



**INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.**

POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

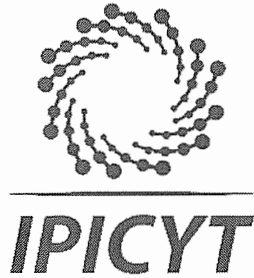
**Riqueza comparada de ceratopogónidos hematófagos
(Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) en tres tipos de
vegetación representativa de San Luis Potosí**

Tesis que presenta
Yeraldi Guadalupe Guillén Rodríguez

Para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Ambientales

Codirectores de la Tesis:
Dr. Leonardo Chapa Vargas
Dr. Sergio Ibáñez Bernal

San Luis Potosí, S.L.P., mes de año



Constancia de aprobación de la tesis

La tesis "***Riqueza comparada de ceratopogónidos hematófagos (Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) en tres tipos de vegetación representativa de San Luis Potosí, México***" presentada para obtener el Grado de Maestra en Ciencias Ambientales fue elaborada por **Yeraldi Guadalupe Guillén Rodríguez** y aprobada el cinco de febrero del dos mil diecinueve por los suscritos, designados por el Colegio de Profesores de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

Dr. Leonardo Chapa Vargas
Codirector de la tesis

Dr. Sergio Ibáñez Bernal
Codirector de la tesis

Dr. Felipe Barragán Torres
Miembro del Comité Tutorial

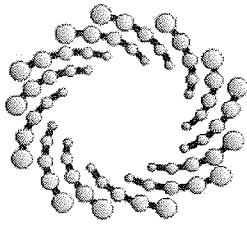
Dr. Diego Santiago Alarcón
Miembro del Comité Tutorial



Créditos Institucionales

Esta tesis fue elaborada en el Laboratorio de Ecología experimental de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., y en el Laboratorio de Red Ambiente y Sustentabilidad, del Instituto de Ecología, A.C., bajo la codirección del Dr. Leonardo Chapa Vargas y el Dr. Sergio Ibáñez Bernal.

Durante la realización del trabajo el autor recibió una beca académica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (611433) y del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C.



IPICYT

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

Acta de Examen de Grado

El Secretario Académico del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., certifica que en el Acta 070 del Libro Primero de Actas de Exámenes de Grado del Programa de Maestría en Ciencias Ambientales está asentado lo siguiente:

En la ciudad de San Luis Potosí a los 5 días del mes de febrero del año 2019, se reunió a las 10:00 horas en las instalaciones del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., el Jurado integrado por:

Dr. Leonardo Chapa Vargas

Presidente

IPICYT

Dr. Felipe Barragán Torres

Secretario

IPICYT

a fin de efectuar el examen, que para obtener el Grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES

sustentó la C.

Yeraldi Guadalupe Guillén Rodríguez

sobre la Tesis intitulada:

Riqueza comparada de ceratopogónidos hematófagos (Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) en tres tipos de vegetación representativa de San Luis Potosí, México

que se desarrolló bajo la dirección de

Dr. Leonardo Chapa Vargas

Dr. Sergio Ibáñez Bernal (INECOL)

El Jurado, después de deliberar, determinó

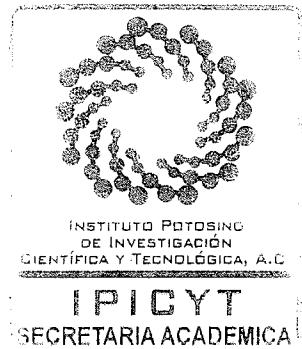
APROBARLA

Dándose por terminado el acto a las 11:43 horas, procediendo a la firma del Acta los integrantes del Jurado. Dando fe el Secretario Académico del Instituto.

A petición de la interesada y para los fines que a la misma convengan, se extiende el presente documento en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, a los 5 días del mes de febrero de 2019.

Dr. Horacio Flores Zúñiga
Secretario Académico

Mtra. Ivonne Lizette Cuevas Vélez
Jefa del Departamento del Posgrado



**A mi familia que han sido un apoyo y parte fundamental
en mi crecimiento personal y académico.
Ma. Esther y José Luis, a quienes amo.**

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el otorgamiento de la beca durante mis estudios.

Al Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., que me brindó las herramientas necesarias para mi formación académica.

Al Instituto de Ecología, A.C., donde realicé una estancia muy agradable.

Al proyecto de Problemas Nacionales que financió el trabajo de investigación y me otorgó una beca para asistir a un congreso Internacional.

A mi comité tutorial que sin duda fueron una parte fundamental para realizar este trabajo.

Al doctor Leonardo Chapa por su confianza y amistad, brindarme su apoyo incondicional y ser un ejemplo en este camino profesional.

Al doctor Sergio Ibáñez por su dedicación, al compartir de su amplio conocimiento, brindarme de su tiempo y esfuerzo, como permitirme ser parte de su grupo de trabajo.

Al doctor Diego Santiago por su importante aporte y participación, reflejo de su experiencia y conocimiento para enriquecer este trabajo.

Al doctor Felipe Barragán por su disponibilidad y paciencia, así como sus rápidas y atentas respuestas a cada una de mis inquietudes surgidas durante el desarrollo de este trabajo.

A la división de Ciencias Ambientales por su apoyo económico y al grupo de profesores que influyeron en mi formación académica y personal. En especial a la doctora Elisabeth Huber Sannwald, de quien aprendí grandemente.

A todo el equipo que contribuyó de manera significativa para realizar este trabajo, por mencionar a Romeo Tinajero, Antonio Abella y Teresa Suárez.

Finalmente a todos mis compañeros con los que viví momentos inolvidables y formaron parte de esta travesía en la maestría.

Contenido

| | |
|--------------------------------------|------|
| Constancia de aprobación de la tesis | ii |
| Créditos institucionales | iii |
| Acta de examen | iv |
| Dedicatorias | v |
| Agradecimientos | vi |
| Lista de tablas | viii |
| Lista de figuras | ix |
| Anexos | xi |
| Resumen | xii |
| Abstract | xiii |
| | |
| 1 Introducción | 1 |
| 1.1 Objetivos | |
| 1.1.1 Objetivo general | 5 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 5 |
| 1.2 Predicciones | 6 |
| 1.3 Metodología | |
| 1.3.1 Área de estudio | 6 |
| 1.3.2 Muestreo de vectores | 8 |
| 1.3.3 Análisis estadísticos | 9 |
| 2 Resultados | 10 |
| 2.1 Inventario de especies | 10 |
| 2.2 Riqueza de especies | 53 |
| 2.3 Composición de especies | 54 |
| 3 Discusión | 58 |
| 4 Conclusión | 61 |
| 5 Referencias | 63 |
| 6 Anexos | 75 |

Lista de tablas

1. Lista de especies del género *Culicoides* en los en sitios representativos de seis tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí. 53
2. Proporción de disimilitud en los sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí. 57

Lista de figuras

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. <i>Culicoides (Drymodesmyia) copiosus</i> Root & Hoffman. Hembra | 14 |
| 2. <i>Culicoides (Drymodesmyia) copiosus</i> Root & Hoffman. Macho | 15 |
| 3. <i>Culicoides (Drymodesmyia) butleri</i> Wirth y Hubert. | 18 |
| 4. <i>Culicoides (Drymodesmyia) bakeri</i> Vargas. | 21 |
| 5. <i>Culicoides (Drymodesmyia) loughnani</i> Edwards. | 24 |
| 6. <i>Culicoides (Diphaomyia) baueri</i> Hoffman. | 27 |
| 7. <i>Culicoides (Diphaomyia) haematopotus</i> Malloch. | 30 |
| 8. <i>Culicoides (Haematomyidium) paraensis</i> (Goeldi). | 34 |
| 9. <i>Culicoides (Haematomyidium) eadsi</i> Wirth & Blanton. | 37 |
| 10. <i>Culicoides (Hoffmania) diabolicus</i> Hoffman. | 40 |
| 11. <i>Culicoides (Culicoides) elutus</i> Macfie | 42 |
| 12. <i>Culicoides (Avaritia) boydi</i> Wirth & Mullens | 44 |
| 13. <i>Culicoides ousairani</i> Khalaf. | 46 |
| 14. Morfoespecie 1. | 48 |
| 15. Morfoespecie 2. | 50 |
| 16. Morfoespecie 3. | 52 |
| 17. Riqueza de especies del género <i>Culicoides</i> en los sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí. | 54 |
| 18. Dendrograma de especies del género <i>Culicoides</i> en los seis sitios | 55 |

representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí, utilizando como medida de similitud Jaccard.

19. Dendrograma de especies del género *Culicoides* en los seis sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí, utilizando como medida de similitud Bray-curtis. 55

Anexos

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Mapa del área de estudio. | 75 |
| 2. Resultados del análisis de similitud en porcentajes (SIMPER) en los sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí. | 75 |

Resumen

Riqueza comparada de ceratopogónidos hematófagos (Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) en tres tipos de vegetación representativa de San Luis Potosí, México

Los ceratopogónidos también conocidos como “chaquistes o jejenes” en México, son una familia de pequeños dípteros muy diversos con 6,267 especies descritas en el mundo. A pesar de que las especies de esta familia se caracterizan por tener una distribución cosmopolita, los estudios faunísticos siguen siendo escasos. En particular, los miembros del género *Culicoides* que destacan por ser vectores de virus, protozoarios y nematodos, por lo que es imprescindible realizar investigaciones de manera sistemática que amplíen el conocimiento sobre este grupo. El objetivo de este estudio fue comparar la riqueza de ceratopogónidos hematófagos (Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) en sitios dominados por los tres tipos de vegetación más importantes en el estado de San Luis Potosí, México, así como elaborar un inventario de especies que pueden tener interés en la transmisión de patógenos. Este trabajo contribuyó al conocimiento de las especies hematófagas, ya que se obtuvieron nueve registros nuevos de especies del género *Culicoides* para el estado y 3 especies aún faltan por identificar. El sitio del bosque de pino-encino maduro fue el que tuvo mayor riqueza con nueve especies y el de menor riqueza fue el sitio del matorral desértico micrófilo maduro dominado por *Yucca* con una especie. En general todos los sitios de estudio tuvieron una alta disimilitud en su composición de especies. Los sitios que tuvieron una mayor similitud en su composición fueron los sitios de vegetación madura del bosque de pino-encino y el matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*. El sitio del matorral desértico micrófilo dominado por *Yucca* maduro no compartió especies con otros sitios. Entre las especies que se registraron destacan *C. paraensis*, *C. haematopotus* y *C. boydi* que se han mencionado como vectores de patógenos causantes de enfermedades (ej. Virus Oropuche, lengua azul, enfermedad hemorrágica epizoótica, *Haemoproteus* spp y parásitos filariales).

PALABRAS CLAVE. Diptera, Ceratopogonidae, *Culicoides*, vegetación, riqueza, composición.

Abstract

Compared richness of hematophagous biting-midges Ceratopogonids (Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) among three vegetation types at San Luis Potosi, Mexico

Ceratopogonids, commonly known as biting midges are a family of dipterans containing 6,267 species described throughout the world. Though the distribution of Ceratopogonids includes the entire planet, faunistic studies of this group are scarce. Specifically, the members of the genus *Culicoides* are important vectors of protozoa, viruses, and nematodes. Therefore it is essential to conduct systematic research to expand knowledge about this group. The objective of this study included comparing the richness and composition of hematophagous Ceratopogonids (Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) in different sites representative of the most widespread vegetation types at the state of San Luis Potosi, Mexico, and to prepare an initial inventory of species of this group that could be of relevance for the transmission of pathogens in the state. This work contributed to the knowledge of hematophagous species in the state, where ten new records of species of the genus *Culicoides* were identified and 3 species that still need to be identified were recorded. The site containing mature pine-oak forest showed the highest richness with ten species and the site with the smallest richness was the one containing mature microphyllous desert scrub dominated by *Yucca* with only one species. A high dissimilarity in species composition was recorded among all sites. The sites that had a greatest similarity in composition were the site containing mature pine-oak forest and the mature microphyllous desert scrub dominated by *Prosopis*. The site containing microphyllous desert scrub dominated by *Yucca* did not share species with any site. Among the species *C. paraensis*, *C. haematopotus* y *C. boydi* were recorded. These species stand out as being vectors of diseases (ex. Oropouche virus, bluetongue virus, epizootic hemorrhagic disease, *Haemoproteus* spp and filarial parasites).

KEY WORDS. Diptera, Ceratopogonidae, *Culicoides*, vegetation, richness, composition.

1. Introducción

Los ceratopogónidos (Ceratopogonidae) también conocidos como “chaquistes o jejenes” en México, son una familia de pequeños dípteros muy diversos con 6267 especies descritas en el mundo (Borkent *et al.* 2018). Filogenéticamente esta familia se relaciona estrechamente con las familias Chironomidae, Thaumaleidae y Simuliidae constituyendo la superfamilia Chironomoidea del infraorden Culicomorpha, con especies hematófagas solo presentes en Ceratopogonidae y Simuliidae (Borkent 2004). Los géneros de ceratopogónidos que contiene especies cuyas hembras se alimentan de sangre son *Austroconops*, *Leptoconops*, *Forcipomyia* (*Lasiohelea*) y *Culicoides* (Borkent & Spinelli 2007). El género *Culicoides* incluye la mayor parte de la diversidad de la familia, con más del 20% de las especies y casi la mitad de las especies de la subfamilia Ceratopogoninae (Borkent 2004, 2012).

Las especies de la familia Ceratopogonidae son cosmopolitas, se encuentran en prácticamente todas las áreas terrestres del planeta, desde las zonas costeras hasta las altas montañas (al menos hasta 4,200 msnm), desde los trópicos hasta el ártico alto (a 150 km del hielo polar permanente) y las islas subantárticas, excepto en la Antártida. Los estadios inmaduros se desarrollan en diferentes tipos de hábitat dependiendo de los requerimientos de cada especie, como pueden ser sitios con una cantidad moderada de humedad, cactus en descomposición en las regiones desérticas, en el agua acumulada en las plantas epífitas, en pequeños estanques entre las rocas, así como en las zonas bentónicas de ríos y lagos (Borkent 2004). A pesar de que su estudio taxonómico se ha abordado desde hace mucho tiempo, es una familia de dípteros para la cual los datos de distribución y los estudios faunísticos sistemáticos son escasos, principalmente derivados de estudios puntuales a nivel regional (Huerta *et al.* 2012).

Entre los factores abióticos más significativos que influyen en la presencia de estos dípteros destaca la precipitación y/o humedad, que proporcionan sitios con las condiciones necesarias para el desarrollo larvario. Adicionalmente, la temperatura gobierna la tasa a la que los chaquistes se transforman en adultos y su supervivencia (Lindsay & Birley 1996; Patz & Lindsay 1999). La altitud y la latitud modifican el clima (a mayor latitud y altitud menor temperatura) lo que determina diferencias en la distribución de las especies (Zamora-Vilchis *et al.* 2012). Dada la diversidad de ambientes en donde se encuentran estos insectos, el ciclo de vida de esta familia de dípteros es variable. En los sitios con ambientes principalmente templados y fríos los adultos emergentes son generalmente más frecuentes en primavera y al comienzo del verano. Aunque el conocimiento de las dinámicas poblacionales de las especies tropicales es pobre, se sabe que algunas de ellas son muy abundantes, mientras otras son raras a lo largo del año y aún

otras son abundantes en épocas específicas del año. Esto contrasta con algunos ambientes tropicales que presentan una humedad constante a lo largo del año, donde los adultos pueden estar presentes durante todo el año (Borkent 2004).

Los estadios que comprende el ciclo de vida de la familia Ceratopogonidae son:

- Huevos: son generalmente pálidos cuando se colocan volviéndose de color marrón a marrón oscuro, con forma alargada, curvada y puntiaguda en cada extremo. No son resistentes a la desecación y deben permanecer húmedos para que sobreviva el embrión.
- Larvas: pasan por cuatro estadios, son vermiformes, generalmente pálidas, con o sin pseudópodos de acuerdo al género al que pertenezcan. Tienen cabeza esclerotizada, provista de mandíbulas dentadas y fuertes, con manchas oculares. Tienen tres segmentos torácicos y nueve abdominales. Las formas acuáticas presentan un movimiento ondulante rápido y distintivo para nadar. Hay larvas de algunas especies que son carnívoras y se alimentan de protozoos, rotíferos y nematodos. Las larvas de cuarta etapa de algunas especies pueden incluso ser caníbales de larvas de segunda etapa.
- Pupas: son de color marrón claro a negro, con un par de estructuras llamadas traqueobranquias dorsales que sobresalen del protórax. Además, presentan numerosas espinas, sedas y protuberancias. La mayoría de las especies del género *Culicoides* son acuáticas y tienen la capacidad de flotar, en general son bastante aletargadas y la mayoría, solo presentan movimiento escaso.
- Adulto: En términos generales los ceratopogónidos adultos se caracterizan por ser dípteros de tamaño pequeño que varía de 1 a 6 mm, con cuerpo delgado hasta moderadamente robusto, ojos compuestos y ocelos ausentes. Lucen antenas con dimorfismo sexual, en la mayoría de los machos son plumosas en comparación con las hembras que tienen sedas escasas y cortas. Poseen de 6-13 flagelómeros. La probóscide suele ser tan larga como la cabeza. En el caso de las hembras, presentan un aparato bucal que consiste de un labro rígido, mandíbulas, lacinias e hipofaringe bien desarrolladas, todas con forma de cuchillas. Alas con venas anteriores fuertes y las posteriores débiles, en el caso de la vena costal casi siempre terminando antes del ápice y la vena medial bifurcada, las venas radiales están fusionadas entre sí, todas con patrones diferentes característicos de cada especie (Borkent & Spinelli 2009; Downes & Wirth 1981). Tienen una vida útil variable, probablemente dependiendo de su comportamiento de alimentación y otros factores. Los machos se alimentan del néctar de las flores, mientras que las hembras además de ser melífagas son

hematófagas pasando por dos o más ciclos gonotróficos, por lo que pueden vivir hasta 90 días. Los adultos de la mayoría de las especies probablemente viven de 1 a 3 semanas. La temperatura, humedad y lluvia afectan la supervivencia de los adultos y puede aumentar la cantidad de ciclos ovogénicos en una población; dependiendo de la especie cada hembra puede producir de 30 hasta 450 huevos (Borkent 2004; Venter 2014).

Otro de los factores que repercute con importantes consecuencias en las poblaciones de vida silvestre a nivel mundial es el cambio de uso de suelo, una de las principales causas de pérdida de biodiversidad (Lambin *et al.* 1999) y cambios en las funciones de los ecosistemas (Lopes 1997). En México, los principales tipos de vegetación son el matorral, seguido de la selva, bosque y en menor proporción el pastizal, de los cuales aproximadamente la mitad han sido modificados intensamente durante los últimos años. Solo el 55% de los matorrales permanece como vegetación madura, el 41% corresponde a selva madura y el 52% a bosques maduros (SEMARNAT 2002).

Como consecuencia, una disminución en las especies nativas puede dar lugar a la invasión de otras especies que pueden ser funcionalmente equivalentes o pueden ser potencialmente dañinas (Montagner *et al.* 2017), lo que puede repercutir en brotes de enfermedades infecciosas (Abella-Medrano *et al.* 2018). En algunas especies de mosquitos que tienen una alta plasticidad genética y ecológica y, que están impulsadas por la presión antropogénica, pueden adaptarse fácilmente a las nuevas condiciones ambientales (Lopes 1997). Esto es particularmente cierto en las áreas verdes cercanas a zonas rurales o urbanas, que a menudo contienen una gran cantidad de recipientes artificiales que facilitan la oviposición y proveen abundantes fuentes de alimentación (es decir, sangre de humanos y mascotas), lo que potencialmente conduce a cambios en los hábitos alimenticios de las especies (Abella-Medrano *et al.* 2018; Silva & Carvalho 2013).

Los miembros del género *Culicoides* están implicados como vectores de virus, protozoos y nematodos filariales, además de causar reacciones alérgicas en los hospederos a causa de sus picaduras y saliva (Borkent 2004). Dentro de los principales virus transmitidos por estos insectos se encuentran las familias Reoviridae, Bunyaviridae y Rhabdoviridae (Mullen 2009). Algunos tienen implicaciones sanitarias considerables, como es el virus de la peste equina africana (AHSV), el virus de la lengua azul (BTV) y el virus de la enfermedad hemorrágica epizootica (EHDV). Estos tres virus son capaces de causar morbilidad y con frecuencia mortalidad en especies de ganado económicamente valiosas como vacas, caballos, ovejas y ciervos. Los brotes de estos virus pueden ocasionar pérdidas significativas en áreas donde la economía es impulsada por

industrias ganaderas (Barnard *et al.* 1998; Kedmi *et al.* 2010; Mehlhorn *et al.* 2007, 2009; Rushton & Lyons 2015). Cabe mencionar que en México, aunque no se han reportado como una amenaza hasta el momento, se encuentran los vectores potenciales para transmitir los patógenos de varias de estas enfermedades (Huerta *et al.* 2012).

También son vectores de varias especies del grupo de protozoarios, en especial de género *Haemoproteus* que han adquirido importancia en el contexto de la salud veterinaria en México (Ham-Dueñas *et al.* 2017; Hernández-Lara *et al.* 2017). Se ha reportado que el aumento de las cargas parasitarias puede tener efectos negativos sobre las poblaciones de aves, reduciendo el crecimiento y posiblemente provocando tasas de mortalidad elevadas en comparación a las aves no infectadas (Donovan *et al.* 2008; Marzal *et al.* 2005; Norte *et al.* 2009; Van Riper *et al.* 1986) al producir anemia severa, destrucción de eritrocitos maduros, disminución en el consumo de alimentos y de los niveles de actividad, con hasta 30% de pérdida del peso corporal (Atkinson *et al.* 2000; Yorinks & Atkinson 2000). Todo ello, disminuye la viabilidad de las poblaciones de hospederos, e inclusive, pueden incrementar el riesgo de extinción de muchas especies amenazadas y también de aquellas especies endémicas que son más susceptibles a los efectos de dichas infecciones (Atkinson *et al.* 1995, 2000, 2001). Los individuos que llegan a sobrevivir a la etapa de infección aguda, desarrollan inmunidad sintomatológica a las cepas homólogas del parásito, por lo que constituyen una fuente de infección constante para los dípteros vectores y los hospederos de los cuales se alimentan, siendo por lo tanto un factor de riesgo para otras especies de aves (Atkinson *et al.* 2001).

A pesar de que los patógenos transmitidos por dípteros vectores pueden ser considerados como una plaga indeseable por sus repercusiones al humano y a diferentes especies de animales, debemos considerar también que estos parásitos cumplen funciones muy importantes en la regulación directa de los tamaños poblacionales de las especies, además de que ayudan a mantener el equilibrio funcional de los ecosistemas (Lafferty *et al.* 2008; Poulin 2007). Además, si no fuera por este control poblacional natural, muy probablemente los sistemas naturales ya habrían colapsado, dado que los recursos requeridos para su mantenimiento, crecimiento y reproducción son finitos (Neghme & Silva 1971).

Los primeros trabajos sobre ceratopogónidos en México según la revisión de Ibañez-Bernal *et al.* (1996) son los de Willston (1900), Coquillett (1905), Hoffman (1925), Dampf (1936a, 1936b, 1936c), Vargas (1944), y Wirth (1978) entre otros investigadores, quienes han contribuido al conocimiento de diversas especies pertenecientes a varios géneros en el que destaca *Culicoides*. En los últimos años el conocimiento ha ido en aumento, principalmente en la región norte y sur del

país, pero siguen existiendo áreas geográficas del país desconocidas o poco estudiadas como es en el caso del estado de San Luis Potosí, en donde solo se han registrado *Culicoides (Diphaomyia) blantoni* Vargas & Wirth, 1955 (Borkent & Grogan 2009; Huerta *et al.* 2012), *C. (Haematomyidium) eadsi* Wirth & Blanton, 1971 (Wirth & Blanton 1971), *C. (Haematomyidium) paraensis* Goeldi, 1905 (Blanton & Wirth 1979; Huerta *et al.* 2012; Wirth & Felipe-Baue 1989), *C. (Monoculicoides) sonorensis* Wirth & Jones, 1957 (Borkent & Grogan 2009; Huerta *et al.* 2012; Wirth & Jones 1957), y *C. (Culicoides) neopulicaris* Wirth, 1955 (Huerta *et al.* 2012; Wirth 1955; Wirth & Blanton 1969). La mayoría de las especies de esta familia se distribuyen en gran parte de la región Neártica, Neotropical o en ambas; sin embargo, el conocimiento de la distribución geográfica de las especies es aún incipiente (Ibañez-Bernal *et al.* 1996).

Con base en lo anterior, debido a la escasez de estudios faunísticos de los ceratopogónidos hematófagos en el estado de San Luis Potosí, sobre todo de aquellas especies que tienen importancia médica y veterinaria por desempeñar un papel como vectores, es necesario generar conocimiento sobre cuáles especies de dípteros son las que están presentes en el ambiente natural. Este tipo de investigaciones permitirá eventualmente conocer la epidemiología de las enfermedades que se generan a partir de los patógenos transmitidos por estos vectores dípteros. Además es imprescindible realizar investigaciones sistemáticas que amplíen el conocimiento sobre la distribución y diversidad de los ensamblajes de este grupo, sobre todo en áreas donde convergen las dos regiones biogeográficas de México; la Neártica y la Neotropical.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Comparar la riqueza de ceratopogónidos hematófagos (Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) en diferentes sitios representativos de los tres tipos de vegetación más importante de San Luis Potosí, México y elaborar un inventario de especies que pueden tener interés en la transmisión de patógenos en el estado de San Luis Potosí, México.

1.1.2 Objetivos específicos

Analizar y comparar la riqueza y composición de ceratopogónidos hematófagos (Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) entre los tres tipos de vegetación representativa del estado de San Luis Potosí: selva mediana perennifolia, bosque de pino-encino y matorral desértico micrófilo.

Generar un inventario de las especies de ceratopogónidos hematófagos provenientes de los tres tipos de vegetación.

