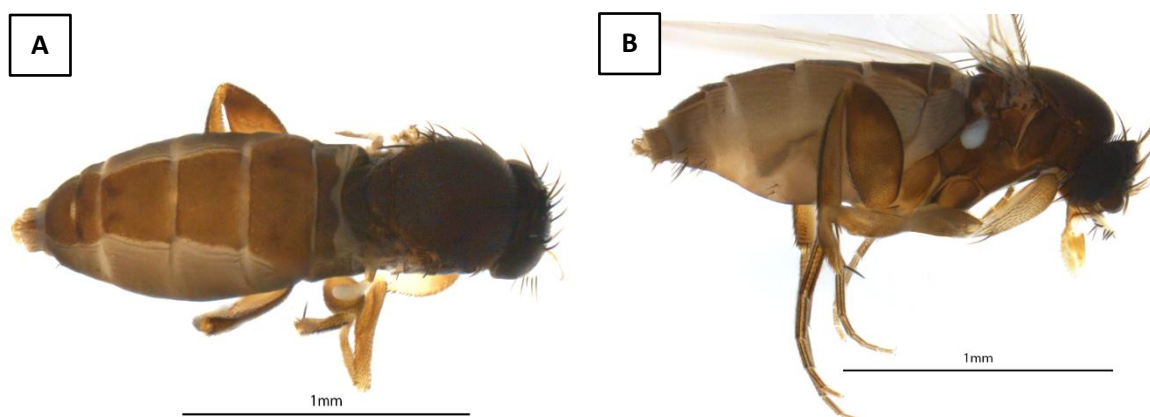


Figura 19. Hembra de *Megaselia* sp. 27 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 28**

Distribución: Piedra Canteada (Tlaxcala).

Hábitat: Bosque de pino.

Características: Los terguitos son de color café oscuro intenso, casi negro. En vista dorsal, tienen un arreglo en elipse; es decir, que los terguitos dos tres y cuatro son casi del mismo tamaño, mientras que hay un orden descendente a partir del quinto terguito. Los halterios son de un color más claro en comparación del tórax.

Se encuentra en los meses de diciembre a febrero y en julio.

***Megaselia* sp. 29**

Distribución: Piedra Canteada (**Tlaxcala**).

Hábitat: Bosque de pino.

Características: Los terguitos son de color café oscuro y de forma rectangular, con excepción del sexto que es triangular. Presenta separaciones entre cada segmento que son de color blanquecino. Tiene un patrón de bandas verticales de color negro en la región lateral del abdomen. Los halterios son del mismo color que el tórax.

Se encuentra en los meses de diciembre a febrero y en julio.

***Megaselia* sp. 30**

Distribución: Chapultepec (**CDMX**).

Hábitat: Bosque cultivado.

Características: El color de los terguitos es café oscuro intenso, al igual que el resto del cuerpo, el cual se torna de color negro en las zonas posteriores de cada terguito. El terguito tres es el más ancho, lo que da una forma romboidal al arreglo de los terguitos (Figura 20). El color del halterio es similar que el color del tórax.

Se encuentran entre los meses de diciembre a febrero.

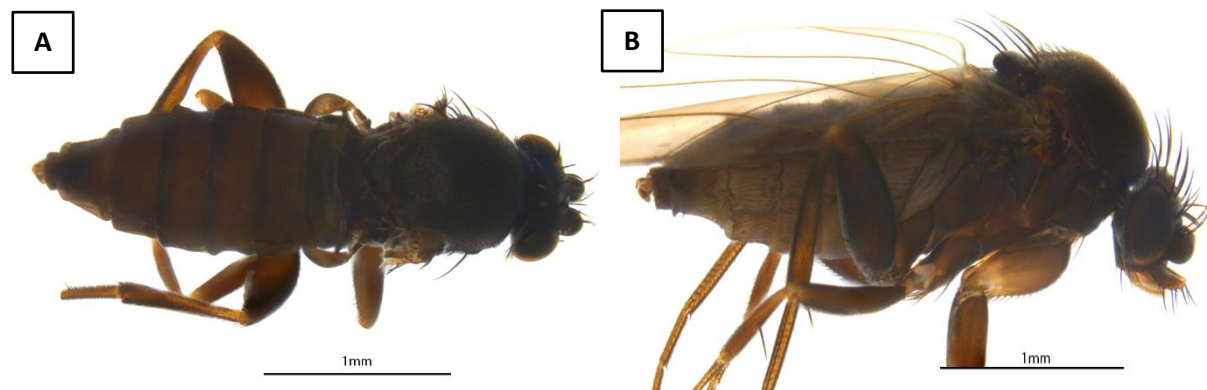


Figura 20. Hembra de *Megaselia* sp. 30 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 31**

Distribución: Piedra Canteada (**Tlaxcala**).