1.2 Predicciones

La selva mediana perennifolia tendrá una mayor riqueza de ceratopogónidos hematófagos (Insecta: Díptera: Ceratopogonidae), seguido del bosque de pino-encino y por último los matorrales desérticos micrófilos en sitios de vegetación madura, esto debido a las condiciones de temperatura y humedad que favorecen su establecimiento, así como la mayor disponibilidad de nichos ecológicos en ambientes selváticos y boscosos.

En sitios de vegetación secundaria se espera una disminución en la riqueza de ceratopogónidos debido a las condiciones de homogeneización, es decir, hábitats más simplificados que usualmente favorecen a solo unas pocas especies bien adaptadas, en comparación con los sitios de vegetación madura que tienen una estructura más compleja.

La composición de ceratopogónidos hematófagos (Insecta: Díptera: Ceratopogonidae) en sitios de vegetación madura tendrá mayor similitud entre el matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* y el matorral desértico micrófilo dominado por *Yucca*, en comparación con la selva mediana perennifolia y el bosque de pino-encino dadas las características de vegetación y características ambientales que comparten estos tipos de vegetación. Por lo tanto, se espera un agrupamiento formado por los matorrales y luego dos grupos independientes para la selva mediana perennifolia y el bosque de pino-encino dado que estas características son distintas.

La composición de ceratopogónidos hematófagos será similar entre los sitios de vegetación madura y vegetación secundaria de la selva mediana perennifolia, al igual que en el matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, ya que tendrán semejanza en la composición vegetal y condiciones climáticas entre los sitios.

1.3 Metodología

1.3.1 Área de estudio

El muestreo de campo se realizó durante la temporada de lluvias en seis sitios representativos de tres tipos de vegetación incluyéndose cuatro de bosque maduro y dos de bosque secundario en el estado de San Luis Potosí, México (Anexo 1) (Rzedowski 1961):

Selva Mediana Perennifolia

En el municipio de Tamasopo ubicado en la región huasteca se muestreó un sitio representativo de selva madura (N 21° 55' 35.8", O 99° 25' 19.3", 506 msnm) que presenta una precipitación media anual de 1800 a 2600 mm y una temperatura

media anual de 20 a 24°C; se caracteriza por presentar especies que mantienen sus hojas durante todo el año, el suelo está constantemente húmedo y cubierto por hojarasca. Los árboles tienen una altura de entre 30 y 40 m y su cobertura no es menor del 75%, con un sotobosque bien desarrollado. El clima es húmedo con 0-2 meses secos, sin heladas. Entre las especies dominantes se encuentran: *Brosium alicastrum*, *Celtis monoica*, *Ficus cotinifolia*, *Protium copal*, *Alchornea latifolia*, *Anisomeris pringlei*, *Pilea microphylla*, *Anthurium aemulum* y *Cydista aequinoctialis*. Además, en el mismo municipio se muestreó un sitio representativo de vegetación secundaria (N 21° 55' 29.9", O 99° 24' 50.8", 496 msnm) con más de 15 años de abandono, los árboles en este sitio representativo han alcanzado la madurez reproductiva y tienen una altura promedio de 10 m (García-Morales et al. 2012).

Bosque de pino-encino

En el municipio de Villa de Reyes de la región centro del estado (N 21° 56' 03.2", O 101° 05' 44.7", 2295 msnm) se muestreó un sitio representativo de vegetación madura dominado por *Pinus cembroides*, que tiene una precipitación media anual de 270 a 500 mm y una temperatura media anual de 16 a 22°C. Es considerado un bosque bajo ya que sus elementos arbóreos solo alcanzan una altura de 9 m, y abierto pues su cobertura es del 30 al 60%. Las heladas ocurren durante varios meses (hasta 6 meses) en el año. Otras plantas características de este sitio son: *Arbutus xalapensis*, *Juniperus flaccida*, *Quercus eduardi*, *Quercus macrophylla*, *Quercus potosina*, *Yucca filifera*, *Agave atrovirens*, *Amelanchier denticulata* y *Aster gymnocephalus*.

Matorral Desértico Micrófilo

Es la vegetación más representativa del estado Potosino, que ocupa el 38% de la superficie estatal (Chapa-Vargas & Monzalvo-Santos 2012). Predominan los arbustos de hoja o folículo pequeño, con especies leñosas y herbáceas. Es de clima árido y la vegetación está adaptada a amplios rangos de temperatura, donde pueden presentarse cambios bruscos durante el año incluso durante el día. Pueden ocurrir heladas durante 3-4 meses, pero sobre todo son ambientes secos durante 7-11 meses al año. Una característica importante es que la vegetación cambia de forma progresiva en el estado, es por ello que para este estudio se seleccionó un sitio representativo de vegetación madura (N 22° 10' 36.7", O 99° 53' 34.4", 1027 msnm) de un matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* en el municipio de Rioverde, región media y otro sitio de vegetación madura de matorral desértico micrófilo dominado por *Yucca* en Charcas, región altiplano (N 23° 22' 29.4", O 101° 10' 22.5", 2175 msnm). Las plantas que se encuentran en estos sitios son: *Yucca filifera*, *Yucca decipiens*, *Prosopis juliflora*, *Acacia*

constricta, *Acacia farnesiana*, *Acacia tortuosa*, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia streptacantha*, *Agave atrovirens*, *Jatropha dioica* y *Larrea tridentata*.

También se muestreó un sitio representativo de vegetación secundaria de un matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* (N 22° 07' 07.3", O 99° 53' 25.7", 1020 msnm), con más de 30 años de abandono; los árboles son más pequeños y tiene capas de vegetación herbácea y arbustiva menos densas en comparación con el sitio de vegetación madura.

1.3.2 Muestreo de vectores

Se realizó el diseño de muestreo según Abella-Medrano *et al.* (2015), con algunas adaptaciones. Se colocaron ocho trampas CDC-miniatura con dos atrayentes (luz blanca y CO₂) en dos transectos (cuatro trampas para cada transecto) a una altura de 60 cm del suelo, con una distancia entre cada trampa de 20 metros, esto para evitar que compitieran entre ellas. Las trampas se dejaron activas tres horas, durante el amanecer, al medio día y al atardecer para un total de nueve horas de muestreo por día. Se utilizó un GPS (Garmin GPSMAP 60) para ubicarlas y también para conocer con exactitud la hora de salida y puesta del sol, puesto que las trampas se activaron una hora antes del amanecer y del anochecer. Para la captura del medio día, las trampas se activaron de 12:00 a las 15:00 horas. Adicional a esto se tomaron parámetros de temperatura y humedad relativa en cada sitio de estudio en el momento del muestreo. Se evitó realizar los muestreos durante luna llena y en eventos de precipitación intensa, ya que estas condiciones influyen de manera negativa en la captura de los dípteros. Los especímenes colectados se sacrificaron con gas de cloroformo y luego se conservaron en seco dentro de placas Petri preparadas con papel de cera y algodón.

A su vez se colocó una trampa Malaise en medio de los dos transectos donde se encontraban las trampas CDC-miniatura, el muestreo se realizó de la misma manera que con las trampas CDC-miniatura (amanecer, medio día y anochecer). Los especímenes colectados se conservaron en medio líquido, con alcohol al 70%. Se realizó una repetición del muestreo para cada sitio, para un total de dos días de muestreo por sitio.

Posteriormente se hizo la selección del material de interés utilizando un microscopio estereoscópico con el fin de hacer el montaje de los ejemplares en laminillas que permitieran su identificación en el microscopio compuesto. La técnica de montaje consistió en:

- Hacer una hidratación previa en agua destilada con jabón líquido al 5%
- Lavado en agua destilada para eliminar las trazas de jabón
- Retirar las alas desde la base

-
- Maceración con hidróxido de sodio a temperatura ambiente (NaOH) al 10%
 - Lavado en agua bidestilada para retirar cualquier residuo de NaOH
 - Deshidratación con alcoholes graduales (50%, 70%, 96% y 100%)
 - Diafanización con esencia de clavo (hasta eliminar el brillo)
 - Montaje en Euparal con previa disección
 - Ubicar la cabeza en vista posterior, alas extendidas, tórax lateral con patas extendidas y abdomen ventro-dorsal. Cada ejemplar se dejó secar a 40°C.
 - El montaje de las alas puede ser directo sobre el portaobjetos
 - El montaje y disección se hace sobre el cubreobjetos y una vez seco se invierte y sella con un poco más de Euparal
 - Se etiqueta (datos de campo a la izquierda) y se deja secar la preparación

Para la identificación de familia y género se emplearon claves taxonómicas de la región Neotropical y Neártica (Borkent & Spinelli 2009; Downes & Wirth 1981), puesto que los sitios de estudio involucran ambas regiones biogeográficas.

1.3.3 Análisis estadísticos

Se calculó la riqueza específica (S) en cada sitio de estudio, ya que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, basada únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia (i.e., abundancia) de las mismas (Moreno 2001).

Posteriormente se calculó la media y los intervalos de confianza (IC) al 84% con base en la abundancia de especies de cada trampa en los diferentes sitios, con el fin de comparar las diferencias de riqueza entre los sitios representativos de distintos tipos de vegetación. Se siguió el método que propone MacGregor-Fors & Payton (2013), al utilizar los intervalos de confianza al 84% en lugar del 95%, ya que estos intervalos de confianza representan pruebas estadísticas con un nivel de significancia de 0.05. Los intervalos de confianza no superpuestos representan las diferencias significativas con una probabilidad baja de cometer el error tipo I ($\alpha=0.05$). Además, se partió del supuesto de la independencia entre trampas y que éstas tienen un error estándar similar.

Para determinar la semejanza en la composición de especies en los sitios de estudio, se emplearon análisis que tomaron en cuenta métodos cualitativos y cuantitativos con el fin de comparar cómo se comportaban los datos, utilizando como unidad de muestreo los sitios. En los métodos cualitativos se realizaron dos análisis de diversidad beta. Primero se calculó beta-multi para obtener la disimilitud total en todos los sitios y después beta-pair para comparar la disimilitud por pares entre los sitios, en ambos la medida de similitud fue Jaccard. Para determinar si las diferencias entre estos sitios eran significativamente diferentes se

empleó el análisis de similitudes (ANOSIM), tomando en cuenta las dos replicas (dos días de muestreo) que se hicieron por sitio. En el caso del método cuantitativo se realizó un análisis de similitud de porcentajes (SIMPER), para determinar las diferencias porcentuales entre los sitios e identificar las especies más importantes que crean el patrón observado. La medida de similitud que se utilizó para este último análisis fue Bray-Curtis.

También se realizaron dos análisis Cluster con medida de similitud Jaccard y Bray-Curtis, para agrupar los sitios de acuerdo a la semejanza en su composición mediante la representación gráfica de un dendrograma, utilizando como método aglomerativo la distancia media. Los programas que se emplearon para hacer estos análisis fueron RStudio y PRIMER V6.

2. Resultados

Se recolectó un total de 167 individuos del género *Culicoides*, siendo 162 (97%) hembras y 5 (3%) machos, ya que las trampas CDC están diseñadas para atraer principalmente a las hembras (Venter *et al.* 2009). Con el trabajo taxonómico se identificaron 12 especies y 3 morfoespecies que aún están por determinar. Las especies se presentan a continuación:

2.1 Inventario de especies

Culicoides (Drymodesmyia) copiosus Root & Hoffman

(Figuras 1-2)

Culicoides copiosus Root & Hoffman, 1937: 171, tipos hembra y macho. Localidad tipo: México, D.F., San Jacinto. Wirth & Hubert 1960: 657.

Culicoides (Drymodesmyia) copiosus Root & Hoffman: Vargas, 1960: (revisión de las especies como grupo *copiosus*). Wirth *et al.*, 1985: 14, 1988: 26 (discusión taxonómica, registros en México). Borkent & Grogan, 2009: 14 (En la lista de New World Biting Midges North of Mexico como subgénero *Drymodesmyia*).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 20-sep-2017, trampa CDC No. 2, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 20-sep-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 20-sep-2017, trampa CDC No. 8, nocturna, Y. Guillén, col., 5 hembras. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 21-sep-

2017, trampa CDC No. 4, amanecer, Y. Guillén, col., 1 hembra y 1 macho. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 2, nocturna, Y. Guillén, col., 4 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 3, nocturna, Y. Guillén, col., 9 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 16 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 5, nocturna, Y. Guillén, col., 15 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 6, nocturna, Y. Guillén, col., 3 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 8, nocturna, Y. Guillén, col., 19 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 3, amanecer, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 3, amanecer, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 5, amanecer, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 8, amanecer, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 3, medio día, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 4, medio día, Y. Guillén, col., 1 macho. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 1, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 5, nocturna, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 8, nocturna, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 26-sep-2017, trampa CDC No. 1, amanecer, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 26-sep-2017, trampa CDC No. 3, amanecer, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 26-sep-2017, trampa CDC No. 4, amanecer, Y. Guillén, col., 4 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 26-sep-2017, trampa CDC No. 5, amanecer, Y. Guillén, col., 4 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 26-sep-2017, trampa CDC No. 6, amanecer, Y. Guillén, col., 4 hembras. México, San Luis Potosí, Villa

de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 26-sep-2017, trampa CDC No. 8, amanecer, Y. Guillén, col., 2 hembras.

Diagnosis de la hembra. De acuerdo con Wirth & Huber (1960) la cabeza se caracteriza por ser de color marrón oscuro, con ojos estrechamente separados, desnudos (Fig. 1d). Los últimos cinco flagelómeros antenales son ligeramente más largos que los primeros ocho; con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1, 9-13 (Fig. 1e, f). El tercer segmento del palpo 2.10 (1.91- 2.3, n= 37) veces más largo que su anchura máxima, con una vesícula sensorial de tamaño mediano pero profunda, con un poro pequeño (Fig. 1g). La probóscide es relativamente corta; mandíbula con dientes muy finos, casi vestigiales. El mesonoto tiene una amplia franja media anterior y dos franjas laterales marrón oscuro, con pruinosidad gris de fondo. Patas son de color marrón claro, el fémur delantero con un anillo preapical claro y un anillo prebasal claro en todas las tibias (Fig. 1b). Ala 1.02 (0.7- 1.32, n= 98) mm de largo; tiene una mancha clara que cubre la vena r-m extendiéndose ligeramente hasta la celda m_2 ; celda r_5 con una mancha clara postestigmal oblicua que se extiende desde el extremo de la vena costal hacia un costado de la segunda celda radial, una mancha oscura alargada que no está en contacto con ninguna vena y una mancha clara ovalada apical a la mancha oscura al centro de la celda y alejada del margen anterior y apical del ala; se observa una mancha clara en el tercio basal de la vena M_1 y otra a la mitad de la vena M_2 ; celda m_1 con una mancha clara distal alargada que no alcanza el margen del ala; celda m_2 con una mancha clara extendida inmediatamente antes la ramificación medio-cubital y una más grande en el ápice de la celda muy cerca del margen del ala; celda m_4 con una mancha clara grande central que generalmente se extiende desde la vena M_{3+4} al margen del ala; celda anal con una gran mancha clara en la porción distal alejada del margen del ala y una poco definida en la base que nítidamente se proyecta por el margen posterior (Fig. 1a). Macrotriquia densa por toda la superficie del ala. Abdomen marrón oscuro, con dos espermatecas piriformes, casi globulares, con diámetros ligeramente desiguales, estando presente la reminiscencia de la tercer espermateca con forma ovalada y además un anillo presente (Fig. 1c).

Diagnosis del macho. Coloración como la hembra. Antena plumosa. Ala más estrecha y con menos macrotriquia, 0.7-0.99 mm de largo (Fig. 2a). Noveno esternón con excavación caudo-mediana apenas perceptible, la membrana ventral espiculada; procesos apico-laterales del noveno tergo largos y delgados. Gonocoxito con raíz ventral muy delgada, raíz dorsal fuerte y similar en longitud; gonostilo ligeramente curvo desde la base, disminuyendo paulatinamente su diámetro hasta llegar a una punta delgada y algo curva a manera de gancho (Fig. 2c). Edeago con arco basal, los apodemas basales moderadamente robustos, así como la porción distal que se va volviendo delgada en el extremo (Fig. 2d).

Parámeros cada uno con brazo basolateral corto y delgado; el tallo ligeramente grueso, gradualmente adelgazado hacia la parte distal, para terminar en punta afilada simple retorcida latero-ventralmente (Fig. 2e) (Wirth & Hubert 1960).

Comentarios. Es una especie que al igual que *Culicoides arizonensis* Wirth & Hubert, 1960 y *Culicoides ryckmani* Wirth & Hubert, 1960 tiene una mancha clara en el ápice de la celda anal y una mancha clara ovalada en la parte distal de la celda r₅ o alargada en el eje de la celda. Se parece a *C. arizonensis* y difiere de *C. ryckmani* en tener la membrana ventral del edeago masculino espiculada y se puede separar fácilmente de *arizonensis* por la forma de las espermatecas, que son más grandes y muy desiguales en *arizonensis*.

Según Wirth & Hubert (1960) la especie se había registrado en Arizona, California y Texas en los Estados Unidos, y también en México. En México existen registros en el Distrito Federal (Root & Hoffman 1937) y Baja California Norte (Ryckman 1960), este trabajo evidencia el primer registro para San Luis Potosí.

Culicoides copiosus al igual que *Culicoides butleri*, *C. bakeri* y *C. loughnani* forma parte del grupo *copiosus*, un complejo de especies que se ha asociado a regiones áridas y semiáridas, en donde en periodos de calor y aridez intensa utilizan a los cactus como sitios atractivos de reproducción y desarrollo evitando la desecación gracias a su alto contenido de agua en sus tejidos suculentos y nutrientes (Ryckman 1960; Ryckman & Ames 1953; Wirth & Hubert 1960).

Culicoides copiosus estuvo presente en el sitio del matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* de vegetación madura en el municipio de Rioverde y fue la especie más abundante en el sitio del bosque de pino-encino del municipio de Villa de Reyes. El 75% de los ejemplares recolectados tuvieron actividad nocturna, seguido del 23% al amanecer y solo el 2% al medio día. Se identificaron 98 hembras y se corroboró la especie con 2 machos.

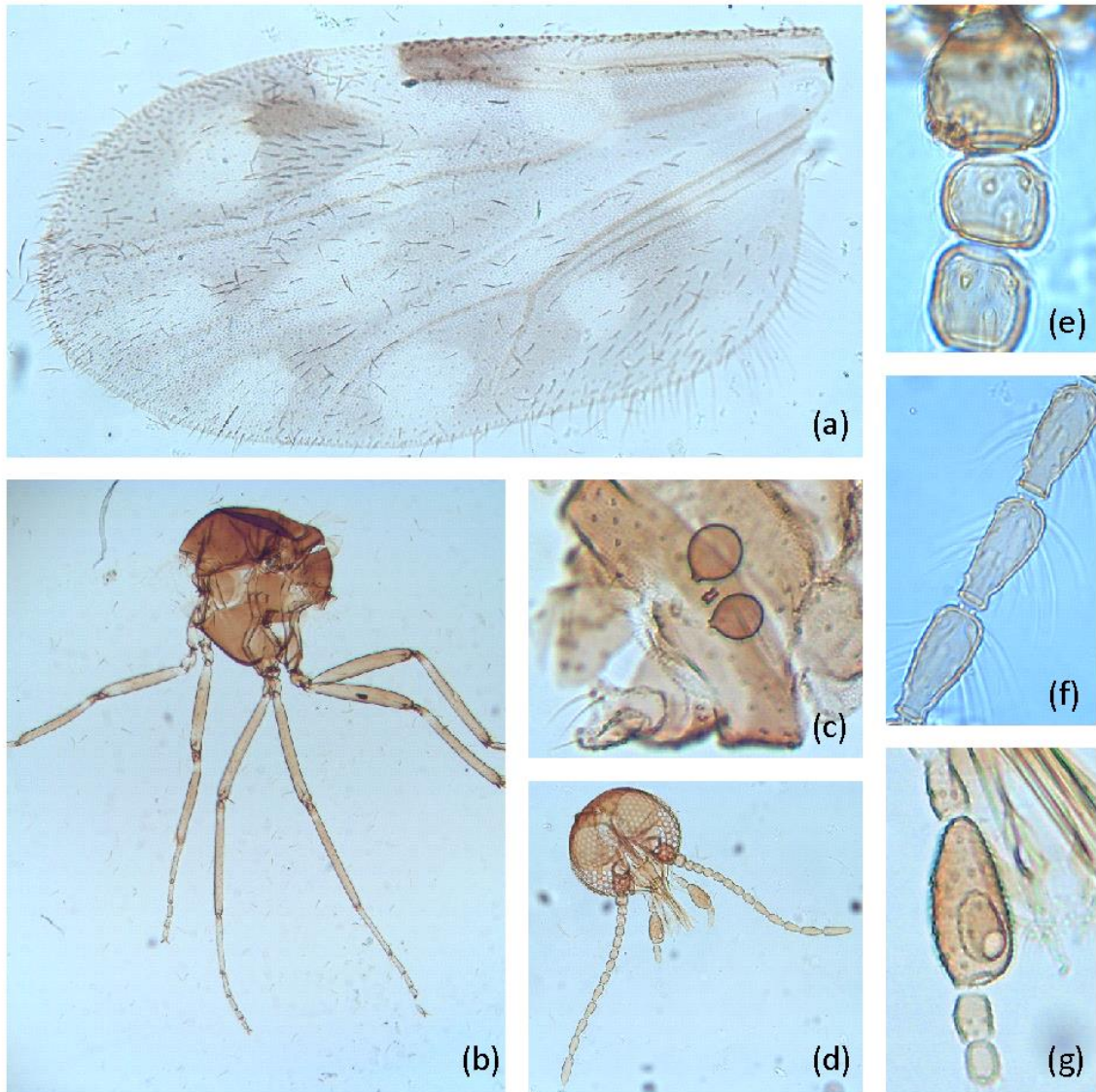


Fig. 1. *Culicoides (Drymodesmyia) copiosus* Root & Hoffman. Hembra: (a) Ala; (b) Tórax y patas; (c) Espermatecas; (d) Cabeza; (e) Sensilas del primer flagelómero; (f) Sensilas distales de los flagelómeros 9-11; (g) Palpo.

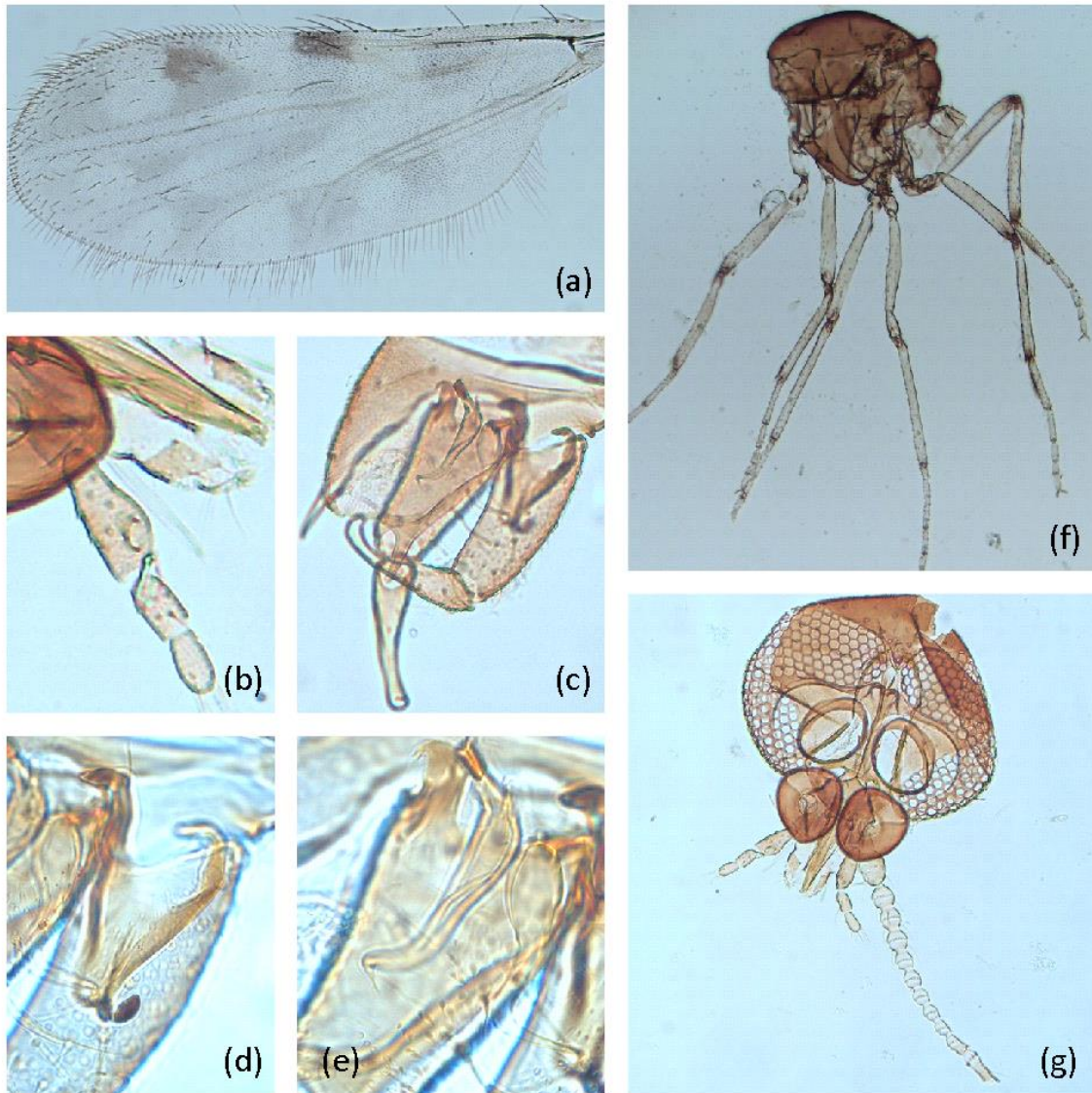


Fig. 2. *Culicoides (Drymodesmyia) copiosus* Root & Hoffman. Macho: (a) Ala; (b) Palpo; (c-e) Detalles de los terminaría; (f) Tórax y patas; (g) Cabeza.