Hábitat: Bosque de pino.

Características: El color de los terguitos es café oscuro. Son rectangulares en orden descendente hacia la parte posterior. El terguito cinco es más largo que el resto, además presenta una separación con el cuarto segmento, lo que hace un doblez en el abdomen que se nota en vista lateral (Figura 21). Los halterios son de un color similar al del tórax.

Se encuentra entre los meses de marzo a julio.

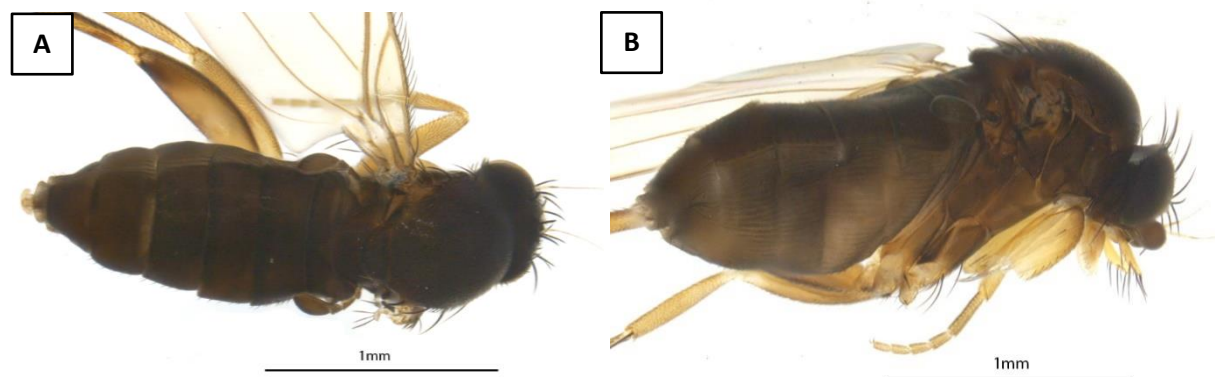


Figura 21. Hembra de *Megaselia* sp. 31 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 32**

Distribución: El Chico (**Hidalgo**), Río Hondito (**Estado de México**) y Xochimilco (**CDMX**).

Hábitat: Bosque de pino, bosque de táscate y matorral desértico.

Características: Los terguitos son de un color café amarillento. Son rectangulares con orden descendente hacia posterior. Las sénsilas están presentes de manera irregular en todos los terguitos y son de un grosor mayor en comparación al resto de las especies (Figura 22). Los halterios son más claros que el color del tórax.

Se encuentra en los meses de marzo a julio.

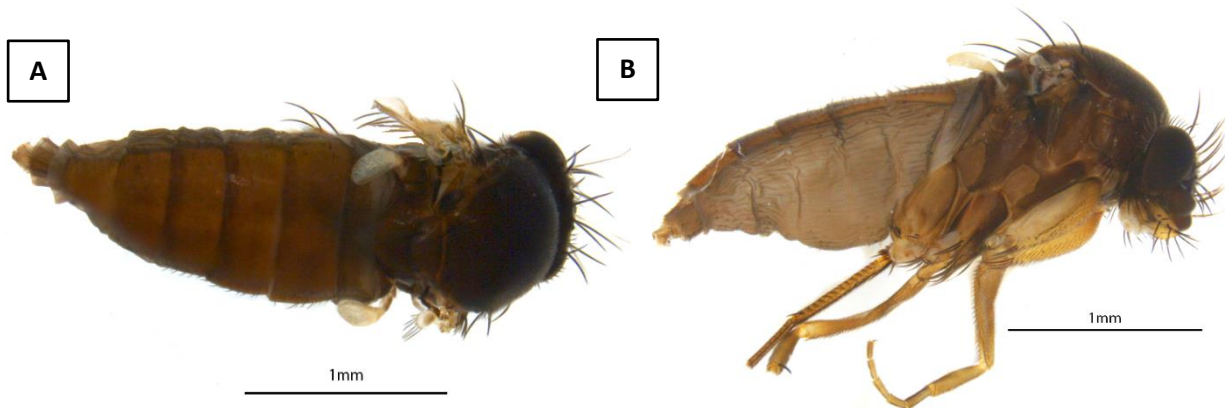


Figura 22. Hembra de *Megaselia* sp. 32 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 33**

Distribución: Coacalco (**Estado de México**) y Xochimilco (**CDMX**).