***Culicoides (Drymodesmyia) butleri* Wirth & Hubert**

(Figura 3)

Culicoides butleri Wirth & Hubert, 1960: 650, tipos hembra y macho. Localidad tipo: U.S.A., Arizona, Baboquivari Mts., Brown Canyon.

Culicoides (Drymodesmyia) butleri Wirth & Hubert: Wirth *et al.* 1985: 14, 1988: 24 (discusión taxonómica, registros en México). Borkent & Grogan, 2009: 14 (End la list de New World Biting Midges North of Mexico end subgenera *Drymodesmyia*).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 22-sep-2017, trampa CDC No. 4, amanecer, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 6, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra.

Diagnosis de la hembra. De acuerdo con la descripción original de Wirth & Huber (1960), la cabeza es de color marrón (Fig. 3f), los ojos están estrechamente separados, desnudos (Fig. 3g). Antena con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1-13 (Fig. 3c). Tercer segmento del palpo ensanchado, 2.36 (2.3-2.5, n = 2) veces más largo que la amplitud máxima, ligeramente decreciente en sentido proximal, con una profunda abertura sensorial por un poro de aproximadamente del mismo diámetro (Fig. 3e). Probóscide moderadamente larga; mandíbula con dientes finos. Tórax es de color marrón oscuro; escudo con tres franjas longitudinales muy oscuras de color marrón, separadas por líneas prominentes, muy estrechas claras; fosas humerales con mancha pruinosa blanca. Patas parduzcas, articulación femoral-tibial negruzca; anillos claros estrechos preapicales en el fémur anterior y prebasal en todas las tibias (Fig. 3a). Ala 1.28 mm (1.21-1.31, n = 3) de largo. Manchas claras grandes y bien definidas; una mancha clara sobre la vena r-m que se extiende desde la costa hasta la media; la celda r₅ con dos manchas claras postestigmáticas más o menos fusionadas, una al final de la costa y la otra detrás de la segunda celda radial; porción distal de la celda r₅ con dos manchas claras más o menos fusionados orientadas transversalmente a través de la celda; mancha clara en la porción basal de la vena M₁ y otra en la mitad de la vena M₂; celda m₁ con una mancha ovala en la porción distal, ubicada lejos del margen del ala; celda m₂ con una pequeña mancha clara situada justo enfrente de la horquilla medio-cubital y otra redonda grande en el apice de la celda, cerca del margen del ala; celda m₄ con una gran mancha redonda en el centro desde la vena M₃₊₄ hasta el margen del ala; celda anal con una mancha clara posterior a la base y dos en la porción distal, una más pequeña que la otra; mancha clara en la base del tallo medio-cubital; manchas claras

estrechas en el margen del ala a lo largo de los ápices de las venas M_1 , M_2 y M_{3+4} (Fig. 3d). Macrotriquia larga y numerosa, que se extiende hasta la base del ala. Balancín claro. Abdomen de color marrón oscuro. Espermatecas muy alargadas y con forma de saco, ligeramente afiladas en la base y sin cuello, la abertura al conducto es grande; espermatecas desiguales (Fig. 3b).

Comentarios. *Culicoides butleri* tiene patrones de ala muy similar al de *C. jamaicensis* Edwards, 1922 *C. bakeri* Vargas, 1954 y *C. sitiens* Wirth y Hubert, 1960, pero esta última puede separarse fácilmente por espermatecas muy alargadas, con forma de saco. Este tipo de espermatecas se encuentra solo en *C. loughnani* entre las especies de este grupo. Tiene una distribución en Arizona (Wirth & Hubert 1960) y México; Nuevo León (Borkent & Grogan 2009), siendo este trabajo el primer registro para San Luis Potosí. *Culicoides butleri* estuvo presente en los sitios de vegetación madura del matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* y en el bosque de pino-encino.

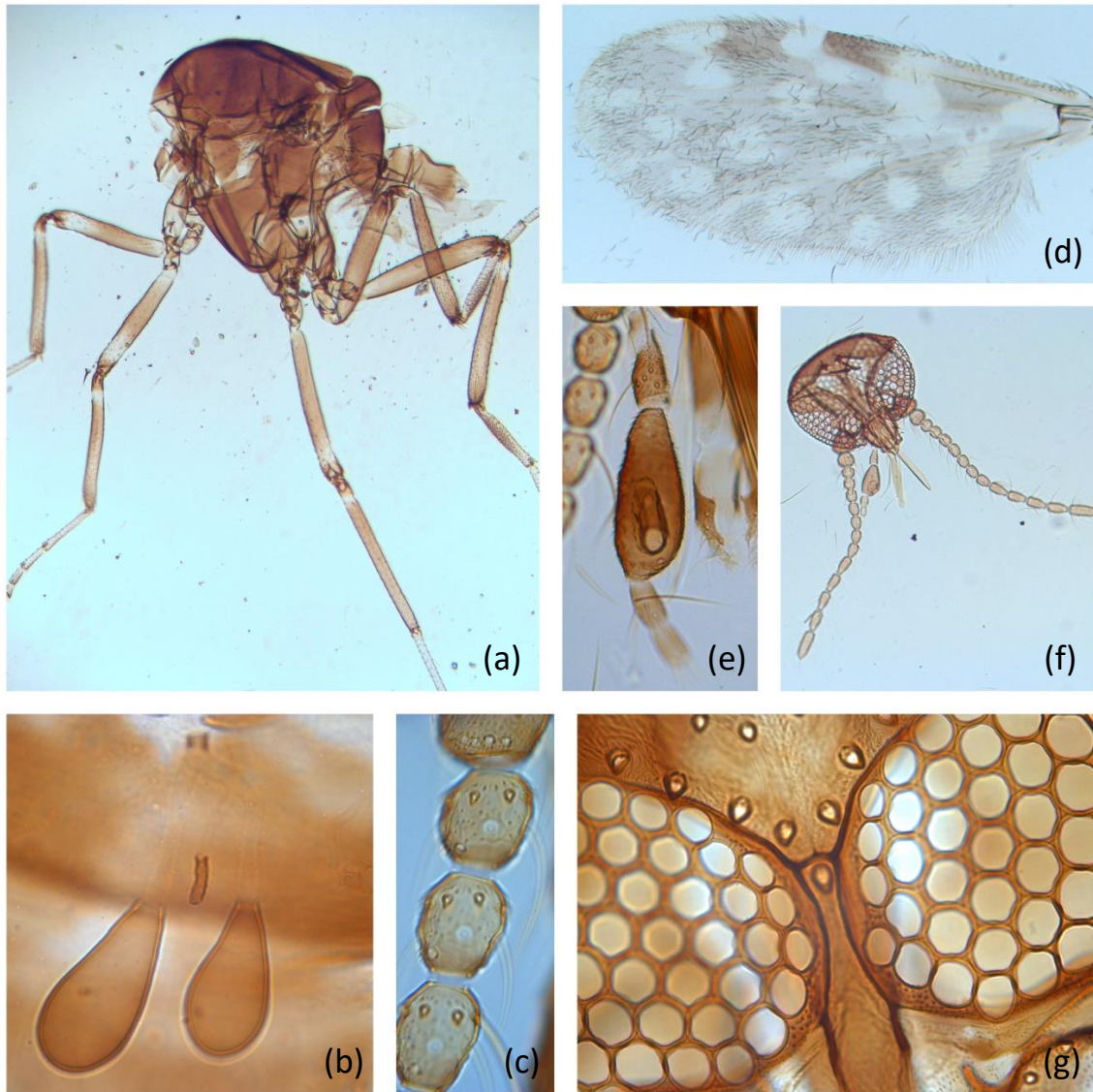


Fig. 3. *Culicoides (Drymodesmyia) butleri* Wirth y Hubert. Hembra: (a) Tórax y patas; (b) Espermatecas; (c) Sensilas de los flagelómeros 2-4; (d) Ala; (e) Tercer segmento del palpo; (f) Cabeza; (g) Ojos.

***Culicoides (Drymodesmyia) bakeri* Vargas**

(Figura 4)

Culicoides bakeri Vargas, 1954: 27, tipo hembra y macho; México, D. F., Lomas de Chapultepec. Wirth & Hubert, 1960: 652 (Figs. palpo, espermatecas; revisión de las especies como grupo *copiosus*); Wirth, 1974: 22 (en catálogo de Ceratopogonidae al sur de los Estados Unidos de América); Borkent & Wirth, 1997: 62 (en catálogo mundial de la familia Ceratopogonidae).

Culicoides (Glaphiromyia) bakeri Vargas: Vargas, 1960: 41 (como especie tipo del subgénero *Glaphiromyia*).

Culicoides (Drymodesmyia) bakeri Vargas: Wirth *et al.*, 1988: 24 (registros en México). Borkent & Spinelli, 2000: 30 (como especie tipo del subgénero *Drymodesmyia*). Huerta 2007: 24 (redescripción, Figs.).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 5, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 8, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra.

Diagnosis de la hembra. De acuerdo con la descripción de Huerta (2007), los cinco flagelómeros distales de la antena son más largos que los ocho proximales, estos últimos cortos y anchos; con sensilas presentes en los flagelómeros 1-13 (Fig. 4f). Los ojos están moderadamente separados (Fig. 4g); el palpo es más largo que la probóscide, el tercer segmento del palpo está ensanchado, con la fosa sensorial profunda, 2.29-2.45 (n=2) veces más largo que la amplitud máxima (Fig. 4c), mandíbula con dientes distales finos. El tórax es marrón oscuro, con un patrón de franjas longitudinales sobre el mesonoto. Las patas son marrón oscuras, fémures de la pata anterior y media con un anillo claro distal, fémur de la pata posterior marrón oscuro; tibias de todas las patas con anillo claro basal (Fig. 4b); peine tibial de la pata posterior con 4 sedas (Fig. 4d). El ala con medidas entre 1.21- 1.37 mm de largo; la celda r_2 incluida en una mancha oscura; celda r_1 con la parte distal incluida en una mancha oscura y la proximal incluida en una mancha clara; vena r-m incluida en una mancha clara; celda r_3 con el área postestigmal clara, mancha clara adyacente por debajo de la celda r_2 no confluyente con la postestigmal, dos manchas claras redondas distales separadas, sin llegar al margen distal del ala; base de la vena M_1 con una mancha clara, parte distal de la vena con una mancha clara muy tenue; celda m_1 con una mancha clara redonda distal sin alcanzar el margen del ala; vena M_2 con una mancha clara basal dispuesta en ambos lados de la vena, parte distal con una mancha clara muy tenue; celda m_2 con una mancha clara redonda distal sin llegar al margen distal del ala; vena CuA_1 con una pequeña mancha clara distal muy tenue en el margen

del ala; celda cuA₁ con una extensa mancha clara que no alcanza el margen del ala; vena CuA₂ oscura; celda anal con cuatro manchas claras pequeñas y separadas entre sí, las dos manchas anteriores sin alcanzar el margen del ala (Fig. 4a). Macrotriquia abundantes y dispersas en toda el ala. Abdomen con espermatecas esféricas con cuello corto y delgado, una tercera espermateca rudimentaria (Fig. 4e).

Comentarios. Esta especie puede reconocerse fácilmente de otras especies del subgénero *Drymodesmyia* Vargas por la forma de los parámetros del macho y en el caso de la hembra por la forma del frontoclípeo, espermatecas, patrón del tórax y ala.

Culicoides bakeri es una especie con distribución restringida en México, actualmente la localidad tipo (Lomas de Chapultepec), se encuentra rodeada en un área urbanizada hacia el noroeste de la Ciudad de México, Distrito Federal. El área natural más cercana a la localidad tipo, se conoce como Bosque de Chapultepec donde no se han podido obtener ejemplares de esta especie (Huerta 2007). Con este registro se expande la distribución conocida en San Luis Potosí, donde solo se capturó en el sitio del bosque de pino-encino, en trampas CDC durante la noche.

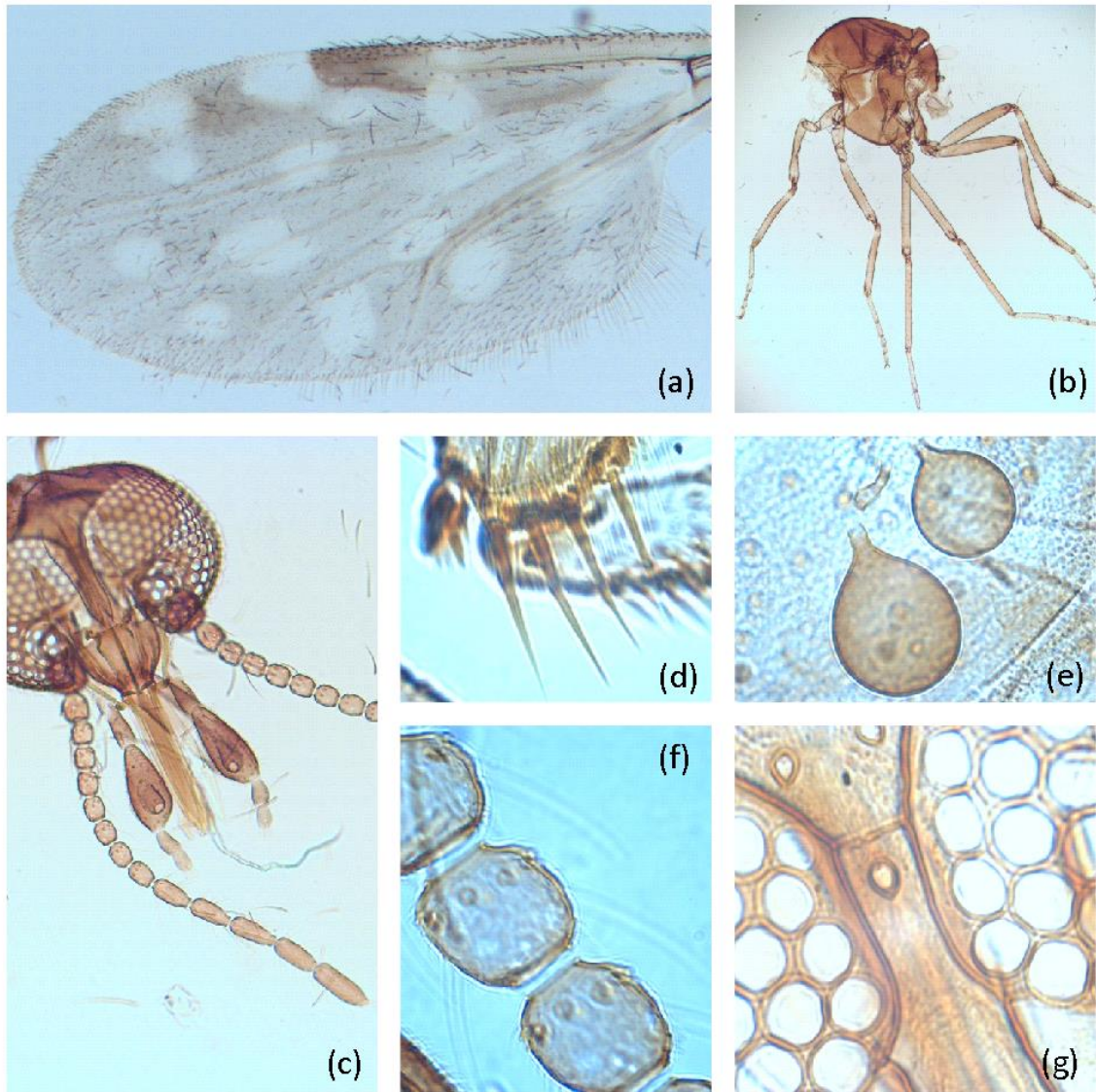


Fig. 4. *Culicoides (Drymodesmyia) bakeri* Vargas. Hembra: (a) Ala; (b) Tórax y patas; (c) Cabeza; (d) Peine de cuatro sedas; (e) Espermatecas; (f) Sensilas de los flagelómeros 4-6; (g) Ojos.

***Culicoides (Drymodesmyia) loughnani* Edwards**

(Figura 5)

Culicoides loughnani Edwards, 1922: 165 tipo hembra. Localidad tipo: Jamaica, Kingston. Hoffman, 1925: 282. Da Costa Lima, 1937: 413. Beck, 1952: 104 (macho; Florida). Foote & Pratt, 1954: 26 (redescripción; distribución; Figs.). Jones & Wirth, 1958: 89 (Texas). Wirth & Hubert, 1960: 649 (redescripción; distribución; Figs.). Jones, 1962: 721 (Texas; cacti). Dyce, 1969: 644 (redescripción; Australia; biología, cacti).

Culicoides (Drymodesmyia) loughnani Edwards: Vargas, 1960: 40 (como especie tipo del subgénero *Drymodesmyia*). Wirth *et al.*, 1985: 16, 1988: 26 (discusión taxonómica). Borkent & Grogan, 2009: 14 (En la lista de New World Biting Midges North of Mexico como subgénero *Drymodesmyia*).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 20-sep-2017, trampa CDC No. 8, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra.

Diagnosis de la hembra. Según Wirth & Blanton (1974), la especie tiene ojos moderadamente separados, desnudos (Fig. 5b). Proporción del palpo 2.6; tercer segmento moderadamente ensanchado, con una fosa sensorial profunda que se estrecha en el poro, ligeramente más pequeño (Fig. 5e). Probóscide moderadamente larga; mandíbula con dientes finos. Tórax de color marrón oscuro, casi negruzco; mesonoto con tres franjas longitudinales oscuras separados por estrechas líneas blanquecinas. Patas claras; articulación femoro-tibial negruzca; anillos claros estrechos preapicalmente en todos los fémures y prebasalmente en todas las tibias (Fig. 5d); peine tibial con cuatro sedas, la segunda del espolón más larga (Fig. 5a). Ala 1.26 mm de longitud. Patrón con dos manchas anteriores muy oscuras, una sobre la segunda celda radial y otra en la mitad del margen anterior de la celda r_5 ; marcas claras extensas e interconectadas; las venas M_1 , M_2 y M_{3+4} , todas claras con un margen casi nítido en las bases, el ápice de la vena Cu_1 oscuro; mancha clara distal en la celda r_5 doble, extendiéndose ampliamente hasta el margen del ala anterior; mancha clara en la porción distal de la celda m_2 que alcanza el margen del ala, pero no la mancha clara distal en la celda m_1 ; mancha clara distal en la celda anal doble debido a la fusión de dos manchas, continua con área clara en la base de la celda (Fig. 5f). Macrotriquia larga y numerosa, que se extiende hasta la base del ala. Balancín claro. Abdomen claro amarillento arriba. Dos espermatecas con anillos esclerotizados y una tercera rudimentaria; a modo de saco alargado, ligeramente desigual, aberturas a conductos anchos, cuellos no presentes (Fig. 5c).

Comentarios. Esta especie es fácilmente reconocible por las extensas marcas claras en las alas y patas, por las características espermatecas alargadas y con forma de saco. Tiene distribución en Bahamas, Cuba, Jamaica; Alabama, Florida, Georgia y Texas en los Estados Unidos; en Australia fue introducido accidentalmente (Wirth *et al.* 1985, 1988). En México solo se tienen registros en Yucatán (Borkent *et al.* 2009), este es el primer registro para San Luis Potosí, donde sólo se encontró un ejemplar en el sitio del matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* de vegetación madura, durante la noche.

Edwards (1922) reportó que *C. loughnani* se alimenta del humano y tiene actividad a lo largo de toda la tarde, siendo más activo a medida que se acerca el atardecer. Jones (1962) informó por primera vez sobre la cría de *C. loughnani* en cactus podridos en América; la posibilidad había sido fuertemente indicada anteriormente por el trabajo de Wirth & Hubert (1960).

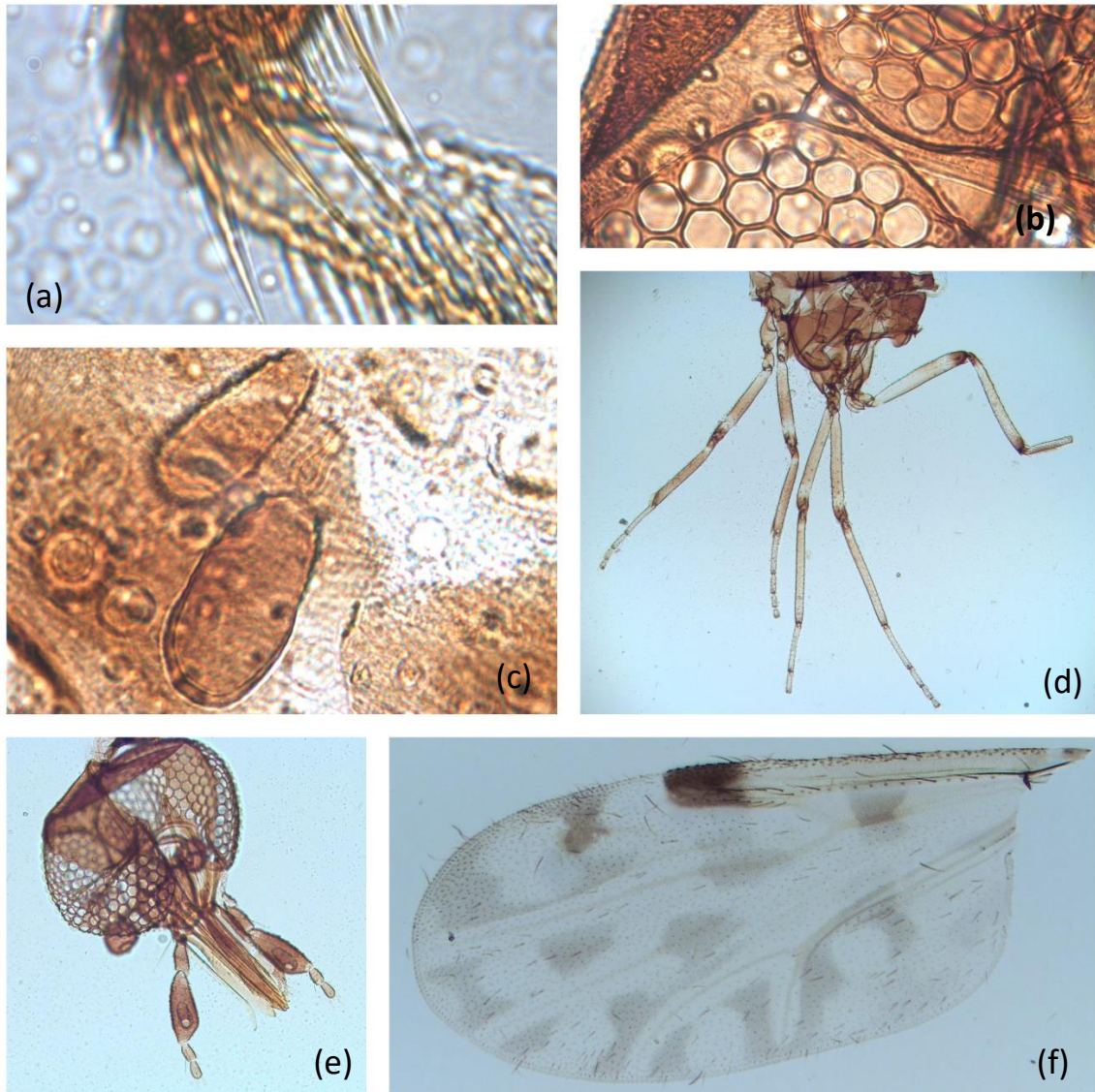


Fig. 5. *Culicoides (Drymodesmyia) loughnani* Edwards. Hembra: (a) Peine de cuatro sedas; (b) Ojos; (c) Espermatecas; (d) Tórax y patas; (e) Cabeza; (f) Ala.

***Culicoides (Diphaomyia) baueri* Hoffman**

(Figura 6)

Culicoides baueri Hoffman, 1925: 297. Localidad tipo: U.S.A., Maryland.

Culicoides (Diphaomyia) baueri: Vargas, 1960: 35 (como especie tipo del subgénero *Diphaomyia*). Wirth *et al.*, 1985: 16 (discusión taxonómica; registros en México). Borkent & Grogan 2009: 13 (En la lista de New World Biting Midges North of Mexico como subgénero *Diphaomyia*). Huerta *et al.* 2012: 2 (registros en México).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra.

Diagnosis de la hembra. De acuerdo con Wirth *et al.* (2015), la hembra se reconoce por presentar la cabeza con los ojos apenas separados (Fig. 6c, d), labro con 0.15 mm de longitud, palpo con alrededor de 0.18 mm de longitud, el tercer segmento más largo que el primero y el segundo expandido apicalmente con una vesícula sensorial grande y profunda (Fig. 6f), el cuarto segmento casi globular, más ancho y corto que el segmento apical. El tórax presenta el mesonoto con dos franjas oscuras dorso-centrales, una banda anterior con forma de Y invertida, una banda media que las conecta y el área prescutelar ancha en la parte posterior y adelgazada en la parte media anterior; primero y segundo par de patas pardo con el fémur presentando un anillo preapical claro y las tibias con anillos claros prebasales; tercer par de patas con los fémures completamente oscuros y las tibias con anillo claro prebasal únicamente (Fig. 6b); tibia de la pata posterior con un peine de cuatro sedas robustas de las cuales la primera es la más larga. Ala tan larga como 1.19 mm de largo, con abundante macrotiquia; la segunda celda radial incluida en una mancha oscura; apical a la mancha oscura de la segunda celda radial existen dos manchas claras anteriores a la vena M_1 , las cuales son transversales y tienen forma de reloj de arena; la mancha clara postestigmal es transversal y toma contacto con la vena M sobre la r-m; la vena M_1 está montada sobre una mancha clara que corre desde el nivel de la base de la mancha oscura estigmática hasta su ápice; la celda m basal presenta una mancha clara casi en nivel de la clara postestigmal; celda m_1 con una mancha basal que se fusiona con la mancha clara que bordea la vena M_2 y otra mancha clara centrada, lejos de las venas y del margen del ala; vena M_2 bordeada de una mancha clara que va desde el nivel de la mancha basal de la celda m_1 con la cual está fusionada hasta el borde del ala; celda m_2 con mancha clara redondeada alejada de las venas y del borde del ala; vena Cu_1 y Cu con mancha clara en toda su longitud del margen anterior; venas Cu_1 y Cu_2 bordeadas cada una con un área clara en toda su

longitud; celda cu_1 con una mancha clara abierta con el área clara de Cu_1 ; celda anal con dos manchas claras, la basal doble y la apical sencilla (Fig. 6a). Abdomen con dos espermatecas desarrolladas, similares en tamaño y ovaladas, una con cuello largo y además existe una reminiscencia de la tercer espermateca que es delgada y tan larga como la mitad de la longitud de las espermatecas funcionales; anillo esclerotizado evidente (Fig. 6e).

Comentarios. La especie más parecida a *Culicoides baueri* es *C. iriartei* Fox, 1952, pero la carencia de área clara a lo largo de la vena M_1 y la presencia de un anillo claro preapical en el fémur del tercer par de patas (Huerta *et al.* 2012) distingue a *C. iriartei* de la especie encontrada en este trabajo.

Esta especie se conoce en los Estados Unidos de Colorado, Maryland, Tennessee, sur de Louisiana y Florida (Borkent *et al.* 2009), y en México existen registros en el Distrito Federal (Root & Hoffman 1937), Guerrero, Tamaulipas (Vargas 1945) y Puebla (Huerta *et al.* 2012). Es una especie rara en comparación con las otras debido a que fue el único ejemplar hembra recolectado, sin haberse encontrado ejemplares machos en el sitio del bosque de pino-encino del municipio de Villa de Reyes durante la noche. Con este registro se expande la distribución conocida, siendo el presente el primer registro para San Luis Potosí.

Culicoides baueri se ha asociado a bosques mixtos de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.) en los Estados Unidos (Garvin & Greiner 2003; Kramer *et al.* 1985; McGregor *et al.* 2018; Swanson & Adler 2010). La posible causa de que en este estudio sea una especie rara es porque se ha encontrado con mayor abundancia en estratos verticales más altos, que varían entre 5-10 m (Atkinson 1988; Garvin & Greiner 2003; Swanson & Adler 2010). Esta especie se alimenta de vertebrados como ardilla gris (McGregor *et al.* 2018), pavo (Atkinson 1988; Linley 1985) y codorniz (Weinmann *et al.* 1979).

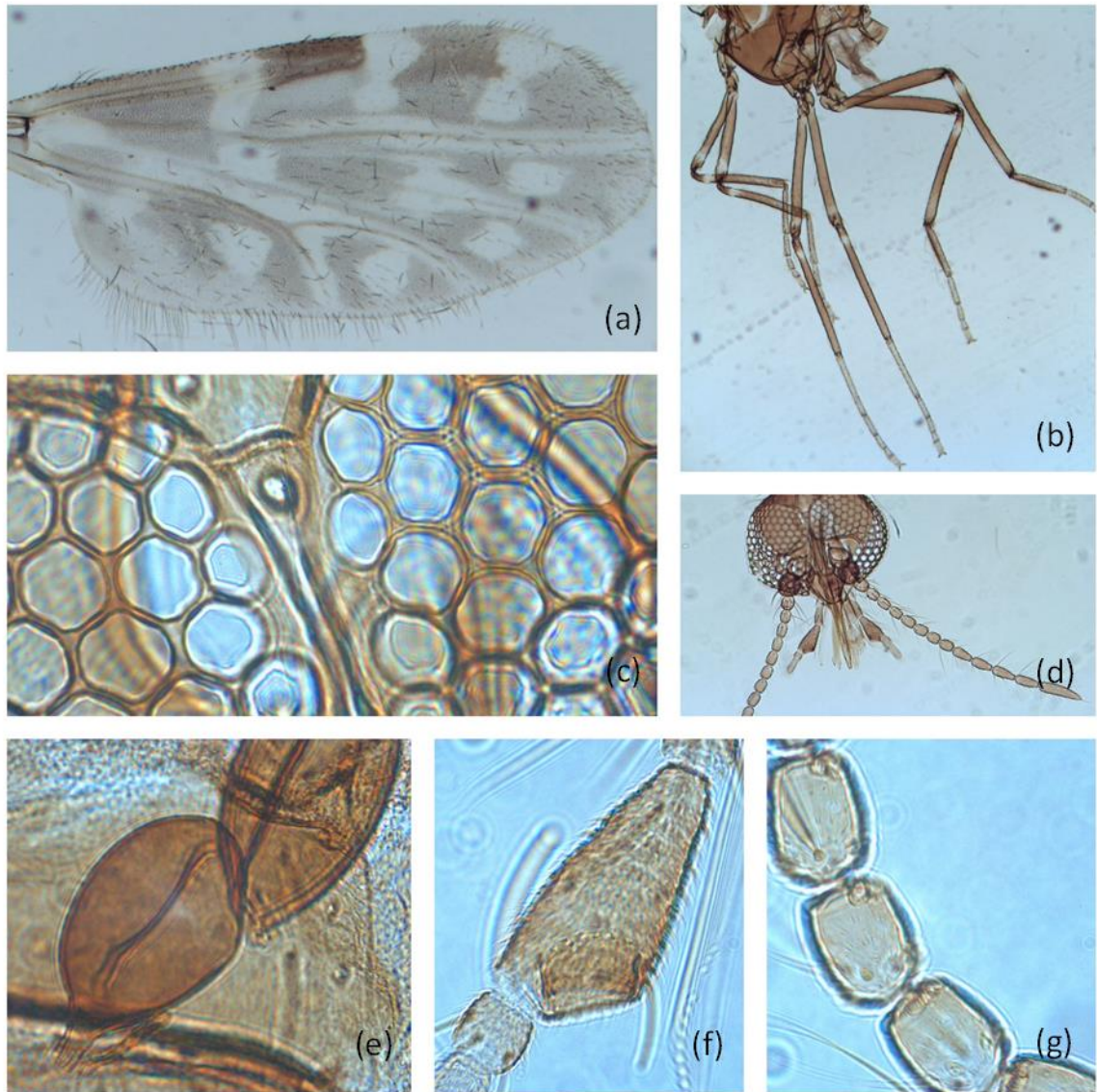


Fig. 6. *Culicoides (Diphaomyia) baueri* Hoffman. Hembra: (a) Ala; (b) Patas; (c) Ojos; (d) Cabeza; (e) Espermatecas; (f) Tercer segmento del palpo; (g) Sensilas distales de los flagelómeros 5-8

***Culicoides (Diphaomyia) haematopotus* Malloch**

(Figura 7)

Culicoides haematopotus Malloch, 1915: 302, tipo hembra y macho. Localidad tipo: U.S.A., Illinois, Urbana. Hoffman, 1925: 299 (hembra; redescrición Figs.). Root & Hoffman, 1937: 70 (hembra, macho; redescrición; Figs.; distribución). Foote & Pratt, 1954: 23 (redescrición; Figs.; distribución). Atchley, 1967: 987 (Nuevo México; redescrición; Figs.). Atchley & Willis, 1979: 537 (Grupo *Culicoides haematopotus*).

Culicoides (Diphaomyia) haematopotus: Vargas, 1960: 40 (como especie tipo del subgénero *Diphaomyia*). Wirth *et al.*, 1985: 18, 1988: 32 (discusión taxonómica, registros en México). Borkent & Grogan, 2009: 13 (En la lista de New World Biting Midges North of Mexico como subgénero *Diphaomyia*). Huerta *et al.*, 2012: 8 (registros en México).

Culicoides (Diphaeomyia) haematopotus: Blanton & Wirth, 1979: 95 (subgénero; registros Florida; distribución).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Rioverde, San Francisco, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 13-oct-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra.

Diagnosis de la hembra. De acuerdo con Atchley & Willis (1979), la especie se reconoce por tener los ojos estrecha a moderadamente separados, desnudos (Fig. 7a). La antena con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1, 3, 5, 7-13, a veces está presente en 4 y 6 (Fig. 7f, g). Tercer segmento del palpo moderadamente ensanchado, 2.4 (n= 1) veces más largo que la amplitud máxima (Fig.7d); fosa sensorial poco profunda con gran abertura redonda. Probóscide moderadamente larga, mandíbula con dientes vestigiales. Mesonoto con un par de franjas antero-medianas gris claras completas. Patas marrón oscuro, articulación femoro-tibial negruzca; bandas claras distintas en fémures y tibias en cada lado de la articulación, tibia posterior con banda clara apical ancha; peine tibial con cuatro sedas, la más cercana al espolón más larga (Fig. 7c). Ala 1.23 mm de largo, con manchas claras prominentes y distintas; mancha clara sobre la vena r-m, que no se extiende hacia las celdas costales o mediales; la celda r₅ con una mancha clara postestigmal transversal y una mancha clara redonda y pequeña en el ápice extremo de la celda; manchas claras pequeñas y distintas que se extienden a lo largo de la vena M₂ en el tercio proximal y en la longitud media; celda m₁ con una mancha clara en el margen del ala; la celda m₂ con una mancha clara oval cerca de la base, manchas claras distintas que se encuentran detrás de la horquilla medial y frente de la horquilla medio-cubital, y una pequeña mancha redonda en el margen del ala; celda m₄ con una gran mancha clara redonda cerca del ápice que

se extiende ampliamente desde la vena M_{3+4} hasta el margen del ala; celda anal con doble mancha clara en la porción distal y, en ocasiones, una mancha clara indistinta cerca del margen del ala en la porción proximal de la celda (Fig. 7e). Macrotriquia moderadamente numerosa en la mitad distal del ala y en la mitad distal de la celda anal; celdas radiales distintas. Balancín claro. Abdomen: marrón claro. Dos espermatecas funcionales más una tercera rudimentaria y anillo esclerotizado, este último característico de tener forma circular de brida. Las espermatecas funcionales ligeramente desiguales, ovaladas con cuellos esclerotizados largos (Fig. 7b).

Comentarios. *Culicoides haematopotus* frecuentemente es confundida con *Culicoides edeni* Blanton & Wirth, 1974 en Florida, y con *Culicoides defoliarti* Atchley & Wirth, 1979 en los estados del oeste de Estados Unidos. Las tres especies son muy similares en caracteres estructurales, patrones mesonotales, alas y genitales masculinos casi idénticos. Presentan alas con manchas claras prominentes a lo largo de las venas M_1 y M_2 , y una mancha única clara redonda en la porción distal de la celda r_5 . *Culicoides edeni* se caracteriza por ser una especie significativamente más clara con tórax de color marrón amarillento y patas claras, la mancha clara sobre la vena r-m se extiende anterior al margen costal, y hay una mancha clara distinta en la porción proximal de la celda anal, cerca del margen del ala. En *C. defoliarti*, hay manchas marginales del ala en las celdas r_5 , m_1 y m_2 que se encuentran con el margen del ala pero solo de forma estrecha o casi nula, el patrón escutal tiene cuatro manchas claras separadas en el área anteromediana, la antena con sensilas distales en los flagelómeros 1, 8-13 y no proporcionalmente tan largos como en *C. haematopotus*. Tiene una distribución generalizada en la mayor parte de los Estados Unidos, el sur de Canadá, el norte de México y Honduras (Wirth *et al.* 1988). En México se ha reportado en Baja California (Atchley & Wirth 1979), Distrito Federal (Root & Hoffman 1937), Guerrero (Vargas 1945), Chiapas (Macfie 1848), Puebla y Veracruz (Huerta *et al.* 2012); este trabajo provee el primer registro para San Luis Potosí.

Culicoides haematopotus al igual que *C. baueri*, se ha asociado a bosques mixtos de pino-encino, con preferencia en dosel de encinos (Mcgregor *et al.* 2018; Swanson 2012). En otros estudios se ha recolectado con mayor frecuencia de 1,5 a 2,0 m por encima del suelo (Nelder *et al.* 2010), lo que pudiera explicar porque en este estudio solo se obtuvo un ejemplar en el sitio del bosque de pino-encino. Los estadios inmaduros se han recolectado en hábitats húmedos o acuáticos poco profundos como orillas de estanques y arroyos de agua dulce, bancos de arena, lodo y en hoyos de árboles (Blanton & Wirth 1979).

Aunque solo se capturó un ejemplar durante la noche, un estudio realizado por Snow (1955) identificó que esta especie tiene actividad durante todo el día, y es

considerada por Hair & Turner (1968) con hábitos hematófagos generalistas. Sin embargo, Wirth & Bottimer (1956) recolectaron grandes cantidades de esta especie en un criadero de aves, y como se sugiere en Virgil *et al.* (2014), la presencia de sensilas coelocónicas en los trece flagelómeros, la especie es principalmente ornitófila (Greiner EC *et al.* 1992). Otros informes muestran que las hembras también se alimentan de humanos (Blanton & Wirth 1979). Es vector de *Haemoproteus* spp. (Atkinson 1988), filarias (Hibler 1963; Robinson 1971) y posiblemente vector del virus de lengua azul (Becker *et al.* 2010).

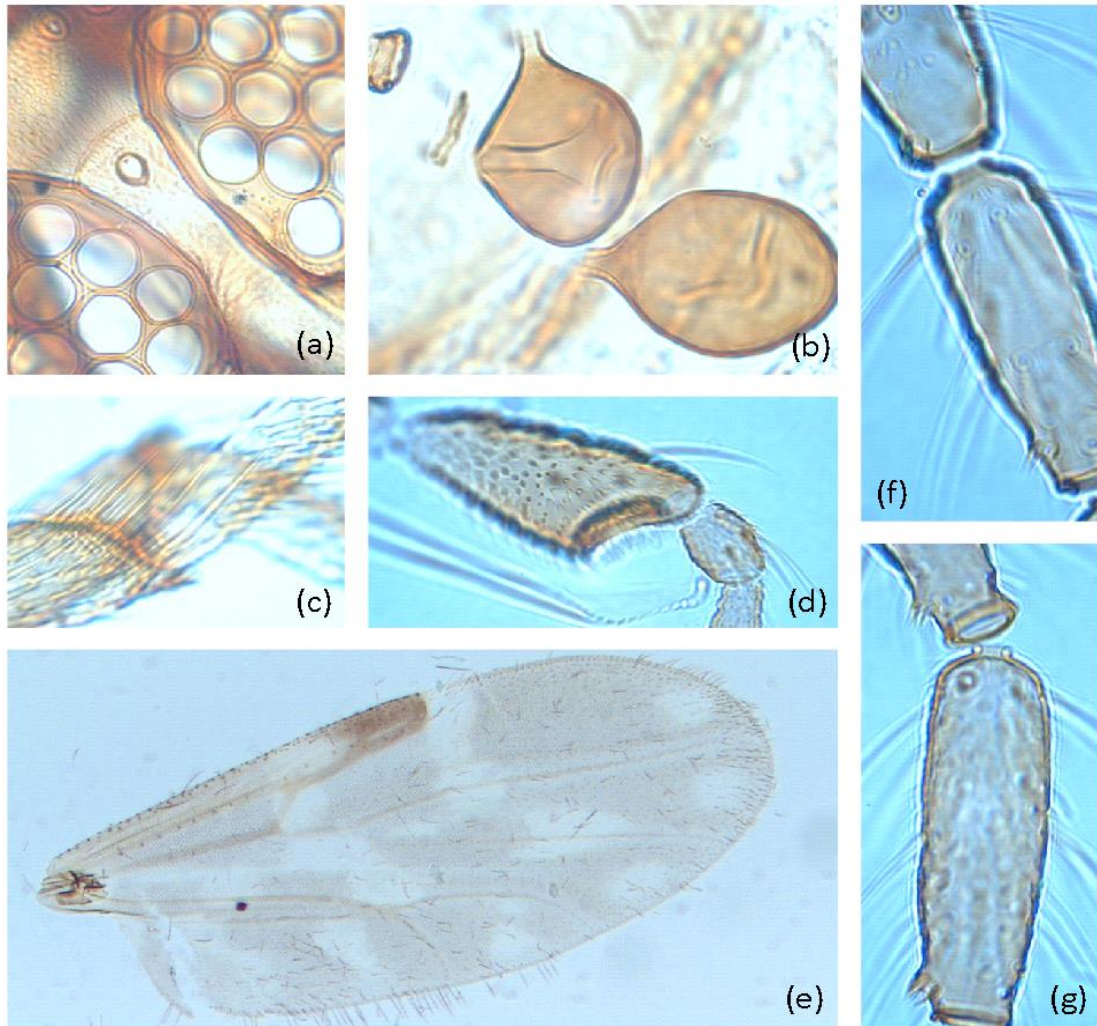


Fig. 7. *Culicoides (Diphaomyia) haematopotus* Malloch. Hembra: (a) Ojos; (b) Espermatecas; (c) Peine de cuatro sedas; (d) Tercer segmento del palpo; (e) Ala; (f) Sensilas distales de los flagelómeros 9-10; (g) Sensilas distales de los flagelómeros 11-13.

***Culicoides (Haematomyidium) paraensis* (Goeldi)**

(Figura 8)

Haematomyidium paraense Goeldi, 1905: 137, tipo hembra. Localidad tipo: Brasil, Pará, Belém.

Culicoides paraensis (Goeldi): Lutz, 1913: 55 (macho, hembra; Brasil; Fig. ala; combinación). Macfie, 1932: 486 (redescripción, Trinidad). Barretto, 1944: 92 (macho; Brasil; Fig. ala, genitales). Ortiz, 1951: 574 (redescripción; Venezuela; Figs.). Forattini, 1957: 426 (redescripción; Figs; distribución; extensiva bibliografía). Wirth & Blanton, 1959: 440 (redescripción; Panamá; Figs.). Wirth & Blanton, 1974: 71 (redescripción; Figs; distribución West Indies). Wirth & Felipe-Bauer, 1989: 553 (clave para especies del grupo *Culicoides Paraensis*).

Culicoides undecimpunctatus Kieffer, 1917: 307 (hembra; Argentina).

Culicoides (Haematomyidium) paraensis: Vargas, 1960: 42 (como especie tipo del subgénero *Haematomyidium*). Wirth *et al.*, 1985: 28, 1988: 50 (discusión taxonómica; registros en México).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 16-oct-2017, trampa manual, diurna Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 16-oct-2017, trampa CDC No. 4, medio día, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 17-oct-2017, trampa CDC No. 7, medio día, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 17-oct-2017, trampa CDC No. 1, medio día, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 17-oct-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 18-oct-2017, trampa CDC No. 1, medio día, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 18-oct-2017, trampa CDC No. 2, medio día, Y. Guillén, col., 1 hembra.

Diagnosis de la hembra. Según la descripción de Wirth & Blanton (1974), tiene ojos estrechamente separados (Fig. 8d). Antena con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1, 6-8 (Fig. 8b, c). El tercer segmento del palpo está ligeramente ensanchado con una vesícula sensorial pequeña, 1.92 (1.23- 2.12, n= 7) veces más largo que la anchura máxima (Fig. 8e). Probóscide moderadamente larga; mandíbula con dientes vestigiales (Fig. 8f). El mesonoto tiene pruinosidad

grisácea oscura; tres franjas longitudinales destacadas, las laterales se ensanchan al nivel sutural. Patas de color marrón oscuro; fémur delantero y medio con anillos claros preapicales y prebasales en todas las tibias. Tibia trasera con anillos claros angostos preapicales (Fig. 8g), y un peine de cuatro sedas de las cuales la segunda es la más larga (Fig. 8h). El ala mide entre 0.73 (0.65- 0.77, n= 8) mm de largo. La segunda celda radial está incluida en una mancha oscura, la mancha clara sobre la vena r-m que alcanza el margen costal; celda r_5 con cuatro pequeñas manchas claras, dos manchas claras postestigmáticas ligeramente separadas, la tercera mancha larga y localizada preapicalmente en la celda, la cuarta pequeña en el extremo del apéndice; celda m_1 con tres pequeñas manchas claras; celda m_2 con una mancha clara en el arco basal (arculus), una mancha extendida atrás de la horquilla medial y en frente de la horquilla medio-cubital, mancha clara en la porción distal de la celda, cercana al margen del ala; celda m_4 con una mancha clara redonda cerca del margen del ala: celda anal con una mancha clara en la porción distal; ápices de las venas M_1 , M_2 , M_{3+4} y Cu_1 oscuras; segunda celda radial con lumen indistinguible. Macrotriquia dispersa en la mitad distal del ala, y menos densa en la base de la celda m_2 y celda anal, lumen definido (Fig. 8a). Balancín claro. Abdomen de color marrón oscuro. Dos espermatecas desiguales y una reminiscencia de la de tercer espermateca, con un anillo esclerotizado, conductos largos, y delgados (Fig. 8i).

Comentarios. *Culicoides paraensis* está estrechamente relacionado con *Culicoides debilipalpis* Lutz, 1913 excepto por la presencia de manchas claras adicionales cerca del margen del ala, en los ápices de la celda r_5 y m_1 , la presencia de una mancha clara en la porción anterior de la horquilla medio-cubital, y por una pequeña diferencia en la proporción del tercer segmento palpal y la forma de la vesícula sensorial. Las dos especies comparten el mismo tipo de hábitat (oquedades en árboles) y rango geográfico (Wirth & Blanton 1974).

Distribuido ampliamente en Estados Unidos desde Colorado, Nebraska, Wisconsin y Pensilvania hasta Luisiana y Florida (Borkent & Grogan 2009), América Central, Panamá (Wirth & Blanton 1959), Guatemala (Wirth 1955), Brasil (Lutz 1913), Sur de Argentina (Romaña & Wygodzinsky 1950), Bolivia y el oeste de India (Wirth & Blanton 1974). En México, esta especie ya había sido registrada para San Luis Potosí y Quintana Roo (Blanton & Wirth 1979), Tabasco y Veracruz (Wirth & Felipe-Baue 1989); más tarde Huerta *et.al* (2012) proporcionaron los primeros registro para Chiapas y nuevos registros para San Luis Potosí y Veracruz.

En este estudio se capturó únicamente en el sitio de la vegetación secundaria de la selva mediana perennifolia del municipio de Tamasopo. Es una especie que se ha encontrado con mayor abundancia en áreas antropizadas y es considerada como el principal vector en la transmisión del virus Oropuche (OROV) siendo una

amenaza para la salud pública en países de áreas tropicales y subtropicales de América Central y del Sur como Brasil, Ecuador, Panamá, Perú y Trinidad y Tobago (Sakkas *et al.* 2018). Se ha demostrado que las larvas emergen de vegetación en descomposición de tallos, tocones y otros residuos de plantas de banano y cacao (Hoch *et al.* 1986; Winder 1977; Winder & Silva 1972), después de haber explotado originalmente el material en agujeros de árboles secos, restos de hojas y suelo húmedo; (Mercer *et al.* 2003; Pappas *et al.* 1991; Wirth *et al.* 1989), por lo que la selva mediana perennifolia ofrece el sustrato necesario para sus sitios de reproducción. A diferencia de otras especies, *C. paraensis* se encuentra activa durante el día con un ligero pico al atardecer (Mercer *et al.* 2003; Roberts *et al.* 1981; Snow *et al.* 1957a) y a pesar de que es considerada como una especie antropófila, se ha visto que también se alimenta de conejo, pavo, gallina (Humphreys & Turner 1973) y ardilla gris (McGregor *et al.* 2018).

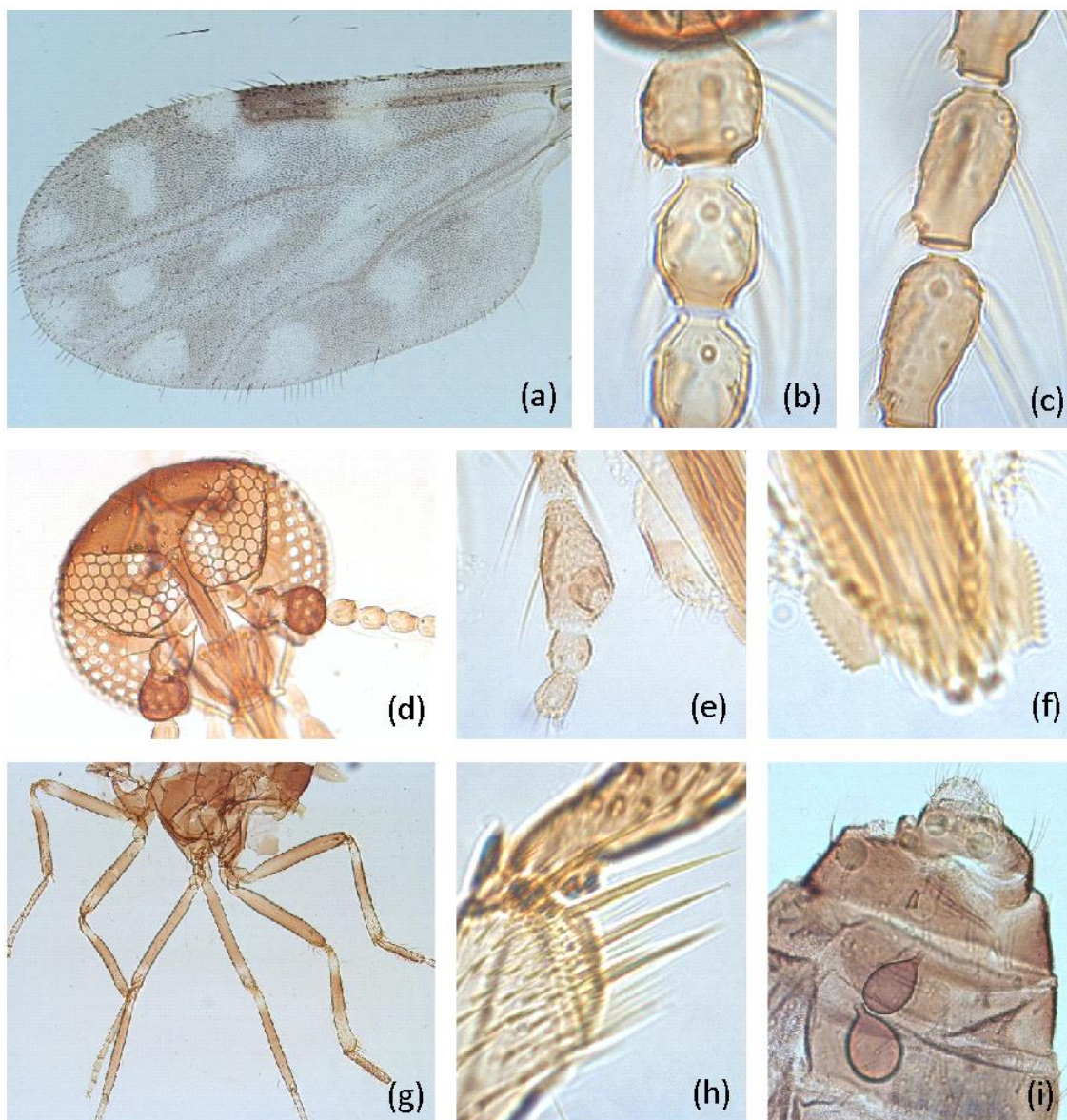


Fig. 8. *Culicoides (Haematomyidium) paraensis* (Goeldi). Hembra: (a) Ala; (b) Sensilas del primer flagelómero; (c) Sensilas distales de los flagelómeros 6-8; (d) Cabeza; (e) Palpo; (f) Dientes; (g) Patas; (h) Peine de cuatro sedas; (i) Espermatecas.