Hábitat: Matorral desértico y pastizal cultivado.

Características: El color de los terguitos es café, con separaciones entre los segmentos tres, cuatro y cinco, los cuales son de un color café claro. Esto ocasiona que se note una protuberancia en el abdomen apreciado mejor en vista lateral (Figura 23). Los halterios son de un color más claro que el tórax.

Se encuentra entre los meses de marzo a julio.



Figura 23. Hembra de *Megaselia* sp. 33 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 34**

Distribución: Coacalco (**Estado de México**).

Hábitat: Pastizal cultivado.

Características: Los terguitos son de color café oscuro. Solo se presentan los terguitos uno y dos, los cuales están comprimidos (Figura 24). Los halterios son de color claro en comparación al tórax.

Se encuentra en el mes de julio.

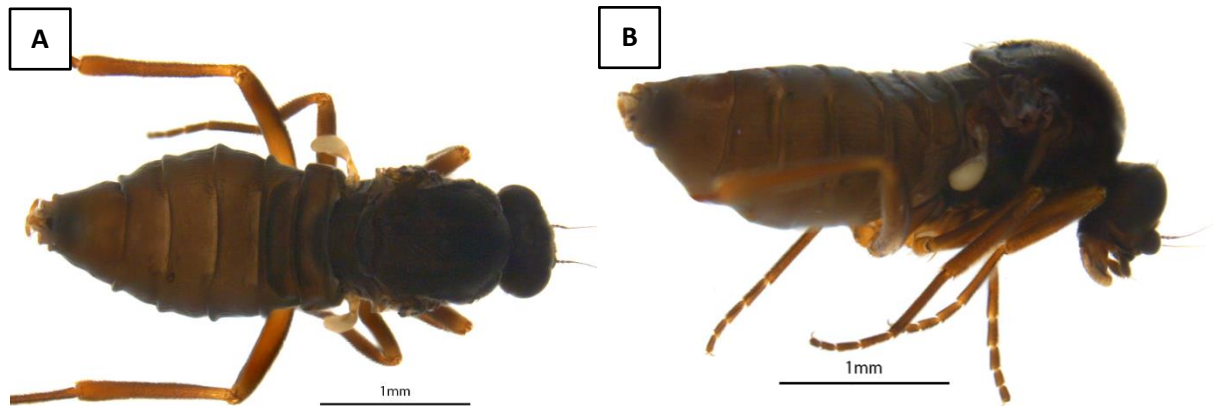


Figura 24. Hembra de *Megaselia* sp. 34 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Megaselia* sp. 35**

Distribución: Río Hondito (**Estado de México**).

Hábitat: Bosque de pino.

Características: El tórax presenta tres bandas de color negro. Presenta solo los tergitos uno y dos, que son de forma rectangular y el segundo está reducido (Figura 25). Los halterios son de color claro en comparación al tórax.

Se encuentra en los meses entre marzo y julio.