***Culicoides (Haematomyidium) eadsi* Wirth & Blanton**

(Figura 9)

Culicoides eadsi Wirth & Blanton, 1971: 37; tipo hembra y macho. Localidad tipo: U.S.A., Texas, Cameron Co.

Culicoides (Haematomyidium) eadsi Wirth & Hubert: Wirth *et al.*, 1985: 28, 1988: 46 (discusión taxonómica, registros en México). Borkent & Grogan, 2009: 14 (En la lista de New World Biting Midges North of Mexico en subgénero *Haematomyidium*).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 16-oct-2017, manual, diurna, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 18-oct-2017, trampa CDC No. 1, amanecer, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 17-oct-2017, trampa CDC No. 7, medio día, Y. Guillén, col., 3 hembras. México, San Luis Potosí, Rioverde, San Francisco, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 13-oct-2017, trampa CDC No. 8, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Rioverde, San Francisco, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 13-oct-2017, trampa CDC No. 2, nocturna, Y. Guillén, col., 3 hembras.

Diagnosis de la hembra. De acuerdo con la descripción original (Wirth & Blanton 1971) esta especie se caracteriza por tener cabeza con ojos ampliamente separados (Fig. 9b, d), con sedas cortas interfacetarias. Antena con sensilas distales prominentes, ubicadas en los flagelómeros 1, 6-8; palpo con el tercer segmento moderadamente ensanchado, con una abertura sensorial pequeña y profunda por un poro redondo, 2.71 (2.45- 2.9, n= 8) veces más largo que la amplitud máxima (Fig. 9e). El tórax pardusco, sin patrón conspicuo. Patas marrones, articulación femoro-tibial negruzca; fémur delantero y medio con anillos claros angostos preapicales, todas las tibias con anillos angostos prebasales claros y tibia posterior con el cuarto distal claro (Fig. 9f); peine tibial posterior con cuatro sedas, la segunda más cercana al espolón es más larga (Fig. 9c). Ala 0.84 (0.82- 0.91, n= 9) mm de largo, con mancha clara distal en la celda r_5 transversal, las dos manchas claras postestigmales ligeramente separadas; mancha clara distal en la celda anal ligeramente angular; distintas manchas claras presentes detrás de la horquilla medial y delante de la horquilla medio-cubital, celda r_2 estrecha, pero con lumen distinto; macrotriquia moderadamente numerosa en la mitad distal del ala que se extiende en una línea doble a la base de la celda m_2 (Fig. 9a). Balancín oscuro. Abdomen marrón oscuro. Dos espermatecas

desiguales, ovaladas; los cuellos son relativamente largos, robustos y ligeramente más angosto en el extremo (Fig. 9g).

Comentarios. La hembra de *C. eadsi* tiene caracteres similares a *C. debilipalpis* Lutz, 1913 como su tercer segmento palpal delgado, espermateca de tamaño desigual, macrotriquia abundante en alas, y manchas claras postestigmales ubicadas oblicuamente, a diferencia de *C. hoffmani* Fox, 1946 que su tercer segmento palpal es más corto y más amplio, las espermatecas son pequeñas de tamaño casi igual, la macrotriquia del ala es escasa, y las manchas claras postestigmales están ubicadas generalmente más separadas y en línea transversal. Los genitales masculinos de *eadsi* son prácticamente idénticos a los de *C. hoffmani*, pero esta última especie carece del lóbulo ventral en los parámetros. El desarrollo relativo y la posición doblada ventralmente del par sublateral de manchas distales en el edeago están sujetos a alguna variación tanto en *C. hoffmani* como en *C. eadsi*, y en ambas especies a menudo se encuentran visibles tres manchas distales prominentes.

Los datos disponibles muestran que esta especie es aparentemente alopátrica y está estrechamente relacionada con *C. debilipalpis* y *C. hoffmani*. *Culicoides debilipalpis* tiene un amplio rango de distribución en el este de los Estados Unidos desde Maryland hasta Florida y Louisiana, luego Honduras a través de América Central y del Sur y desde Trinidad a Argentina. *Culicoides hoffmani* se encuentra en las Indias Occidentales desde Jamaica y Puerto Rico hacia el sur hasta Trinidad y aparece nuevamente en Panamá (Wirth & Blanton 1971). En Texas y México, específicamente en Nayarit, San Luis Potosí y Yucatán, es reemplazada por *C. eadsi* (Wirth *et al.* 1988). Sin embargo, más tarde Huerta *et al.* (2012) encontraron algunas inconsistencias con *C. eadsi* y *C. debilipalpis* según la descripción de Wirth y Blanton (1971), pero no pudieron corroborar esta información con los paratipos.

Gran parte de la distribución publicada de estas dos especies ha sido confundida por determinaciones de las hembras que parecen erróneas, las cuales son muy difíciles de separar y aparentemente se superponen un tanto en los rangos de algunos caracteres. Por lo tanto, gran parte de la distribución debe seguir siendo cuestionable hasta que esté documentada por registros machos.

Culicoides eadsi se encontró en la vegetación secundaria de los sitios del matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* y la selva mediana perennifolia, con actividad durante todo el día. Los hábitats larvales en América del Norte y México se han encontrado en agujeros de árboles (Wirth & Blanton 1971), tocones y otras maderas podridas (Mullen & Hribar 1988), por lo que estos sitios proveen hábitats para su desarrollo larvario.

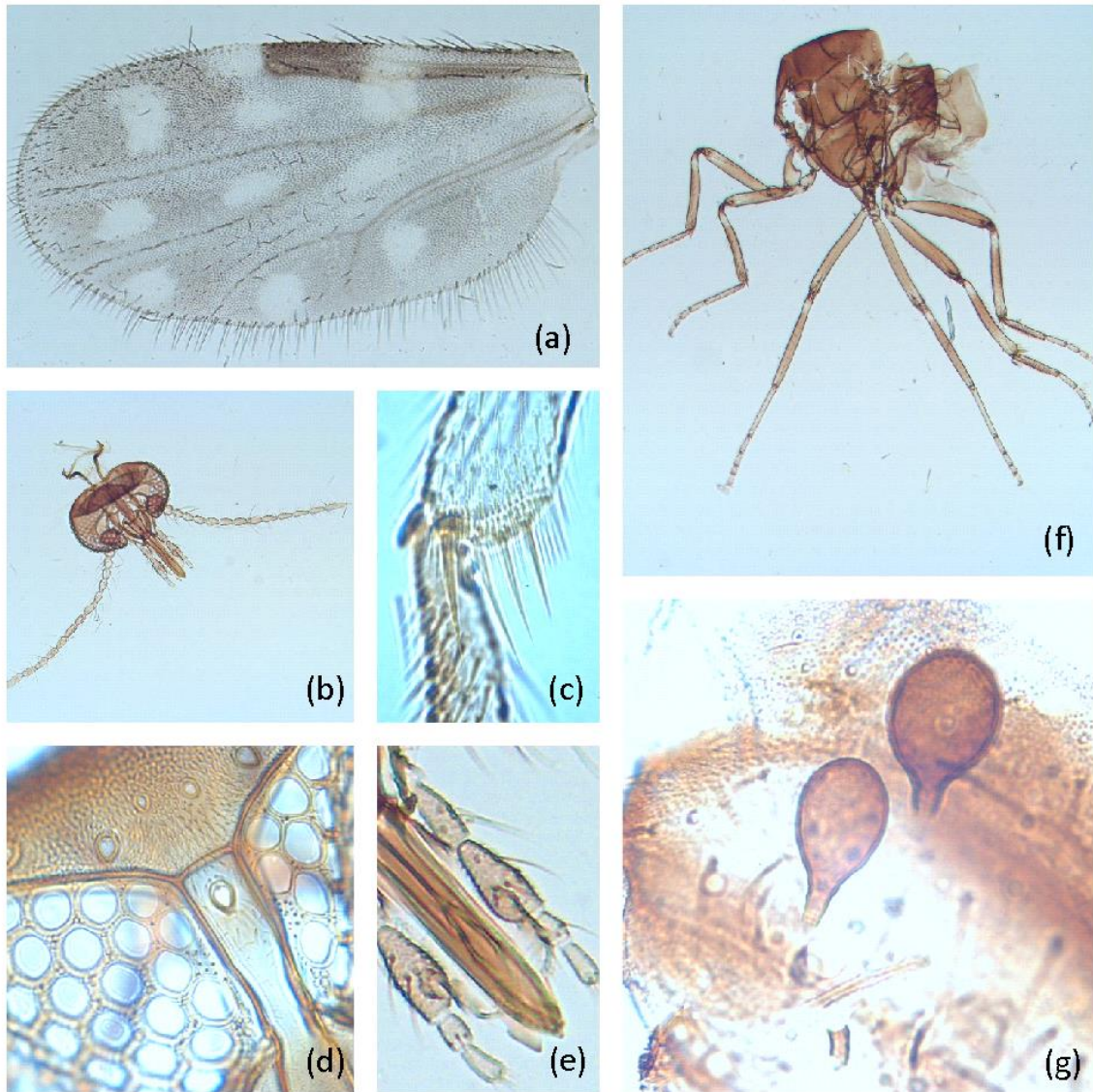


Fig. 9. *Culicoides (Haematomyidium) eadsi* Wirth & Blanton. Hembra: (a) Ala; (b) Cabeza; (c) Peine de cuatro sedas; (d) Ojos; (e) Palpo; (f) Tórax y patas; (g) Espermatecas.

***Culicoides (Hoffmania) diabolicus* Hoffman**

(Figura 10)

Culicoides diabolicus Hoffman, 1925: 294, holotipo hembra. Localidad tipo Panamá, Cabima, Isla Barro Colorado, Balboa. Macfie, 1937: 7 (hembra, macho; Trinidad). Costa Lima, 1937: 32 (Brasil, Colombia; Figs.). Vargas, 1944: 163 (México; Figs.), 1945: 6 (registros en México). Wirth & Blanton, 1959: 280 (Panamá; Figs.).

Culicoides filariferus Hoffman, 1939: 172 (hembra; Chiapas, México; Figs.).

Culicoides pseudodiabolicus Fox, 1946: 256 (hembra; Cumuto, Trinidad; Fig. ala).

Culicoides guttatus de autores (error de identificación, no Coquillett). Macfie, 1948: 42 (Chiapas, Mexico).

Culicoides (Hoffmania) diabolicus: Fox, 1948: 24 (como especie tipo del subgénero *Hoffmania*, notas, Figs.). Wirth *et al.*, 1988: 14 (discusión taxonómica). Borkent & Spinelli, 2007: 68 (En la lista de Neotropical Ceratopogonidae como subgénero *Hoffmania*). Huerta *et al.*, 2012: 11 (registros en México).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios, selva mediana perennifolia (secundaria), 16-sep-2017, CDC No.4, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra.

Diagnosis de la hembra. De acuerdo con Wirth & Blanton (1959), la cabeza es marrón (Fig. 10c), los ojos están contiguos y están desnudos (Fig. 10b). Antena con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1, 9-13 (Fig. 10a). El tercer segmento del palpo 3.6 veces mayor que la anchura máxima, con una fosa sensorial amplia y superficial (Fig. 10e). Mandíbula con dientes vestigiales. El mesonoto tiene un patrón prominente, amarillento en el centro, con un par de franjas casi-laterales oscuras. Patas marrones, articulación femoro-tibial de la pata delantera y media en su mayor parte amarillas, el fémur posterior oscuro hasta el ápice; tibia posterior con bandas anchas basales y amarillentas en la porción apical (Fig. 10g); peine tibial de la pata posterior con cinco espinas (Fig. 10d). Ala con una longitud de 1.17 mm, con una mancha clara en la vena r-m, vena R₄₊₅ no incrustada en el área clara sobre el ápice de la segunda celda radial, celda m₁ con dos manchas claras distales a la mancha dividida de la vena M₂ (Fig. 10f). Macrotriquia escasa en el tercio distal del ala. Balancín claro.

Comentarios. Se distingue de otras especies cercanas por su tamaño más pequeño, alas con marcas claras distintivas y bastante extensas, vena R₄₊₅ no incrustada en el área clara del ápice de la celda r₂, y tiene dos manchas claras distales a la mancha dividida de la vena M₂. Las especies con las que se ha

confundido son: *C. foxi* Ortiz, 1950 que tiene una mancha oscura en la vena R_{4+5} cerca del ápice de la celda r_2 ; *C. insignis* Lutz, 1913 que tiene la vena R_{4+5} incrustada basalmente en el área clara sobre la celda r_2 y una sola mancha clara en la celda m_1 , distal a la mancha dividida de la vena M_2 ; y con *C. guttatus* (Coquillett), que no tiene un patrón mesonotal y es más grande.

Culicoides diabolicus es una de las especies que más molestan al humano en América Latina (Wirth & Blanton 1959). Dampf (1936) encontró que esta especie estaba parasitada por larvas en desarrollo de filarias en Chiapas, México. Su distribución se extiende desde el sur de México hasta Venezuela y Ecuador (Borkent & Spinelli 2007). Se ha registrado en México en Chiapas, Veracruz (Vargas 1945), Oaxaca (Huerta *et al.* 2012). Este es el primer registro para San Luis Potosí.

Solo se obtuvo un ejemplar capturado manualmente en el sitio de vegetación secundaria de la selva mediana perennifolia, durante el mediodía. En un estudio realizado por Silva & Carvalho (2013), donde evaluaron los patrones de especies con actividad nocturna, encontraron que *C. diabolicus* estuvo presente en la zona selvática de una región urbana y en la zona peridomiliar rural, lo que da indicios de que esta especie, al igual que *C. paraensis* se encuentra en zonas selváticas antropizadas.

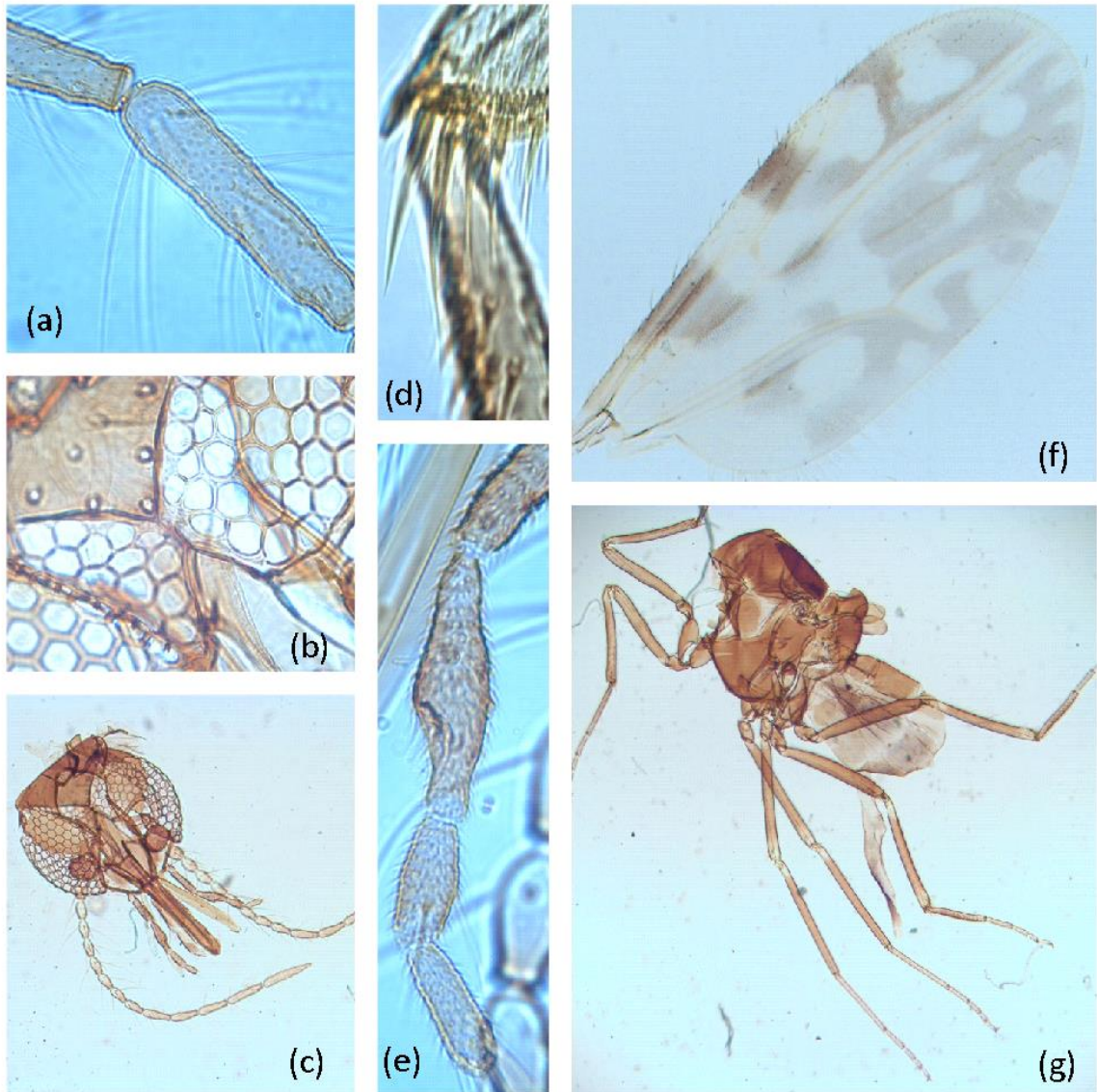


Fig. 10. *Culicoides (Hoffmania) diabolicus* Hoffman. Hembra: (a) Sensilas distales de los flagelómeros 10-11; (b) Ojos; (c) Cabeza; (d) Peine de cinco sedas; (e) Palpo; (f) Ala; (g) Tórax y patas.

Culicoides (Culicoides) elutus

(Figura 11)

Culicoides elutus Macfie, 1948: 75, tipo hembra. Localidad tipo: México, Chiapas, El Carrizal (Fig. ala). Wirth & Blanton, 1956: 212 (Hembra, macho; Figs., Panamá). Wirth & Blanton, 1959: 295 (redescrición; Panamá; Figs.).

Culicoides cockerelli tristriatulus Vargas 1945: 45 (mal identificado; Oaxaca, Camotlán).

Culicoides (Culicoides) elutus Macfie, Wirth *et al.*, 1988: 20 (En la lista como subgénero *Culicoides*, discusión taxonómica).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 8, amanecer, Y. Guillén, col., 2 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 26-sep-2017, trampa CDC No. 4, amanecer, Y. Guillén, col., 1 hembra

Diagnosis de la hembra. Según la descripción de Wirth & Blanton (1959), la cabeza es de color marrón (Fig. 11g), ojos contiguos desnudos (Fig. 11b). Antena con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1, 9-13 (Fig. 11d). Tercer segmento del palpo ampliamente ensanchado, 2.45 (2.39-2.6, n = 3) veces más largo que el ancho máximo, estrechado abruptamente en la fosa sensorial (Fig. 11c). Mandíbula con dientes finos. Mesonoto y escudo uniformemente marrón pruinoso oscuro. Patas de color marrón oscuro, bandas claras estrechas en la base y el ápice de la tibia trasera (Fig. 11e); peine tibial posterior con seis sedas, la segunda del espolón la más larga (Fig. 11h). Longitud del ala 1.38 (1.38-1.41, n = 3) mm, con extensas manchas claras que da la impresión de formar de tres bandas oscuras; mancha clara distal en la celda r_5 que ocupa el ápice completo de la celda al margen del ala, otra mancha clara que cubre la mayor parte de la segunda celda radial; manchas claras distales en la parte distal de las celdas m_1 y m_2 que se encuentran ampliamente en el margen del ala; amplia mancha clara en la celda anal que se extiende hasta antes del margen de la vena costa; otra mancha clara en la base de la celda anal (Fig. 11f). Macrotriquia abundante, que se extiende casi hasta la base del ala y abundante en la celda anal. Balancín blanco amarillento. Abdomen negruzco con dos espermatecas, de tamaño casi igual, ligeramente ovaladas (Fig. 11a).

Comentarios. Tiene distribución conocida en Panamá y Chiapas, México. Esta especie se limita a las tierras altas de la provincia Chiriquí y al área de la selva adyacente en Almirante de Panamá, condiciones similares a la zona de las tierras altas de Chiapas. Está estrechamente relacionado con la especie Neotropical

Luteovenus Root & Hoffman, 1937. Es una especie de Neártica que sigue las tierras altas de América Central hasta Panamá.

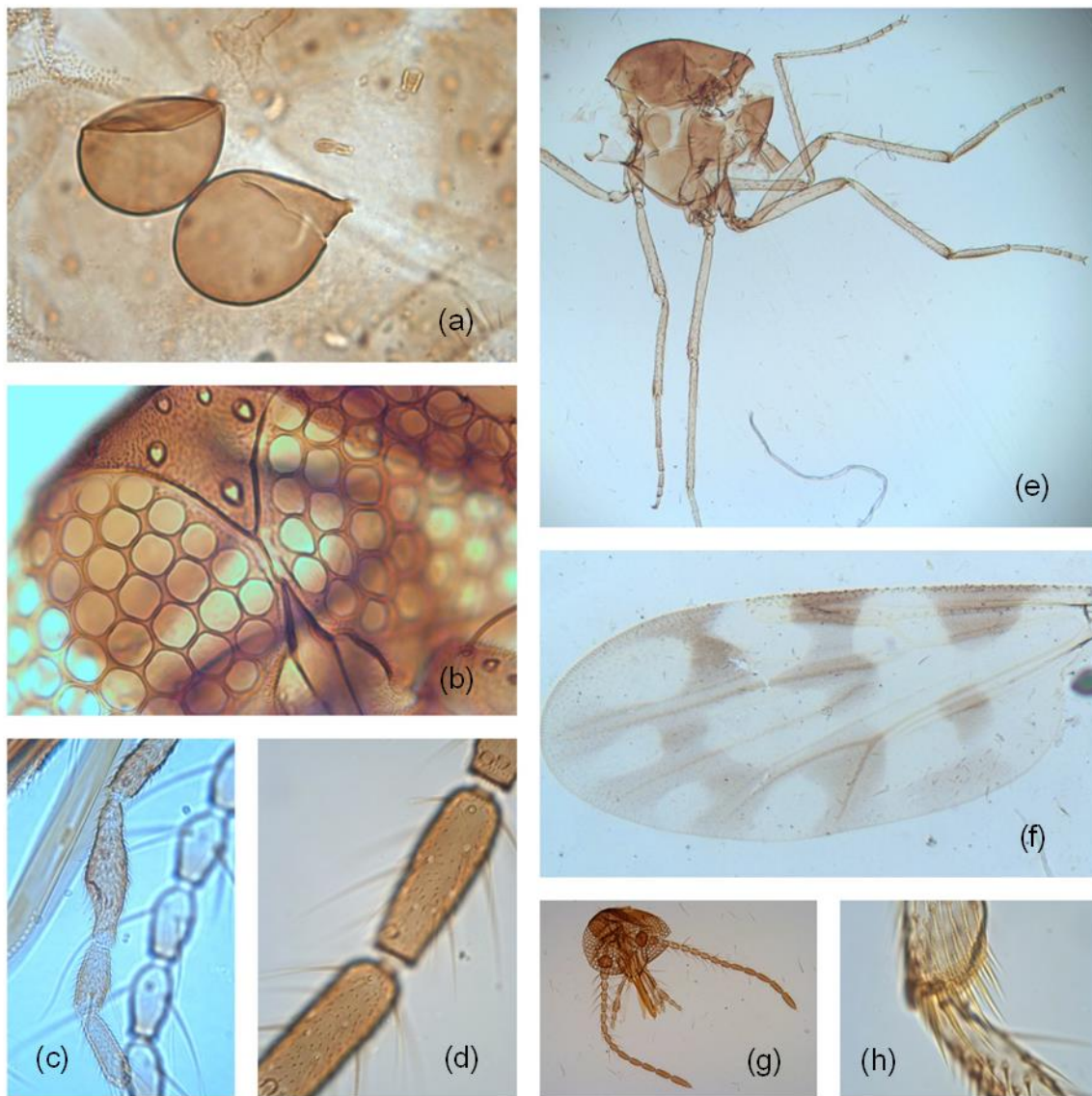


Fig. 11. *Culicoides (Culicoides) elutus* Macfie. Hembra: (a) Espermatecas; (b) Ojos; (c) Palpo; (d) Sensilas de los flagelómeros 9-11; (e) Tórax y patas; (f) Ala; (g) Cabeza; (h) Peine con 6 sedas

***Culicoides (Avaritia) boydi* Wirth & Mullens**

(Figura 12)

Culicoides boydi Wirth & Mullens, 1992: 1006, tipos hembra y macho. Localidad tipo: U.S.A., California, Condado de Riverside, Deep Canyon, Las montañas de Santa Rosa.

Culicoides (Avaritia) boydi Wirth & Mullens: Borkent & Grogan, 2009: 12 (End la list de New World Biting Midges North of Mexico como subgenera *Avaritia*).

Material examinado. México, San Luis Potos Charcas, Guadalupe Victoria, matorral desértico micrófilo dominado por *Yucca*, 28-sep-2017, trampa CDC No. 7, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potos Charcas, Guadalupe Victoria, matorral desértico micrófilo dominado por *Yucca*, 29-sep-2017, trampa CDC No. 8, amanecer, Y. Guillén, col., 1 hembra.

Diagnosis de la hembra. De acuerdo con la descripción original, se caracteriza por tener cabeza color marrón oscuro (Fig.12f). Ojos contiguos; desnudos, pero con sétulas diminutas entre las facetas (Fig.12h). Antena con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1, 10-13 (Fig.12e). Tercer segmento del palpo muy ensanchado, con una fosa sensorial profunda y moderadamente grande cerca del extremo inferior (Fig.12c). Probóscide corta; mandíbula con dientes finos. Tórax de color marrón oscuro, con patrón mesonotal no evidente. Patas de color marrón claro (Fig.12d); peine tibial posterior con 5 sedas, la cercana al espolón más larga (Fig.12g). Longitud de ala 0.90 (n = 2) mm, con manchas claras débiles y difusas; área estigmal negruzca en el margen anterior que cubre la mitad distal de la primera celda radial y casi todo el ápice extremo de la segunda; áreas oscuras débiles en la base de la vena M₁, sobre la porción distal de la vena 1^a_A, y ampliamente sobre la vena Cu₁; mancha clara postestigmal extendida proximalmente solo para incluir el extremo de la segunda celda radial; manchas claras que forman una banda clara indistinta transversalmente a través del ala desde la mancha clara postestigmática a la porción distal de la celda m₄, mancha clara centrada sobre la vena r-m; grandes manchas claras en la base y porción distal de la celda anal; manchas claras débilmente marcadas en porciones distales de las celdas m₁ y m₂, y en menor grado, en la celda r₅ (Fig.12a). Macrotriquia casi ausente, solo escasa cerca del margen del ala en las celdas r₅ a m₄ y a lo largo de las venas M₁ y M₂. Vena costal corta. Balancín claro. Abdomen. Marrón claro, más oscuro distalmente. Dos espermatecas profundamente pigmentadas, ovaladas con cuellos cortos y delgados; ligeramente desiguales; anillo esclerotizado corto, tercera espermateca vestigial ausente (Fig.12b).

Comentarios. *Culicoides boydi* pertenece al subgénero *Avaritia* y es miembro del grupo *pusillus*, un grupo neotropical de cuatro especies que comparten un patrón

de alas similar y sensilas distales en los flagelómeros 1, 10-13 o 1, 11-15 de la antena en la hembra.

Tiene distribución en California y el norte de México; Baja California (Borkent & Grogan 2009). Sin embargo, poco se sabe de la distribución de *C. boydi*, de sus etapas inmaduras y los sitios de desarrollo que siguen siendo desconocidos hasta el momento. Los miembros de la el subgénero *Avaritia* comúnmente se alimentan de mamíferos y al igual que en este estudio, se ha recolectado en trampas cebadas con CO₂. Por último, este grupo se caracteriza por ser vectores potenciales del virus de lengua azul y el virus de la enfermedad epizootica hemorrágica (Wirth & Mullens 1992).

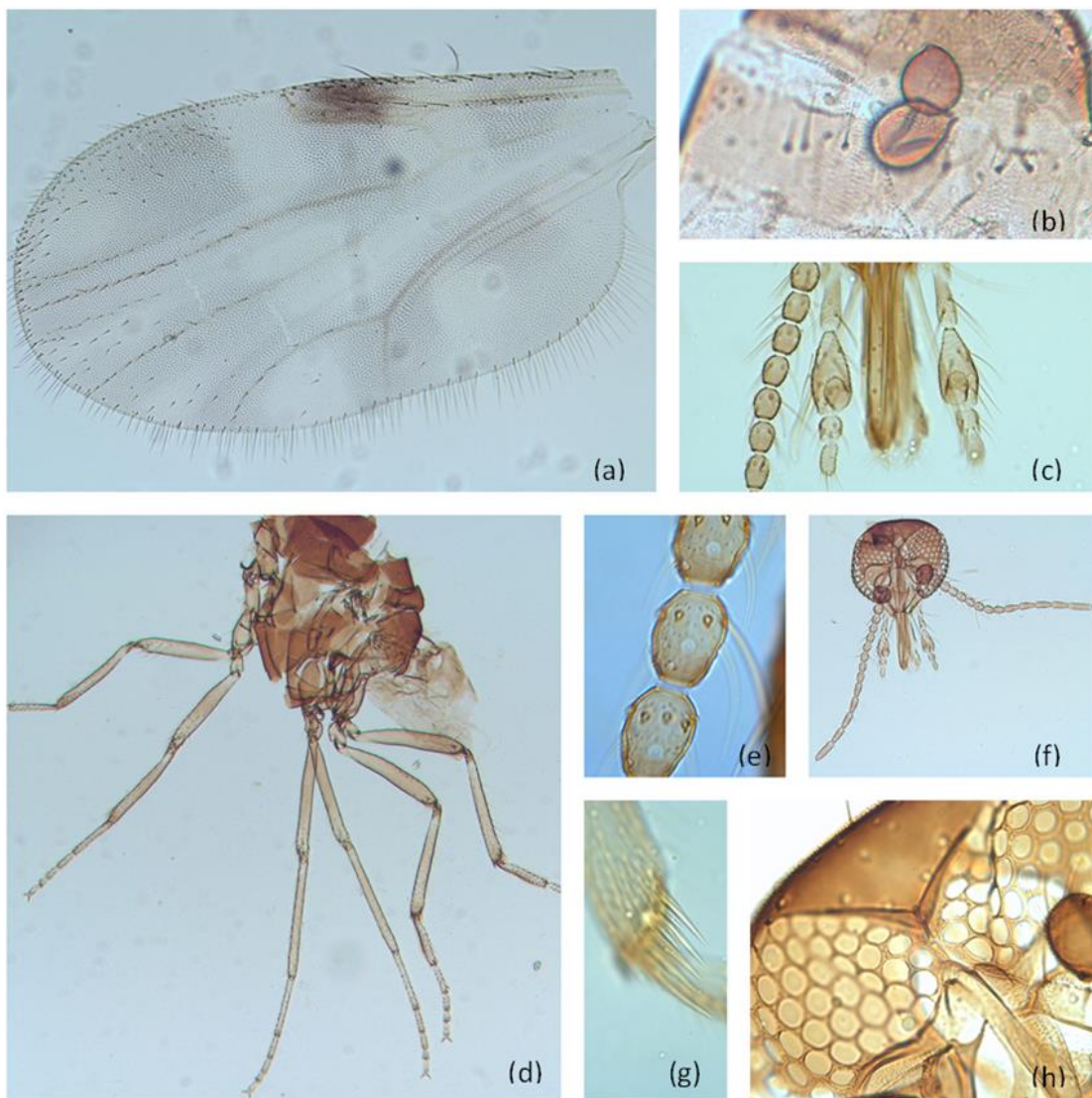


Fig. 12. *Culicoides (Avaritia) boydi* Wirth & Mullens Hembra: (a) Ala; (b) Espermatecas; (c) Palpo; (d) Tórax y patas; (e) Sensilas distales de los flagelómeros 10-12; (f) Cabeza; (g) Peine de cinco sedas.

***Culicoides ousairani* Khalaf**

(Figura 13)

Culicoides ousairani Khalaf, 1952: 45; tipo hembra y macho. Localidad tipo: U.S.A., Oklahoma, Refugio Wichita. Snow, Pickard, & Moore, 1957: 27 (Tennessee, Alabama). Jones & Wirth, 1958: 83 (Texas; notas). Messersmith 1965: 322 (Virginia). Wirth & Blanton, 1967: 225 (grupo *guttipennis*). Wirth *et al.*, 1985: 20, 1988: 30 (discusión taxonómica, registros en México).

Culicoides (Oecacta) ousairani Khalaf: Khalaf, 1954: 47 (como especie tipo del subgénero *Oecacta*). Wirth, 1965: 129 (Texas, Oklahoma, Virginia y Alabama).

Culicoides (Amossovia) ousairani Khalaf: Borkent & Grogan, 2009: 12 (En la lista de New World Biting Midges North of Mexico como subgénero *Amossovia*).

Material examinado. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 2 hembras.

Diagnosis de la hembra. Según la descripción de Wirth & Blanton (1967), los ojos están ampliamente separados, la separación es igual al diámetro de 2 facetas oculares (Fig. 13c). Antena con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1-13 (Fig. 13g, h). Tercer segmento del palpo moderadamente ensanchado, 2,37 veces más largo que su amplitud máxima (Fig. 13b); con una fosa sensorial profunda por un poro mucho más pequeño. Probóscide moderadamente larga, mandíbula con dientes vestigiales. Tórax es de color marrón oscuro; escudo sin patrón con manchas gris pruinoso. Patas marrones; pata trasera más gruesa de lo normal; articulación femoro-tibial negruzca; anillos claros angostos preapicales en el fémur delantero y medio, prebasales en la tibia delantera y media; fémur trasero oscuro de la punta, anillo claro ancho prebasal y apical en la tibia posterior (Fig. 13d); peine tibial posterior con 5 sedas, los dos más cercanos al espolón más largos, de tamaño casi igual (Fig. 13f). Ala de 1.39-1.45 (n= 2) mm de longitud. Manchas claras muy reducidas, la mancha clara sobre la vena r-m que no alcanza la celda costal o celda m2; vena Cu₁ oscura a lo largo de la porción distal (Fig. 13e). Macrotriquia muy gruesa y numerosa; costa moderadamente larga. Balancín claro. Abdomen marrón oscuro. Dos espermatecas ligeramente desiguales, ovoides con conductos delgados muy cortos (Fig. 13a).

Comentarios. Esta especie tiene una distribución en Estados Unidos desde Oklahoma, Alabama, Florida, Maryland, Pennsylvania, Texas, Virginia, Luisiana y Nuevo México. En México se tiene registros en Nuevo León y Coahuila (Borkent &

Grogan 2009; Wirth *et al.* 1985, 1988); siendo este trabajo el primer registro para San Luis Potosí. Solo se encontró en el sitio del bosque de pino-encino durante la noche. Los hábitats larvarios documentados para esta especie son agujeros de árboles, tocones y otras maderas podridas (Mullen & Hribar 1988).

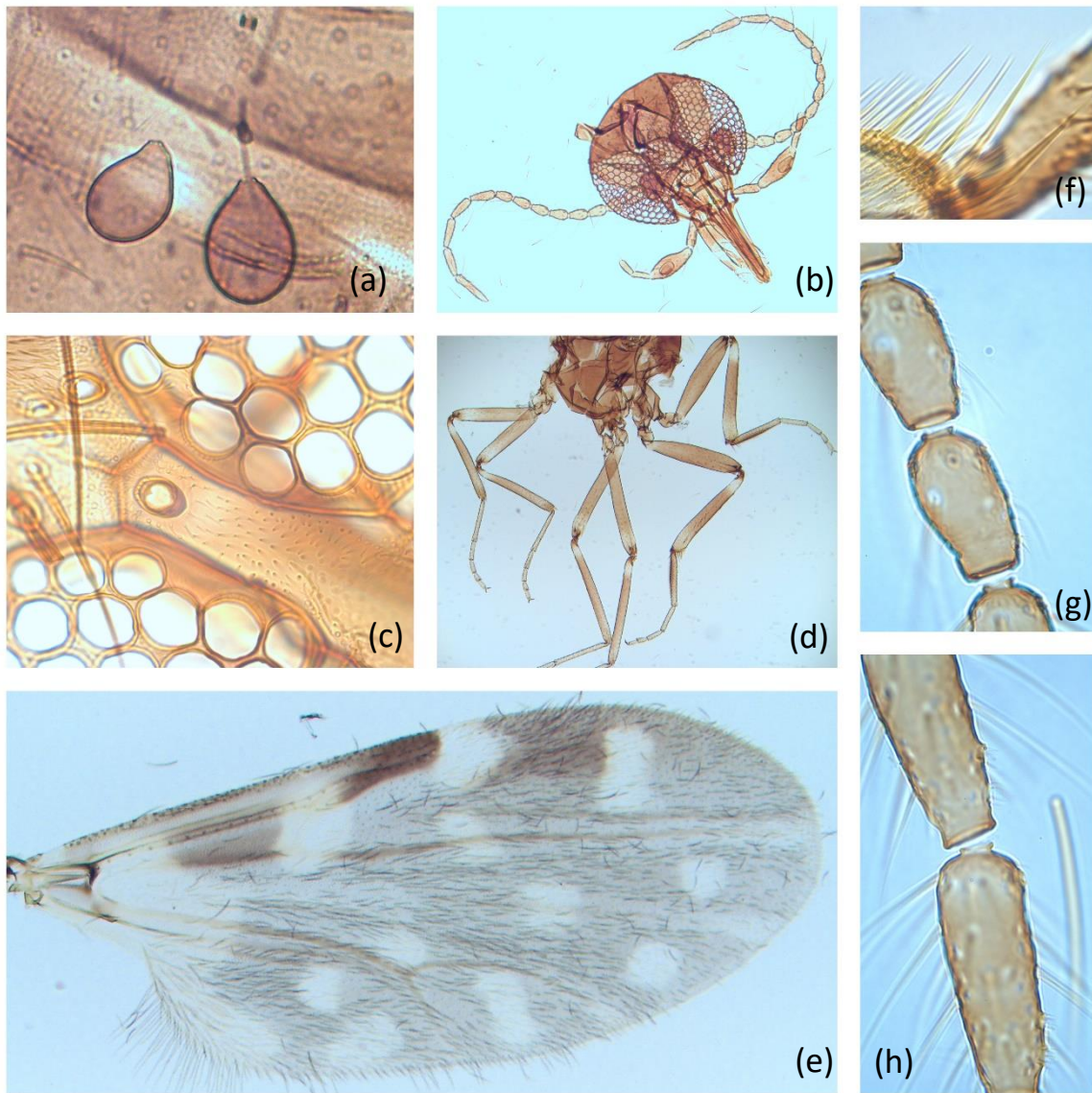


Fig. 13. *Culicoides ousairani* Khalaf. Hembra: (a) Espermatecas; (b) Cabeza; (c) Ojos; (d) Patas; (e) Ala; (f) Peine de cinco sedas; (g) Sensilas distales de los flagelómeros 2-3; (h) Sensilas distales de los flagelómeros 9, 10.

Morfoespecie 1

(Figura 14)

Material examinado. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios (secundario), selva mediana perennifolia, 16-sep-2017, CDC No.4, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios (secundario), selva mediana perennifolia, 17-sep-2017, CDC No.3, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Tamasopo, Puente de Dios (secundario), selva mediana perennifolia, 18-oct-2017, CDC No.1, medio día, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 20-sep-2017, trampa CDC No. 3, nocturna, Y. Guillén, col., 2 hembras. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 20-sep-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 3 hembras. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 20-sep-2017, trampa CDC No. 8, nocturna, Y. Guillén, col., 2 hembras y 1 macho. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 21-sep-2017, trampa CDC No. 4, amanecer, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 21-sep-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 25-sep-2017, trampa CDC No. 3, nocturna, Y. Guillén, col., 2 hembra.

Comentarios. Se encontró activa durante todo el día con mayor prevalencia durante la noche, en la vegetación secundaria del bosque de pino-encino, el matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, la selva mediana perennifolia y la vegetación secundaria de la selva mediana perennifolia.

Por las características de la hembra se parece a *Culicoides jonesi* Wirth & Hubert, 1960 del grupo *copiosus*. Tiene ojos estrechamente separados (Fig. 14b). Los últimos cinco flagelómeros antenales son ligeramente más largos que los primeros ocho. Antena con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1-13 (Fig. 14g). El palpo es más largo que ancho, su tercer segmento ensanchado, con una vesícula sensorial grande y profunda por un poro más pequeño (Fig. 14c). El tórax es marrón oscuro; escudo con tres franjas longitudinales marrones oscuras, la banda media más corta que las dos laterales y dividida en la parte superior en forma de pulmón. Patas de color marrón claro; peine con cuatro sedas (Fig. 3f). El patrón de manchas del ala es muy similar (Fig. 14a), principalmente por las manchas claras de la celda r_5 , una mancha clara postestigmática y otra mancha clara en la parte distal, doble, orientada transversalmente de la celda y con la porción anterior ampliamente alineada con el margen del ala; así como por las dos manchas claras separadas en la parte distal de la celda anal y dos grandes manchas claras

adicionales en la base de esta celda. Macrotriquia larga y numerosa, que se extiende hasta la base del ala en la celda anal. Balancín claro. Abdomen marrón oscuro. Dos espermatecas piriformes, ligeramente desiguales, los conductos sin esclerotizar (Fig. 14d).

Difiere de *C. jonesi* en que es más pequeña, tiene una longitud del ala de 0.97 (0.91-1.04, n=13) mm de largo, y por los anillos claros de las patas, ya que en el caso de la morfoespecie 1 son muy anchos y notarios en la parte preapical de todos los fémures, así como en la parte prebasal de todas las tibias (Fig. 14e). *Culicoides jonesi* no tiene distribución conocida en México, solo se ha registrado en Texas, lo que corresponde a la región Neártica.

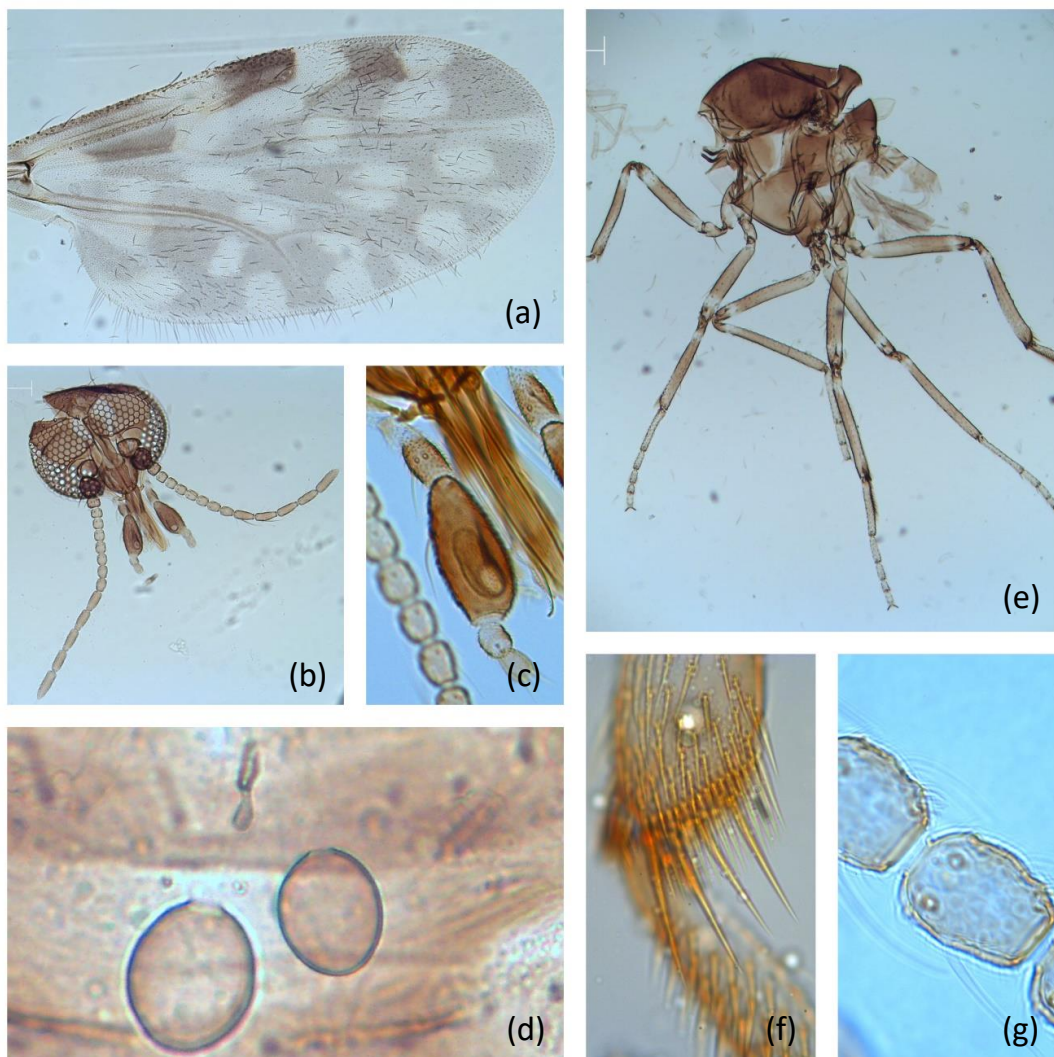


Fig. 14. Morfoespecie 1: (a) Ala; (b) Cabeza; (c) Tercer segmento del palpo; (d) Espermatecas; (e) Tórax y patas; (f) Peine de cuatro sedas; (g) Sensilas distales del 6 y 7 flagelómero.

Morfoespecie 2

(Figura 15)

Material examinado. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 3, nocturna, Y. Guillén, col., 2 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 4, nocturna, Y. Guillén, col., 5 hembras. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 8, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra. México, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Arroyo Blanco, bosque pino-encino, 24-sep-2017, trampa CDC No. 5, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembra.

Comentarios. Se encontró únicamente en el bosque de pino-encino, durante la noche. Esta morfoespecie tiene gran parecido con *Culicoides sitiens* Wirth & Hubert, 1960 en que los ojos están moderadamente separados, desnudos (Fig. 15d). Las sensilas distales presentes en los flagelómeros 1-13 (Fig. 15g). El tercer segmento del palpo está moderadamente ensanchado, 2.25 (2.17-2.35, n=8) veces más largo que su ancho, con una abertura sensorial profunda y un poro de aproximadamente el mismo diámetro (Fig. 15c). Anillos claros estrechos preapicales en fémures delanteros y medios y prebasales en todas las tibias (Fig. 15e). Peine de cuatro sedas (Fig. 15f). El patrón de manchas del ala muy parecido a *C. jonesi*. Abdomen de color marrón oscuro. Espermatecas casi piriformes, sin cuellos esclerotizados, la apertura al conducto es moderadamente grande (Fig. 15b). Sin embargo, difieren en que *C. sitiens* es una especie muy grande, tiene una longitud del ala de 1.42 (1.31-1.52 mm), cuando en la morfoespecie 2 es de 1.19 (1.17-1.37, n= 8) mm de largo. *Culicoides sitiens* tiene distribución conocida en California y Arizona, U.S.A.; en México solo se tienen registros en Baja California (Wirth *et al.* 1988).

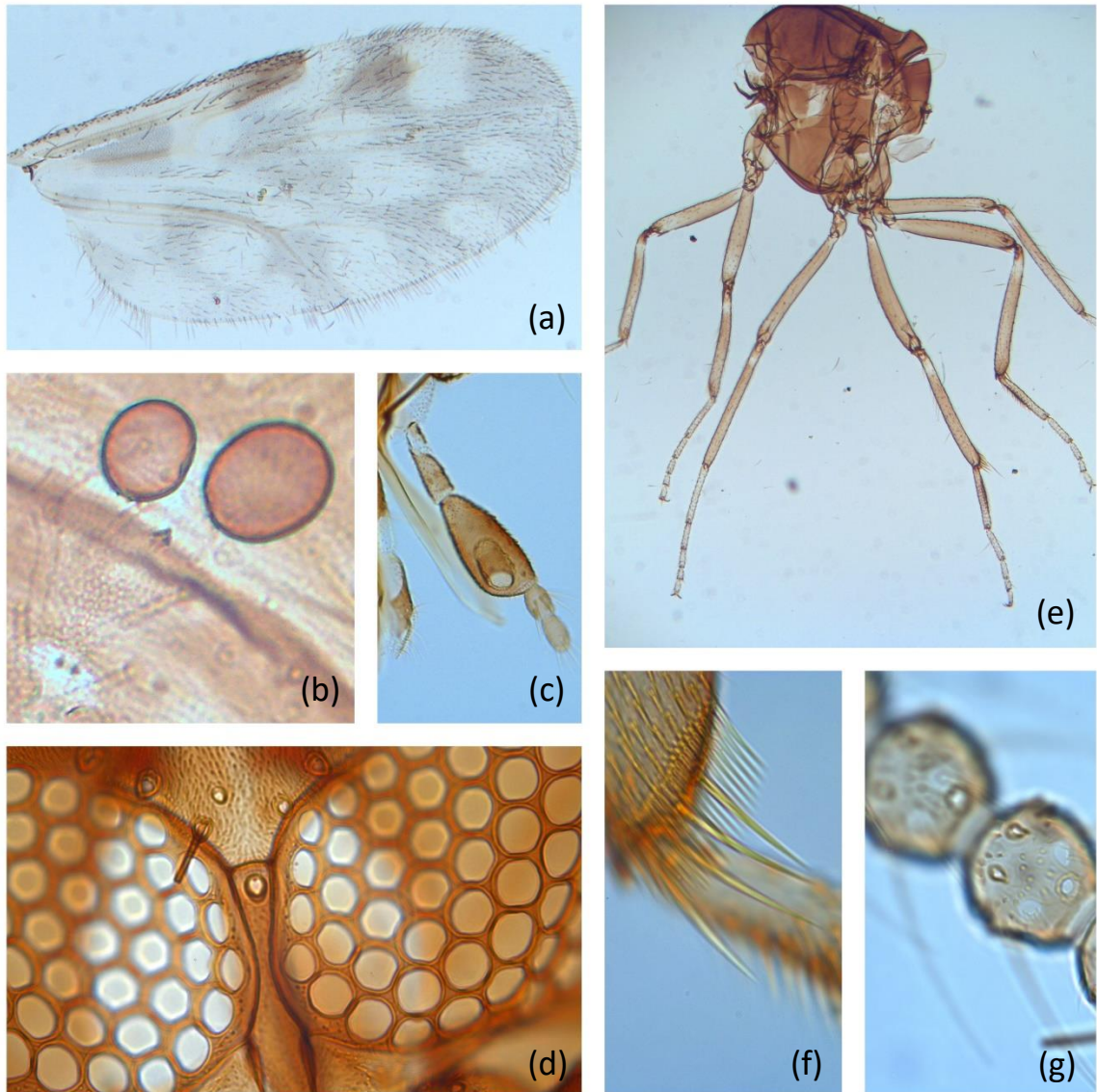


Fig. 15. Morfoespecie 2: (a) Ala; (b) Espermatecas; (c) Tercer segmento del palpo; (d) Ojos; (e) Tórax y patas; (f) Peine de cuatro sedas; (g) Sensilas del flagelómero 1 y 2.