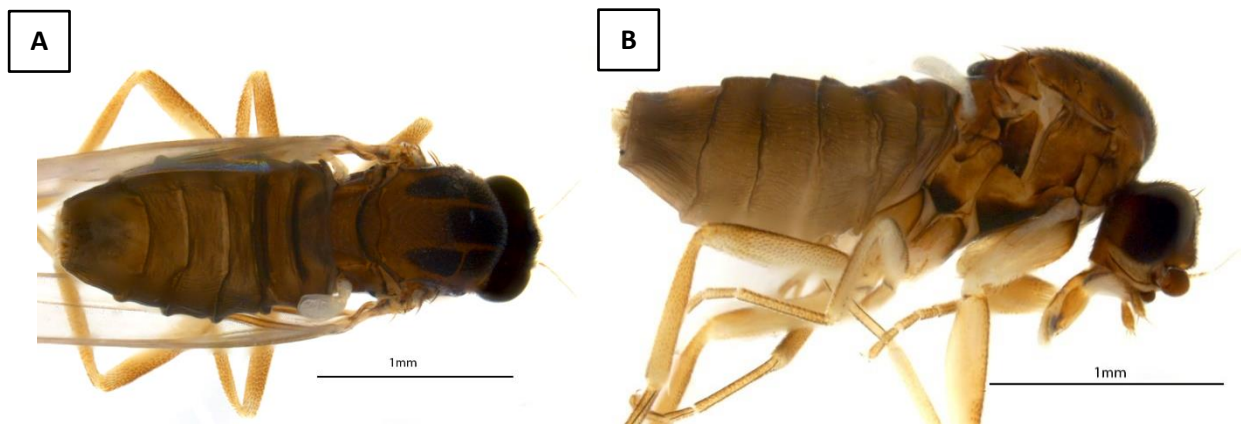


Figura 25. Hembra de *Megaselia* sp. 35 A) vista dorsal y B) vista lateral.

Género 1 sp. nov. 1

Distribución: Coacalco (**Estado de México**) y Piedra Canteada (**Tlaxcala**).

Hábitat: Bosque de pino y pastizal cultivado.

Características: Es de color café oscuro, los halterios son de un color similar al tórax. Las patas son de color amarillento, el cual es constante en todos los segmentos, con excepción de la coxa, la cual es un poco más oscura. Las patas medias presentan un par de espinas en la región proximal de la tibia. Tiene desarrollado solo los tres terguitos iniciales. En las hembras, el terguito dos es de mayor tamaño que el resto y son de coloración en tonos de café (Figura 26).

Se encuentra entre los meses de diciembre a julio.

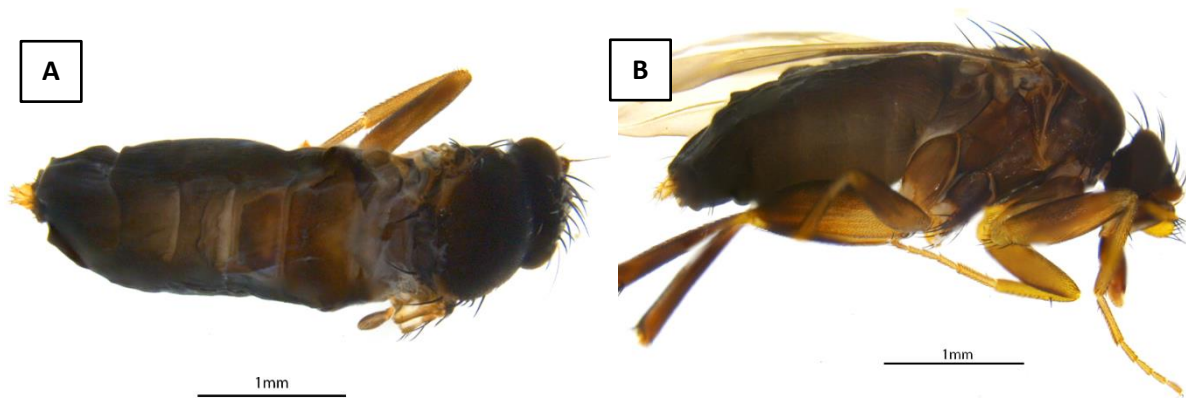


Figura 26. Hembra de Género 1 sp. nov. 1 A) vista dorsal y B) vista lateral.

Género *Phora* (Latreille, 1796)