Morfoespecie 3

(Figura 16)

Material examinado. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 20-sep-2017, trampa CDC No. 3, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembras. México, San Luis Potosí, Rioverde, Sabinito, matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, 20-sep-2017, trampa CDC No. 8, nocturna, Y. Guillén, col., 1 hembras.

Comentarios. Se encontró únicamente en el matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis*, durante la noche. Tiene parecido a *Culicoides deanei* Felipe-Bauer & Wirth, 1987 los ojos están estrechamente separados, la separación es igual al diámetro de 1 faceta oculares, con sedas cortas interfacetarias (Fig.16c). Los últimos cinco flagelómeros antenales son ligeramente más largos que los primeros ocho. Antena con sensilas distales presentes en los flagelómeros 1, 6-10 (Fig.16h). Tercer segmento ensanchado distalmente, 2 (1.92-2.09, n= 2) veces más largo que su anchura máxima, con una fosa sensorial redonda, grande y moderadamente profunda (Fig.16e). Mesonoto marrón oscuro, escudo sin un patrón prominente. Patas color marrón, fémures y tibias marrón oscuro; tarsos claro (Fig.16d); peine tibial posterior con cuatro espinas, las dos más cercanas al espolón más largas, subiguales (Fig.16f). Longitud del ala 0.92 (0.91-0.94, n = 2) mm; segunda celda radial oscura, muy larga, aproximadamente tres veces más larga que ancha; formado una alargada estigma; tres áreas claras en la parte anterior del ala, una ancha en la base del ala, extendiéndose ampliamente desde la vena M_{1+2} hasta el margen posterior del ala, una sobre la vena r-m y extendiéndose como una banda clara hasta la celda anal, y una mancha clara postestigmatica estrecha justo al final de la costa; en lo restante ala uniformemente grisácea, más oscura a lo largo de las venas (Fig.16a). Macrotriquia ausente. Balancín claro. Dos espermatecas, ligeramente esféricas, con conductos pequeños esclerotizados; presencia de tercer espermateca rudimentaria y anillo esclerotizado (Fig.16b). Sin embargo, esta especie tiene distribución en Brasil (Felippe-Bauer *et al.* 1987) y Ecuador (Gualapuro 2013). La especie que se ha registrado en México es *C. stigmalis* Wirth, 1952 pero difiere en que los ojos están estrechamente separados, desnudos y en la forma de las sedas patas de la pata trasera. Por lo que no se puede determinar la especie, sin la presencia del macho.

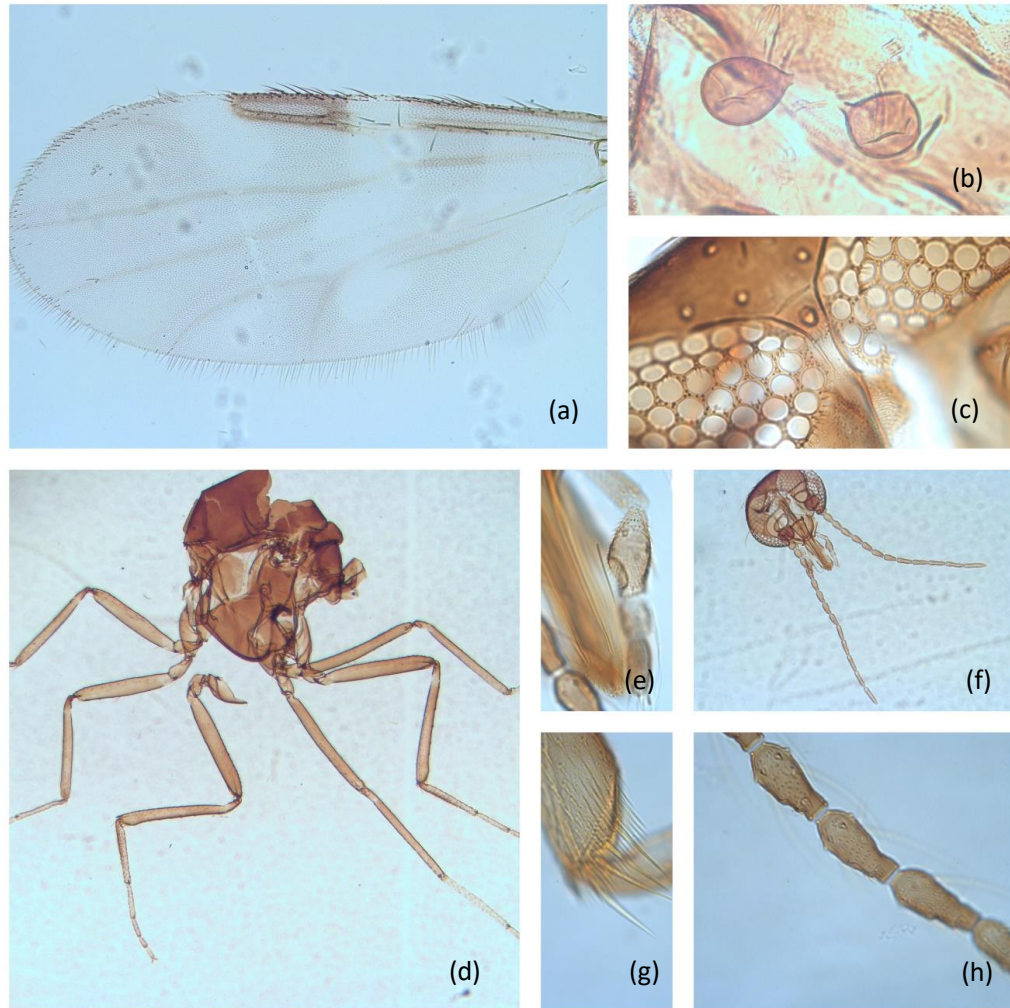


Fig. 16. Morfoespecie 3: (a) Ala; (b) Espermatecas; (c) Ojos; (d) Tórax y patas; (e) Tercer segmento del palpo; (f) Cabeza; (g) Peine de cuatro sedas; (h) Sensilas del flagelómero 9 y 10.

2.2 Riqueza de especies

El sitio con mayor riqueza de especies fue el bosque de pino-encino con diez especies, seguido del matorral desértico micrófilo (MDM) dominado por *Prosopis* de vegetación madura con cinco especies y la selva mediana perennifolia de vegetación secundaria con cuatro especies. Los sitios con menor riqueza fueron el MDM dominado por *Prosopis* de vegetación secundaria, la selva mediana perennifolia de vegetación madura y el matorral desértico micrófilo dominado (MDM) por *Yucca* con una especie (Tabla 1).

| Subgénero | Especie | Bosque pino-encino maduro | MDM dominado por <i>Prosopis</i> maduro | MDM dominado por <i>Prosopis</i> secundario | Selva mediana perennifolia madura | Selva mediana perennifolia secundaria | MDM por <i>Yucca</i> maduro | Total |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------|
| <i>Drymodesmyia</i> | <i>copiosus</i> | 97 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 107 |
| | <i>butleri</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | <i>bakeri</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | <i>loughnani</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Diphaomyia</i> | <i>baueri</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | <i>haematopotus</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Haematomyidium</i> | <i>paraensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 8 |
| | <i>eadsi</i> | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 | 10 |
| <i>Hoffmania</i> | <i>diabolicus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Culicoides</i> | <i>elutus</i> | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Avaritia</i> | <i>boydi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| | <i>ousairani</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | <i>morfoespecie 1</i> | 2 | 10 | 0 | 2 | 2 | 0 | 16 |
| | <i>morfoespecie 2</i> | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| | <i>morfoespecie 3</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Total | | 118 | 24 | 4 | 2 | 17 | 2 | 167 |

Tabla 1. Lista de especies del género *Culicoides* en los sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí. Las especies indicadas en recuadros verdes son las especies únicas para cada sitio de estudio. Las especies indicadas en recuadros naranjas son las especies compartidas entre sitios.

No se presentaron diferencias significativas en el número de especies entre la vegetación madura de los sitios del bosque de pino-encino, el MDM dominado por *Prosopis* y la vegetación secundaria de la selva mediana perennifolia. De igual forma no hubo diferencias en la riqueza entre los sitios de vegetación madura de la selva mediana perennifolia, el MDM dominado por *Yucca* y el sitio de vegetación secundaria del MDM dominado por *Prosopis*. Las diferencias significativas en riqueza se presentaron entre los sitios vegetación madura del bosque de pino-encino, el MDM dominado por *Prosopis* y la vegetación secundaria de la selva mediana perennifolia con respecto a los sitios de vegetación madura de selva mediana perennifolia y el MDM dominado por *Yucca*, así como en el sitio de vegetación secundaria del MDM dominado por *Prosopis* (Figura 17).

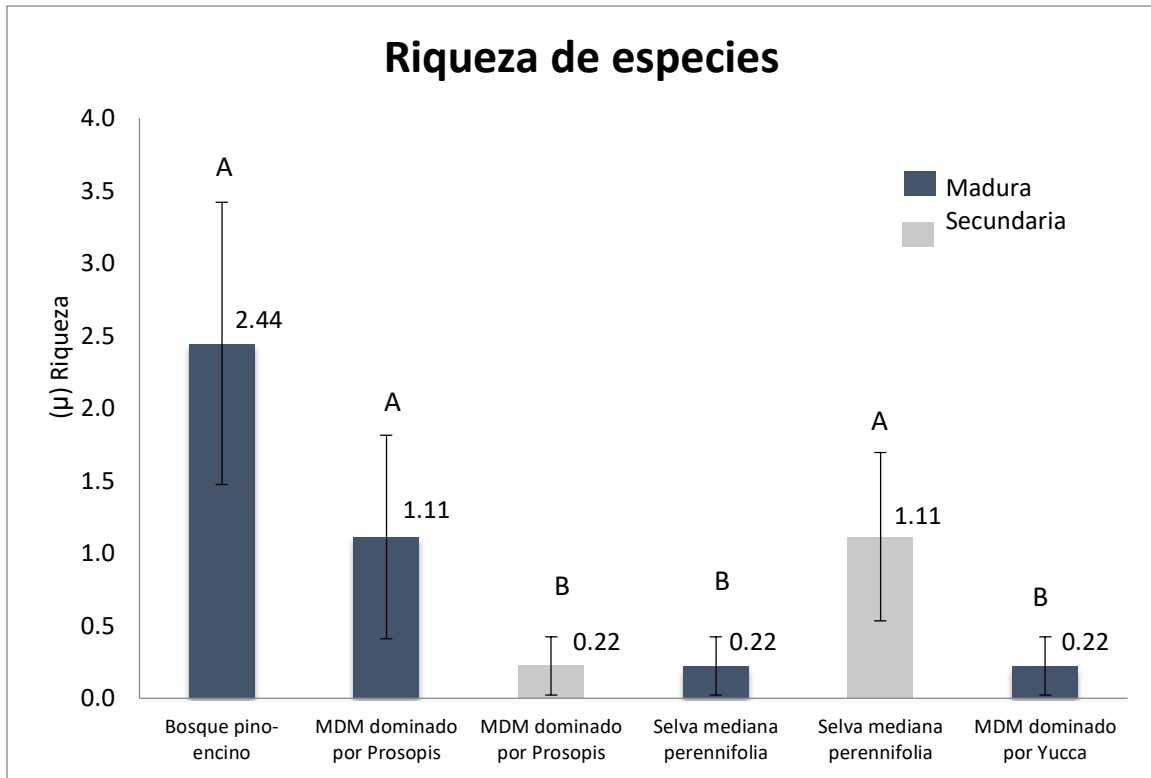


Figura 17. Riqueza de especies del género *Culicoides* en los sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí. Las barras de error representan intervalos de confianza al 84% alrededor de la media.

2.3 Composición faunística

- **Método cualitativo**

Los resultados del análisis Cluster utilizando el índice de similitud Jaccard (Fig. 18), muestran que los sitios de los distintos tipos de vegetación tuvieron una alta disimilitud en la composición de especies. Estos resultados concuerdan con el análisis de similitud (ANOSIM) en el cual todos los sitios fueron significativamente diferentes ($R= 0.73$, $p= 0.001$), teniendo un 93% de disimilitud en su composición, según el análisis beta-multi.

En el dendrograma se puede observar que se forman dos grandes grupos con mayor similitud en su composición, uno compuesto por los sitios de vegetación madura y otro por los sitios de vegetación secundaria. El sitio que no compartió especies con los demás sitios fue el MDM dominado por *Yucca*.

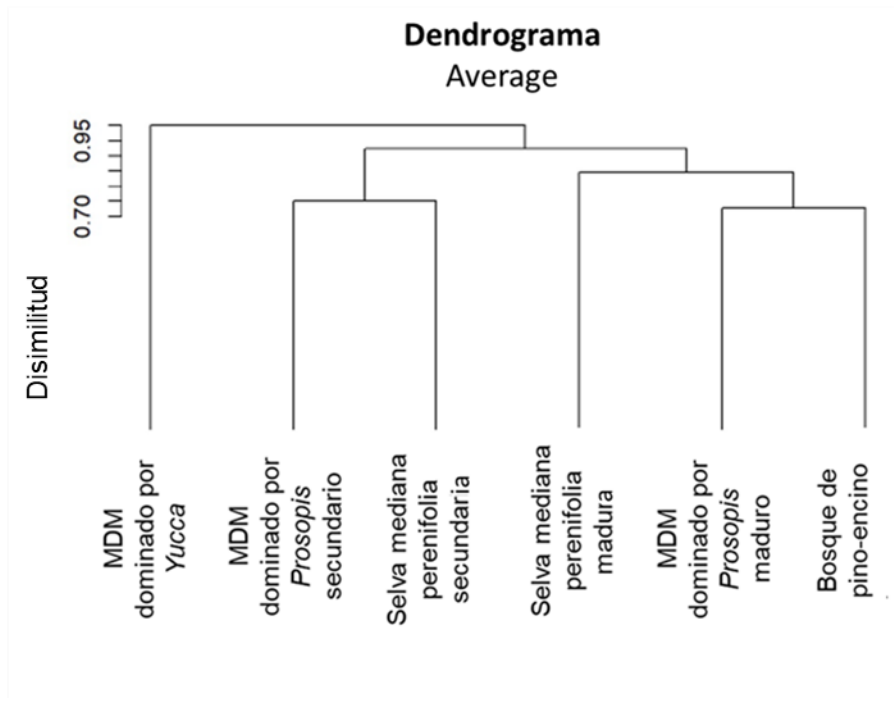


Fig. 18. Dendrograma de especies del género *Culicoides* en los seis sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí, utilizando como medida de similitud Jaccard.

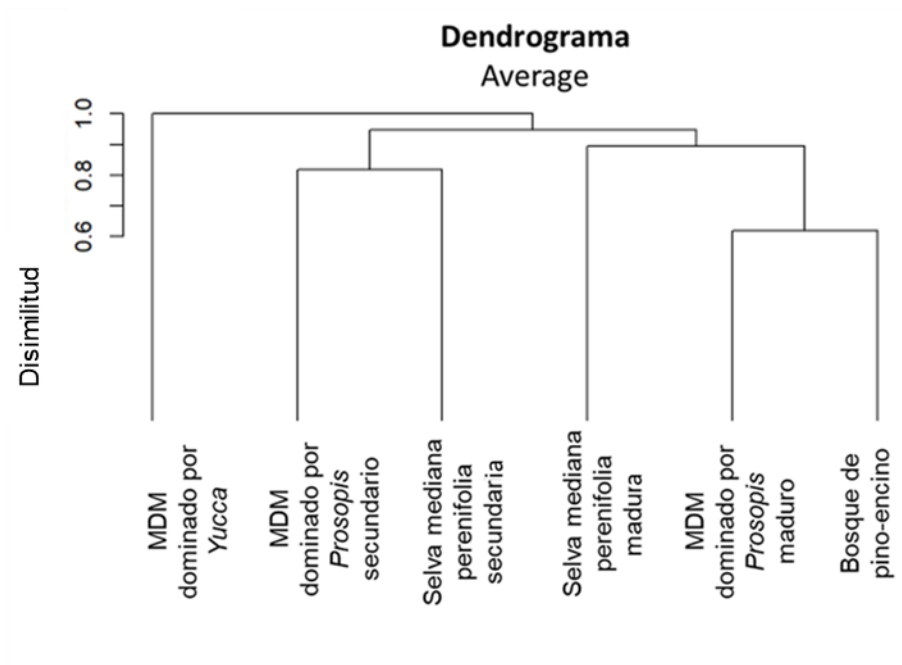


Fig. 19. Dendrograma de especies del género *Culicoides* en los seis sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí, utilizando como medida de similitud Bray-curtis.

Los sitios con una menor disimilitud, según el análisis de beta-pair (Tabla 2) fueron los de vegetación madura del MDM dominado por *Prosopis* y el bosque de pino-encino con una disimilitud de 72%. Seguidos de la vegetación secundaria tanto del MDM dominado por *Prosopis* y la selva mediana perennifolia, así como los sitios de la selva mediana perennifolia de vegetación madura y vegetación secundaria con una disimilitud de 75%. La selva mediana perennifolia madura también compartió especies con el MDM dominado por *Prosopis* maduro teniendo un 80% de similitud. Después la selva mediana perennifolia secundaria y el MDM dominado por *Prosopis* maduro con un 87% de disimilitud. La selva mediana perennifolia madura y el bosque de pino-encino tuvieron 88% de similitud. Por último, la selva mediana perennifolia secundaria y el bosque de pino-encino mostraron una disimilitud de 91%.

- **Método cuantitativo**

Los resultados antes mencionados, fueron consistentes con el análisis de similitud en porcentajes (SIMPER, Anexo 2) y el Cluster con índice de similitud Bray-curtis (Fig. 19), donde se observa una tendencia entre los sitios a tener una alta disimilitud en su composición de especies; sin embargo, esta disimilitud fue en menor porcentaje tomando en cuenta las abundancias de las especies (Tabla 2).

Los sitios con una menor disimilitud, al igual que en el análisis beta-pair, fueron los de vegetación madura del MDM dominado por *Prosopis* y el bosque de pino-encino con un 58.71% de disimilitud. Las especies que más contribuyeron a su disimilitud fueron la morfoespecie 2, con un 14.98%, *C. copiosus* con un 11.76%, *C. elutus* con un 11.38%, *C. bakeri*, *C. ousairani* y la morfo especie 3 con un 10.28%, *C. baueri*, *C. haematopotus* y *C. loughnani* con un 8.65%. Seguidos de la vegetación secundaria tanto del MDM dominado por *Prosopis* y la selva mediana perennifolia con un 59.31%. Las especies que contribuyeron a la disimilitud fueron *C. paraensis* con un 41.82%, la morfoespecie 1 con un 29.57% y *C. diabolicus* con un 24.86%. Después, los sitios de la selva mediana perennifolia de vegetación madura y vegetación secundaria con un 64.1%. Las especies que más contribuyeron en la disimilitud fueron *C. paraensis* con un 39.60%, la morfoespecie 1 con un 36.85% y *C. diabolicus* con un 23.55%. La selva mediana perennifolia madura también compartió especies con el MDM dominado por *Prosopis* maduro teniendo un 70% de similitud. Las especies que contribuyeron a su disimilitud fueron *C. copiosus* con un 32%, la morfoespecie 3 con un 21.40%, *C. butleri* y *C. loughnani* con 18%, así como la morfoespecie 1 con un 10.60%. La selva mediana perennifolia secundaria y el MDM dominado por *Prosopis* maduro con un 80%. Las especies que contribuyeron a su disimilitud fueron *C. copiosus* con un 18.14%, *C. paraensis* con un 17.16%, *C. eadsi* con un 15.96%, la morfoespecie 3 con un 12.13%, *C. butleri*, *C. loughnani* y *C. diabolicus* con un 10.20%.

Continuaron la selva mediana perennifolia madura y el bosque de pino-encino un 82% de similitud. Las especies que contribuyeron a la disimilitud fueron *C. copiosus* con un 27.14%, la morfoespecie 2 con un 14.98%, *C. elutus* con un 11.38%, *C. bakeri* y *C. ousairani* con un 10.28, así como *C. baueri* y *C. butleri* con un 8.65%. Y finalmente, la selva mediana perennifolia secundaria y el bosque de pino-encino con un 86%. Las especies que contribuyeron a esta disimilitud fueron *C. copiosus* con un 19.85%, la morfoespecie 2 con un 10.95%, *C. paraensis* con un 10.64%, *C. eadsi* con un 9.90%, *C. elutus* con un 8.32%, *C. bakeri* y *C. ousairani* con un 7.52%, *C. baueri*, *C. butleri* y *C. haematopotus* con un 6.32%.

| | | Beta-pair | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|---|---------------------------------------------|-----------|-------|---|------|------|-------|---|---|
| 1 | Bosque pino- encino madura | 1 | | | 1 | 0.88 | 0.91 | 1 | |
| | | 2 | 0.72 | | 1 | 0.8 | 0.87 | 1 | |
| 2 | MDM dominado por <i>Prosopis</i> madura | 3 | 1 | 1 | | 0.75 | 1 | 1 | |
| | | 4 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | |
| | | 5 | 1 | 1 | 0.75 | 1 | | 1 | |
| 3 | MDM dominado por <i>Prosopis</i> secundaria | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | | SIMPER | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | 1 | | | 1 | 0.82 | 0.86 | 1 | |
| 4 | Selva mediana perennifolia madura | 2 | 58.71 | | 1 | 0.7 | 0.8 | 1 | |
| | | 3 | 1 | 1 | | 1 | 59.31 | 1 | |
| | | 4 | 1 | 1 | 1 | | 64.1 | 1 | |
| 5 | Selva mediana perennifolia secundaria | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | |
| | | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 6 | MDM por <i>Yucca</i> madura | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | |
| | | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |

Tabla 2. Proporción de disimilitud en los sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí. En la tabla superior los resultados del análisis Beta-pair. En la tabla inferior los resultados del análisis de porcentajes de similitud (SIMPER).

Las especies que más se compartieron entre los diferentes sitios de vegetación fue la morfoespecie 1, seguida de *C. copiosus*, *C. butleri* y *C. eadsi*. Las especies que se presentaron exclusivamente en el sitio del bosque de pino-encino fueron la morfoespecie 2, *C. bakeri*, *C. baueri*, *C. haematopotus*, *C. elutus* y *C. ousairani*; *Culicoides loughnani* y la morfoespecie 3 se encontraron en el sitio con MDM dominado por *Prosopis* maduro; *Culicoides paraensis* y *C. diabolicus* se encontraron en el sitio con selva mediana perennifolia secundaria y por último, *Culicoides boydi* solo se encontró en el sitio de MDM dominado por *Yucca* (Tabla 1).

3. Discusión

En el presente estudio se obtuvieron 10 nuevos registros de especies de ceratopogónidos hematófagos para el estado de San Luis Potosí, las especies fueron: *Culicoides copiosus* Root & Hoffman, *C. butleri* Wirth & Hubert y *C. bakeri* Vargas del subgénero *Drymodesmyia* Vargas pertenecientes al grupo *copiosus*; *Culicoides baueri* Hoffman, *C. haematopotus* Malloch del subgénero *Diphaomyia* Vargas dentro del grupo *haematopotus*; *Culicoides diabolicus* del subgénero *Hoffmania* Fox en el grupo de *guttatus*; *Culicoides elutus* del subgénero *Culicoides* Latreille del grupo *luteovenus*, *Culicoides boydi* del subgénero *Avaritia* Fox correspondientes al grupo *pusillus*, *Culicoides ousairani* Khalaf sin subgénero establecido del grupo *quttipennis*. Además de *Culicoides paraensis* (Goeldi) y *C. eadsi* Wirth & Blanton del subgénero *Haematomyidium* Goeldi que ya estaban registrados para el estado; así como tres morfoespecies que aún faltan por identificar.

A pesar de que solo se realizó un muestreo durante la temporada de lluvia, se incrementó el número de especies registradas, teniendo un total de 15 registros de ceratopogónidos hematófagos para San Luis Potosí, considerando los diez nuevos registros de este estudio y las cinco especies que ya estaban registradas previamente. Esto hace referencia a la falta de estudios faunísticos y que aún es necesario realizar estudios sistemáticos que reflejen la ecología sobre este grupo.

Pese a las limitaciones que presentó el estudio, se debe de tomar en cuenta que existen factores adicionales que pueden interferir en la captura de los insectos hematófagos, como la distribución vertical, una característica importante pero aparentemente plástica dependiendo de cada especie (Williams 1955), que se ve influenciada por la estructura de la vegetación ya sea directamente por limitaciones físicas, (por ejemplo, las diferencias en el flujo del viento sobre el dosel o a nivel del suelo (Allee 1926; Haddow & Corbet 1961)) y/o indirectamente por la ubicación del hospedero (Mcgregor *et al.* 2018). Así, las características de un bosque abierto como el sitio del bosque de pino-encino pueden dar lugar a velocidades del viento elevadas, posiblemente restringiendo la distribución vertical o promoviendo la dispersión de especies que tienen rutas de vuelo más altas en comparación con el sitio de la selva mediana perennifolia donde la estructura de la vegetación es más densa (Ducheyne *et al.* 2007; Garrett-Jones 1962; Portugal *et al.* 1978; Sellers *et al.* 1977; Sellers & Pedgley 1985). De esta manera una posible causa de que el sitio del bosque de pino-encino tuviera la mayor riqueza es porque las especies se localizaban en las partes arbustivas bajas, en comparación con la selva donde podían tener una mayor distribución vertical. No obstante, para confirmar esta hipótesis se requiere de muestreos que incluyan el rango de distribución vertical en los diferentes tipos de vegetación muestreados.