Son especies de talla mediana a grande, completamente negras. En la cabeza presentan pubescencia escasa, en ocasiones con sedas largas en machos; tiene sedas supraantennales cortas y reclinadas. Los palpos son pequeños, clavados y con sedas cortas. El tórax tiene dos sedas dorsocentrales largas, con pubescencia, pero no es densa. La mesopleura está completa y es desnuda. El escutelo tiene dos sedas largas. El tubo anal es corto y consiste en dos terguitos y un esternito. Las hembras presentan seis terguitos en el abdomen, ligeramente elongados. Las patas son robustas, de color negro, mientras que las tibias y tarsos son de un color café amarillento en ocasiones. Las tibias anteriores sin sedas, pero tienen una serie de sétulas desarrolladas. Los tarsos anteriores están dilatados, más en el caso de las hembras en comparación con los machos. Las tibias medias con una seda pequeña anterior en el ápice, además de una a cinco sedas anteriores en la mitad superior, mientras que para la parte dorsal tienen de una a nueve sedas en los machos y de una a cinco sedas para las hembras. La tibia anterior está engrosada en la zona apical, con 1-2 sedas anteriores en la mitad superior. Presenta espuelas en las tibias medias y posteriores. El fémur anterior en machos con una protuberancia ventrobasal a veces acompañada por una hilera de sétulas. Las alas son claras o amarillentas, con las venas gruesas de color negro y las venas delgadas son de colores claros. La costa es de la mitad o un poco más larga de la longitud total del ala, las sedas son largas, sobre todo en el primer segmento. La vena dos está ausente, mientras que la vena siete es muy delgada. Se encuentran en una altitud alta.

***Phora* sp. 1**

Distribución: Chapultepec (CDMX), El Chico (**Hidalgo**), Piedra Canteada (**Tlaxcala**) y Xochimilco (CDMX).

Hábitat: Bosque cultivado, bosque de pino, bosque de táscate y matorral desértico.

Características: Es de color negro. Los terguitos son de forma rectangular, los cuales parecen sobre puestos en la parte posterior. Tienen un orden descendente hacia la parte posterior. Los halterios son del mismo color que el tórax.

Se encuentra entre los meses de diciembre a julio.

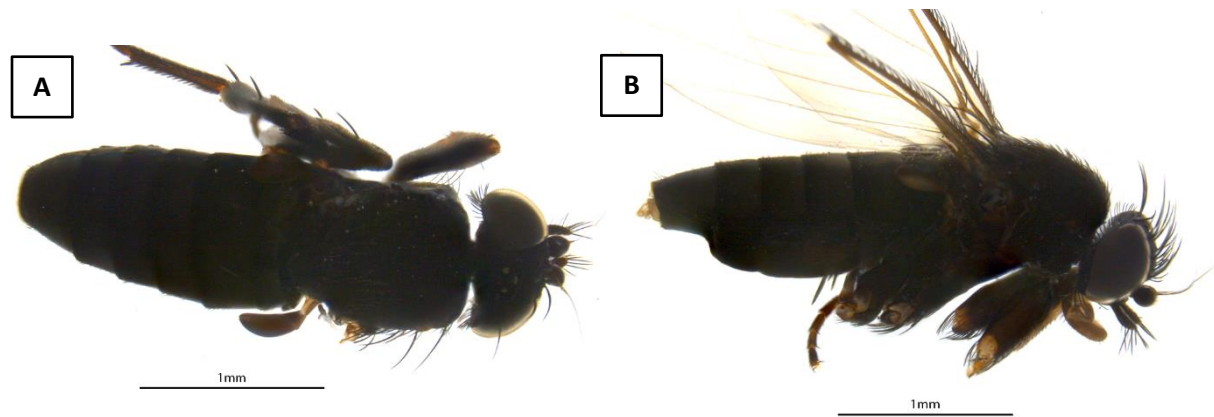


Figura 27. Hembra de *Phora* sp. 1 A) vista dorsal y B) vista lateral.

Género *Puliciphora* (Dahl, 1897)

Las hembras son pequeños, con 4 sedas supraantenas y con un número variable de sedas. Tiene ojos compuestos reducidos, con sedas y presenta ocelos. El tórax está reducido y alargado, carece de escutelo, alas y halterios. El abdomen con 5 o 6 segmentos, el primero es muy corto, el segundo es alargado y se van reduciendo gradualmente. El quinto segmento presenta una apertura glandular. Los machos tienen una frente amplia con 4 sedas supraantenas prorectas de la misma longitud y un arreglo 2-4-6 en las sedas, sin sedas anterolaterales. La mesopleura está desnuda, con un escutelo con 2-4 sedas. En las alas está presente la vena mediastinal (Fig. 6); la primera división nunca es mayor que la segunda. Se encuentran en materia en descomposición, en particular en insectos muertos, que son transportadas por los machos. Se relaciona con el género *Metopina*. Se distribuye en todo el mundo con excepción de Europa. En América se tiene el registro de 20 especies.

***Puliciphora* sp. 1**

Distribución: Chapultepec (CDMX) y Coacalco (Estado de México).

Hábitat: Bosque cultivado y pastizal cultivado, asociado a suelo.

Características: El abdomen tiene forma semicircular. El primer terguito es el de mayor tamaño, el cual cubre un tercio de todo el abdomen (Figura 28). Los terguitos son de color café oscuro. Presenta una densidad moderada de sénsilas a partir del segmento lateral dos del abdomen hasta el segmento cinco.

Se encuentra entre los meses de diciembre a julio.

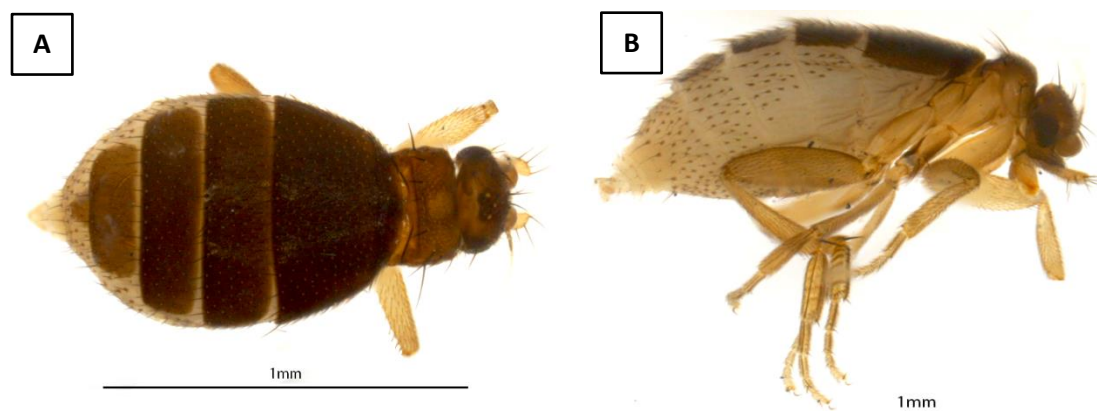


Figura 28. Hembra de *Puliciphora* sp.1 A) vista dorsal y B) vista lateral.

***Puliciphora* sp. 2**

Distribución: Chapultepec (CDMX) y Río Hondito (Estado de México).

Hábitat: Bosque cultivado y bosque de pino, asociado a suelo.

Características: Los terguitos tienen un arreglo rectangular. El primer terguito es de mayor tamaño y cubre casi la mitad del tamaño total del abdomen (Figura 29).

Se encuentra entre los meses de noviembre a julio.

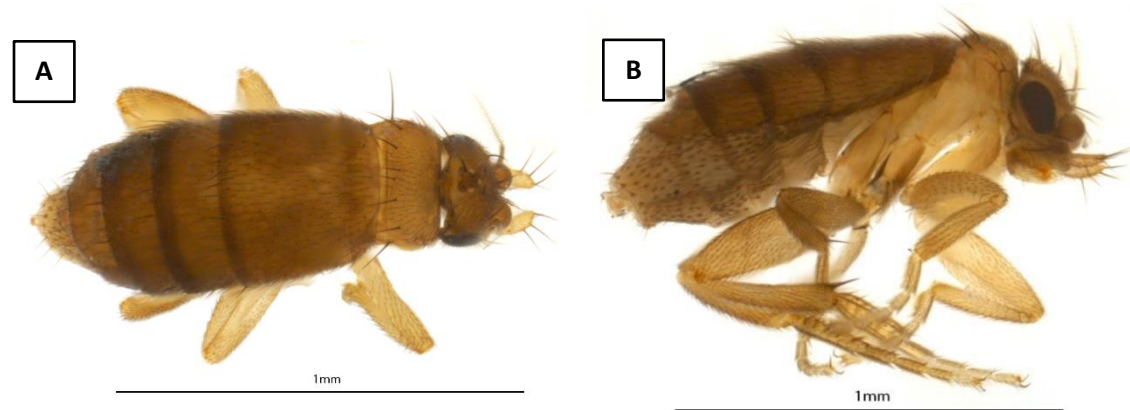


Figura 29. Hembra de *Puliciphora* sp. 2 A) vista dorsal y B) vista lateral.