Las especies que predominaron en el estrato inferior, es decir, en el estrato donde se realizó el muestreo, fueron las mamilófilas representadas por especies como *C. paraensis*, mientras que algunas especies ornitófilas, como *C. haematopotus*, que se encuentran en estratos superiores fueron muy raras, así como las que se alimentan de mamíferos arbóreos como *C. baueri* (Swanson & Adler 2010). Sin embargo, para la mayoría de las especies en estos sitios se desconoce cuál es su preferencia hematófaga, así como su rango de distribución, tal es el caso de las especies del grupo *copiosus* que predominaron en este estudio. Por lo que sería un punto importante de considerar en futuras investigaciones, ya que pudieran jugar un papel como vectores de enfermedades en México, tal es el caso de muchas especies de párasitos del género *Haemoproteus* para las cuales aún se desconoce cuáles son sus vectores en México (Valkiūnas 2005).

En cuanto a los sitios de vegetación madura del matorral desértico micrófilo no se cumplió la predicción en donde se esperaba que tuvieran una riqueza similar; una posiblemente causa de que el sitio del MDM dominado por *Prosopis* maduro, donde la temperatura promedio es de 23.6°C, tuviera una mayor riqueza que el sitio del MDM dominado por *Yucca*, en el que la temperatura promedio es 16.4 °C, se debe a las condiciones de temperatura más bajas en este último sitio, ya que algunos estudios sugieren que la temperatura óptima para algunas especies de mosquitos (Culicidae) fluctúa entre 28° y 33°C (Dickerson 2007), lo que podría explicar la diferencia significativa en la riqueza de estos sitios de estudio.

En el caso de la segunda predicción, en la que se esperaba una disminución en la riqueza de ceratopogónidos hematófagos en sitios de vegetación secundaria en comparación con los sitios de vegetación madura, debido a las condiciones de homogeneización (es decir, hábitats más simplificados que usualmente favorecen a solo unas pocas especies bien adaptadas, en comparación con los sitios de vegetación madura que tienen una estructura más compleja), solo se cumplió en el sitio del MDM dominado por *Prosopis*, donde el sitio con vegetación madura fue el que tuvo mayor riqueza de especies. Considerando que los estudios sobre riqueza de ceratopogónidos en sitios de vegetación secundaria son escasos, se ha visto que para muchos invertebrados los cambios locales en el microclima y la disponibilidad de recursos pueden disminuir la diversidad y alterar la estructura general de la comunidad en los bosques secundarios. El dosel abierto de los bosques secundarios jóvenes puede crear condiciones subóptimas a nivel del suelo para muchos invertebrados que están asociados a bosques maduros (Didham *et al.* 1998), y ser un hábitat marginal para algunas especies de insectos (Basset *et al.* 2008), sobre todo para aquellos animales que son especialistas de vegetación madura (Aleixo 1999; Hill *et al.* 1995; Johns 1988). Por el contrario, la predicción fue rechazada para la selva mediana perennifolia donde el sitio de vegetación secundaria fue el que tuvo la mayor riqueza de especies. Algunos

estudios previos muestran que los bosques secundarios también suelen tener mayor riqueza que los bosques maduros (Aleixo 1999; Hamer *et al.* 1997), ya que pueden proporcionar hábitats y recursos adicionales que no están presentes en bosques maduros, dichas condiciones son especialmente valiosas para las especies generalistas; sin embargo, la idoneidad de los bosques secundarios como hábitat de vida silvestre podría variar de acuerdo al taxa bajo estudio, de la edad de los bosques y de la historia del uso de suelo (DeWalt *et al.* 2003). Por ello, para conocer sobre la ecología de los ceratopogónidos hematófagos en estos tipos de vegetación contrastantes se sugiere incluir más replicas tanto espaciales como temporales, tomando en cuenta los factores antes mencionados.

En cuanto a la composición de especies, no se cumplió la predicción en la que se esperaba mayor similitud entre la vegetación madura del MDM dominado por *Prosopis* y el MDM dominado por *Yucca*, en comparación con la selva mediana perennifolia y el bosque de pino-encino donde se esperaba que ambos tipos de vegetación fueran independientes, ya que hubo una alta disimilitud en la composición de todos los sitios, en especial el sitio del MDM dominado por *Yucca* donde solo se registró una especie, lo que impide la comparación entre los sitios. Sin embargo, los sitios que tuvieron una menor disimilitud fueron el matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* y el bosque de pino-encino, probablemente porque las especies compartidas tienen una distribución que incluye ambas regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical), (por ejemplo *C. eadsi*, *C. copiosus* y *C. butleri*), por lo tanto son las especies que mayormente se comparten entre los sitios, en comparación con la selva mediana perennifolia donde las especies que predominaron fueron típicas de la región Neotropical (por ejemplo *C. diabolicus*), y aunque poco se sabe acerca de la única especie que se encontró en el matorral desértico micrófilo dominado por *Yucca*, *C. boydi* se ha encontrado en sitios cercanos a palmas de las regiones desérticas de California, (Wirth & Mullens 1992), lo que da indicios de que esta especie tiene afinidad Neártica, ya que no se encontró en otros sitios. A pesar de que el bosque de pino-encino pertenecen a la región Neártica (Anexo 1), según la división de las provincias biogeográficas de México (Morrone 2005), se encontraron especies como *C. elutus* y *C. bakeri* que tienen distribución Neotropical, posiblemente porque este sitio se encuentra en una zona de transición de estas regiones.

La última predicción solo se cumplió en la selva mediana perennifolia donde se esperaba que la composición de ceratopogónidos fuera similar entre los sitios de vegetación madura y vegetación secundaria, teniendo en común la morfoespecie 1; pero no se cumplió entre los sitios del matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* donde no se compartió ninguna especie entre los dos tipos de vegetación, posiblemente porque los sitios de la selva estaban más cercanos en distancia que en el matorral (Anexo 1), lo que pudo haber influenciado en la

composición de los sitios. Aunque no se esperaba que los sitios secundarios de la selva mediana perennifolia y el matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* tuvieran semejanza en su composición, dadas las diferencias en la composición vegetal y las condiciones climáticas entre ellos, *C. eadsii*, parece ser una especie generalista que puede desarrollarse bien en este tipo de vegetación.

Las especies que destacan por ser de importancia médica son *C. paraensis*, especie considerada como el principal vector en la transmisión del virus Oropuche (OROV) en países de áreas tropicales y subtropicales de América Central y del Sur (Sakkas *et al.* 2018), que estuvo presente en el sitio de vegetación secundaria de la selva mediana perennifolia, *C. haematopotus* vector de *Haemoproteus* spp. (Atkinson 1988), parásitos filariales (Hibler 1963; Robinson 1971) y posiblemente vector del virus de lengua azul (Becker *et al.* 2010) en el sitio de bosque de pino-encino y *C. boydi* vector de lengua azul y la enfermedad hemorrágica epizootica en el sitio del MDM dominado por *Yucca*.

Este estudio proporciona las bases para el estudio de la distribución y diversidad de las especies hematofagas de la familia Ceratopogonidae en el estado de San Luis Potosí, sobre todo para aquellas especies que tienen importancia médica y veterinaria.

4. Conclusión

Este trabajo contribuyó al conocimiento de las especies hematofagas en el estado de San Luis Potosí, en el cual se registraron por primera vez diez especies del género *Culicoides* y tres morfoespecies que aún faltan por identificar. Los resultados muestran que existen comunidades diversas en los diferentes tipos de vegetación representativa del estado, pero que la riqueza varía entre la vegetación madura y la vegetación secundaria. El sitio con mayor riqueza de especies fue el bosque de pino-encino, seguido del matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* de vegetación madura y la selva mediana perennifolia de vegetación secundaria. Los sitios con menor riqueza fueron el MDM dominado por *Prosopis* de vegetación secundaria, la selva mediana perennifolia de vegetación madura y el matorral desértico micrófilo dominado (MDM) por *Yucca*. Además, existe una alta disimilitud en la composición de especies entre los sitios de estudio, posiblemente debido al cambio de temperatura, humedad y otros factores como el uso de suelo, característicos en cada sitio de estudio. Los sitios menos disímiles fueron los de vegetación madura del MDM dominado por *Prosopis* y el bosque de pino-encino. Seguidos de la vegetación secundaria tanto del MDM dominado por *Prosopis* y la selva mediana perennifolia, así como los sitios de la selva mediana perennifolia de vegetación madura y vegetación secundaria. La selva mediana perennifolia madura también compartió especies con el MDM dominado por

Prosopis maduro. Después la selva mediana perennifolia secundaria y el MDM dominado por *Prosopis* maduro. La selva mediana perennifolia madura y el bosque de pino-encino. Por último, la selva mediana perennifolia secundaria y el bosque de pino-encino fueron los que mostraron una mayor disimilitud en términos de su composición. El matorral desértico micrófilo dominado por *Yucca* no compartió especies entre los sitios, al solo tener una especie.

También se encontró que los vectores de enfermedades están distribuidos tanto en vegetación madura como en vegetación secundaria; sin embargo, es claro que se necesitan más estudios ecológicos para comprender como es la dinámica de transmisión de patógenos tanto en ambientes naturales como en vegetación secundaria, con el fin de predecir y prevenir enfermedades tanto en vida silvestre como en humanos.

5. Referencias

- Abella-Medrano, C.A., Ibáñez-Bernal, S., Carbó-Ramírez, P. & Santiago-Alarcon, D. (2018) Blood-meal preferences and avian malaria detection in mosquitoes (Diptera: Culicidae) captured at different land use types within a neotropical montane cloud forest matrix. *Parasitology International* 67, 313–320.
- Abella-Medrano, C.A., Ibáñez-Bernal, S., MacGregor-Fors, I. & Santiago-Alarcon, D. (2015) Spatiotemporal variation of mosquito diversity (Diptera: Culicidae) at places with different land-use types within a neotropical montane cloud forest matrix. *Parasites & vectors* 8, 487.
- Aleixo, A. (1999) Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic forest. *Condor* 101, 537–548.
- Allee, W.C. (1926) Measurement of Environmental Factors in the Tropical Rain-Forest of Panama. *Ecology* 7, 273–302.
- Atchley, W.R. (1967) The *Culicoides* of New Mexico (Diptera: Ceratopogonidae). *University of Kansas Science Bulletin* 46, 937–1022.
- Atchley, W.R. & Wirth, W.W. (1979) A Review of the *Culicoides haematopodus* Group in North America (Diptera: Ceratopogonidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 52, 524–545.
- Atkinson, C.T. (1988) Epizootiology of *Haemoproteus meleagridis* (Protozoa: Haemosporina) in Florida: potential vectors and prevalence in naturally infected *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *Journal of Medical Entomology* 25, 39–44.
- Atkinson, C.T., Dusek, R.J. & Lease, J.K. (2001) Serological responses and immunity to superinfection with avian malaria in experimentally-infected *Hawaii amakihi*. *Journal of Wildlife Diseases* 37, 20–27.
- Atkinson, C.T., Dusek, R.J., Woods, K.L. & Iko, W.M. (2000) Pathogenicity of avian malaria in experimentally-infected *Hawaii Amakihi*. *Journal of Wildlife Diseases* 36, 197–201.
- Atkinson, C.T., Woods, K.L., Dusek, R.J., Sileo, L.S. & Iko, W.M. (1995) Wildlife disease and conservation in Hawaii: Pathogenicity of avian malaria (*Plasmodium relictum*) in experimentally infected liwi (*Vestiaria coccinea*). *Parasitology* 111 Suppl, S59-69.
- Barnard, B.J., Gerdes, G.H. & Meiswinkel, R. (1998) Some epidemiological and economic aspects of a bluetongue-like disease in cattle in South Africa--1995/96 and 1997. *The Onderstepoort Journal of Veterinary research* 65, 145–51.
- Barretto, M.P. (1944) Sobre o género *Culicoides* Latreille, 1809, com a descrição de três novas espécies (Diptera, Ceratopogonidae). *Facultad de Medicina de*

la Universidad de São Paulo 20, 89–105.

- Basset, Y., Missa, O., Alonso, A., Miller, S.E., Curletti, G., Meyer, M. de, Eardley, C., Lewis, O.T., Mansell, M.W., Novotny, V. & Wagner, T. (2008) Choice of metrics for studying arthropod responses to habitat disturbance: one example from Gabon. *Insect Conservation and Diversity* 1, 55–66.
- Beck, E.C. (1952) Notes on the distribution of *Culicoides* in Florida (Diptera, Ceratopogonidae). *Florida Entomologist* 35, 101–107.
- Becker, M.E., Reeves, W.K., Dejean, S.K., Emery, M.P., Ostlund, E.N. & Foil, L.D. (2010) Detection of Bluetongue Virus RNA in Field-Collected *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) Following the Discovery of Bluetongue Virus Serotype 1 in White-Tailed Deer and Cattle in Louisiana. *Journal of Medical Entomology* 47, 269–273.
- Blanton, F.S. & Wirth, W.W. (1979) The sand flies (*Culicoides*) of Florida (Diptera: Ceratopogonidae). *Arthropods of Florida and neighboring land areas* 10, 1–204.
- Borkent, A. (2004) The Biting Midges, the Ceratopogonidae (Diptera). In: W. Marquardt (Ed), *Biology of Disease Vectors., 2nd Edition*. Elsevier Academic Press., Amsterdam, pp. 113–126.
- Borkent, A. (2012) World species of Biting Midges. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 232.
- Borkent, A., Brown, B. V., Adler, P.H., Amorim, D.D.S., Barber, K., Bickel, D., Boucher, S., Brooks, S.E., Burger, J., Burington, Z.L., Capellari, R.S., Costa, D.N.R., Cumming, J.M., Curler, G., Dick, C.W., Epler, J.H., Fisher, E., Gaimari, S.D., Gelhaus, J., Grimaldi, D.A., Hash, J., Hauser, M., Hippha, H., Ibáñez-Bernal, S., Jaschhof, M., Kameneva, E.P., Kerr, P.H., Korneyev, V., Korytkowski, C.A., Kung, G.-A., Kvitte, G.M., Lonsdale, O., Marshall, S.A., Mathis, W.N., Michelsen, V., Naglis, S., Norrbom, A.L., Paiero, S., Pape, T., Pereira-Colavite, A., Pollet, M., Rochefort, S., Rung, A., Runyon, J.B., Savage, J., Silva, V.C., Sinclair, B.J., Skevington, J.H., Stireman, J.O.I., Swann, J., Vilkamaa, P., Wheeler, T., Whitworth, T., Wong, M., Wood, D.M., Woodley, N., Yau, T., Zavortink, T.J. & Zumbado, M.A. (2018) Remarkable fly (Diptera) diversity in a patch of Costa Rican cloud forest: Why inventory is a vital science. *Zootaxa* 4402, 53.
- Borkent, A. & Grogan Jr, W.L. (2009) Catalog of the New World Biting Midges North of Mexico (Diptera: Ceratopogonidae). *Zootaxa* 2273, 1–48.
- Borkent, A. & Spinelli, G.R. (2000) Catalog of the new world biting midges south of the United States of America (Diptera: Ceratopogonidae). *Contributions on Entomology, International* 4, 1–107.
- Borkent, A. & Spinelli, G.R. (2007) Neotropical Ceratopogonidae (Diptera: Insecta). In: J. Adis, J. R. Arias, G. Rueda-Delgado, y K. M. Wantzen (Eds), *Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA)*. Pensoft, Sofia–Moscow, pp. 198.

-
- Borkent, A. & Spinelli, G.R. (2009) *Manual of central american diptera: Volume 2*. NCR Resear. B. V. Brown, A. Borkent, J. M. Cumming, D. M. Wood, N. E. Woodley, y M. A. Zumbado (Eds). NCR Resear Press, Ottawa, Ontario, Canada.
- Borkent, A., Spinelli, G.R. & Grogan Jr, W.L. (2009) Ceratopogonidae (biting midges, purrujas). In: B. V. Brown, A. Borkent, J. M. Cumming, D. M. Wood, N. E. Woodley, y M. A. Zumbado (Eds), *Manual of Central American Diptera: Volume 1*. NCR Resear Press, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 407–435.
- Borkent, A. & Wirth, W.W. (1997) World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 233, 1–257.
- Chapa-Vargas, L. & Monzalvo-Santos, K. (2012) Natural protected areas of San Luis Potosí, Mexico: Ecological representativeness, risks, and conservation implications across scales. *International Journal of Geographical Information Science* 26, 1625–1641.
- Costa Lima, A. da (1937) Chave das especies de *Culicoides* da regio neotropica (Diptera: Ceratopogonidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 32, 411–422.
- Dampf, A. (1936) Los Ceratopogónidos o jejenes (Insecta, Diptera: fam. Ceratopogonidae), como transmisores de filarias. *Med. Rev. Mexicana* 16, 227–233.
- DeWalt, S.J., Maliakal, S.K. & Denslow, J.S. (2003) Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: Implications for wildlife. *Forest Ecology and Management* 182, 139–151.
- Dickerson, C.Z. (2007) The effects of temperature and humidity on the eggs of *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Texas. PhD thesis, Texas A&M University
- Didham, R.K., Hammond, P.M., Lawton, J.H., Eggleton, P. & Stork, N.E. (1998) Beetle species responses to tropical forest fragmentation. *Ecological Monographs* 68, 295–323.
- Donovan, T., Schrenzel, M., Tucker, T., Pessier, A. & Stalls, I. (2008) Hepatic hemorrhage, hemocoelom, and sudden death due to *Haemoproteus* infection in passerine birds: eleven cases. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 20, 304–313.
- Downes, J.A. & Wirth, W.W. (1981) Ceratopogonidae. In: J. F. McAlpine, B. V. Paterson, G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth, y D. M. Wood (Eds), *Manual of Nearctic Diptera Volume 1*. Agriculture Canada, pp. 393–421.
- Ducheyne, E., De Deken, R., Bécu, S., Codina, B., Nomikou, K., Mangana-Vougiaki, O., Georgiev, G., Purse, B.V. & Hendrickx, G. (2007) Quantifying the wind dispersal of *Culicoides* species in Greece and Bulgaria. *Geospatial*

health 1, 177.

- Dyce, A.L. (1969) Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) reared from rotting cactus in Australia. *Mosquito News* 29, 644–649.
- Edwards, F.W. (1922) On some Malayan and other species of *Culicoides*, with a note on the genus *Lasiohelea*. *Bulletin of Entomological Research* 13, 161–7.
- Felippe-Bauer, M.L., Wirth, W.W., Felippe-Bauer, M.L. & Wirth, W.W. (1987) A new *Culicoides* of the stigmalis group (Diptera: Ceratopogonidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 82, 415–419.
- Foote, R.H. & Pratt, H.D. (1954) The *Culicoides* of the Eastern United States (Diptera, heleidae): a review. *Public Health Monograph* 18, 1–53.
- Forattini, O. P. (1957) *Culicoides* da Recião Neotropical (Diptera, Ceratopogonidae). *Arquivos da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo* 11, 161–526.
- Fox, I. (1946) A Review of the species of Biting Midges or *Culicoides* from the Caribbean region (Diptera: Ceratopogonidae). *Annals of the Entomological Society of America* 39, 248–258.
- Fox, I. (1948) Hoffmania, a new subgenus in *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 61, 21–28.
- Fox, I. (1952) Six new Neotropical species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *Annals of the Entomological Society of America* 45, 364–368.
- Garrett-Jones, C. (1962) The possibility of active long-distance migrations by *Anopheles pharoensis* Theobald. *Bulletin of the World Health Organization* 27, 299–302.
- Garvin, M.C. & Greiner, E.C. (2003) Ecology of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in Southcentral Florida and Experimental *Culicoides* Vectors of the Avian Hematozoan *Haemoproteus Danilewskyi* Kruse. *Journal of Wildlife Diseases* 39, 170–178.
- Goeldi, E. (1905) Os mosquitos no Pará. Reunião de quatro trabalhos sobre os mosquitos indígenas, principalmente as espécies que molesta o homem. *Mem. Mus. Paraense Emilio Goeldi Hist. Nat. Ethnogr.* 4, 1–154.
- Greiner EC, Mo CL, Tanya V, Thompson LH & Oviedo MT. (1992) Vector ecology of bluetongue viruses in Central America and the Caribbean. In: T. E. Walton y B. I. Osburn (Eds), *Bluetongue, African horse sickness, and related orbiviruses: proceedings of the Second International Symposium*. CRC Press, pp. 320–323.
- Gualapuro, M.R. (2013) Contribución al estudio de la fauna de *Culicoides* (Díptera: Ceratopogonidae) en la zona norte del Ecuador. PhD thesis, Universidad San

Francisco de Quito

- Haddow, A.J. & Corbet, P.S. (1961) Entomological studies from a high tower in Mpanga Forest, Uganda. II Observations on certain environmental factors at different levels. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 113, 257–269.
- Hair, J.A. & Turner Jr, C.E. (1968) Preliminary host preference studies on Virginia *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *Mosquito News* 28, 103–107.
- Ham-Dueñas, J.G., Chapa-Vargas, L., Stracey, C.M. & Huber-Sannwald, E. (2017) Haemosporidian prevalence and parasitaemia in the Black-throated sparrow (*Amphispiza bilineata*) in central-Mexican dryland habitats. *Parasitology Research* 116, 2527–2537.
- Hamer, K.C., Hill, J.K., Lace, L.A. & Langan, A.M. (1997) Ecological and biogeographical effects of forest disturbance on tropical butterflies of Sumba, Indonesia. *Journal of Biogeography* 24, 67–75.
- Hernández-Lara, C., González-García, F. & Santiago-Alarcon, D. (2017) Spatial and seasonal variation of avian malaria infections in five different land use types within a Neotropical montane forest matrix. *Landscape and Urban Planning* 157, 151–160.
- Hibler, C.P. (1963) Onchocercidae (Nematoda: Filarioidea) of the American magpie, *Pica pica hudsonia* (Sabine), in northern Colorado. PhD thesis, Colorado State University
- Hill, J.K., Hamer, K.C., Lace, L.A. & Banham, W.M.T. (1995) Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Buru, Indonesia. *Journal of Applied Ecology* 32, 754–760.
- Hoch, A.L., Roberts, D.R. & Pinheiro, F.D. (1986) Breeding sites of *Culicoides paraensis* and options for control by environmental management. *Bulletin of the Pan American Health Organization* 20, 284–93.
- Hoffman, W.A. (1925) A review of the species of *Culicoides* of North and Central America and the West Indies. *American Journal of Hygiene* 5, 274–301.
- Hoffman, W.A. (1939) *Culicoides filariferus*, new species. Intermediate host of an unidentified filaria from southwestern Mexico. *Puerto Rico Journal of Public Health and Tropical Medicine* 15, 172–174.
- Huerta, H. (2007) Datos del material tipo de *Culicoides (Drymodesmyia) bakeri* Vargas (Diptera: Ceratopogonidae). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* (nueva ser, 23–28.
- Huerta, H., Rodríguez Castrejón, A.M., Grogan Jr, W.L. & Ibáñez-Bernal, S. (2012) New records of biting midges of the genus *Culicoides* Latreille from Mexico (Diptera: Ceratopogonidae). *Insecta Mundi* 0211, 1–14.
- Humphreys, J.G. & Turner, E.C. (1973) Blood-feeding activity of female *Culicoides*

-
- (Diptera: Ceratopogonidae). *Journal of Medical Entomology* 10, 79–83.
- Ibañez-Bernal, S., Wirth, W. & Huerta-Jiménez, H. (1996) Ceratopogonidae. In: J. Llorente Bousquets, J. J. Morrone, O. Yáñez Ordóñez, y I. Vargas Fernández (Eds), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Instituto de Biología UNAM, México D. F., pp. 567–578.
- Johns, A.D. (1988) Effects of “selective” timber extraction on rain forest structure and composition and some consequences for frugivores and folivores. *Biotropica* 20, 31–37.
- Jones, R.H. (1962) Rearing Records for *Culicoides loughnani* Edwards (Diptera, Ceratopogonidae). *Annals of the Entomological Society of America* 55, 721–722.
- Jones, R.J. & Wirth, W.W. (1958) New Records , Synonymy , and Species of Texas *Culicoides* (Diptera , Heleidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 31, 81–91.
- Kedmi, M., Van Straten, M., Ezra, E., Galon, N. & Klement, E. (2010) Assessment of the productivity effects associated with epizootic hemorrhagic disease in dairy herds. *Journal of Dairy Science* 93, 2486–2495.
- Khalaf, K.T. (1954) The speciation of the genus *Culicoides* (Diptera, Heleidae). *Annals of the Entomological Society of America* 47, 34–51.
- Kieffer, J.J. (1917) Chironomides d'Amérique conservés au Musée National Hongrois de Budapest. *Annales Musei historico-naturalis hungarici* 15, 292–364.
- Kramer, W.L., Greiner, E.C. & Gibbs, E.P.J. (1985) A survey of *Culicoides* midges (Diptera: Ceratopogonidae) associated with cattle operations in Florida, USA. *Journal of Medical Entomology* 22, 153–162.
- Lafferty, K.D., Allesina, S., Arim, M., Briggs, C.J., De Leo, G., Dobson, A.P., Dunne, J.A., Johnson, P.T.J., Kuris, A.M., Marcogliese, D.J., Martinez, N.D., Memmott, J., Marquet, P.A., McLaughlin, J.P., Mordecai, E.A., Pascual, M., Poulin, R. & Thielges, D.W. (2008) Parasites in food webs: the ultimate missing links. *Ecology Letters* 11, 533–546.
- Lambin, E.F., Baulies, X., Bockstael, N.E., Fischer, G., Krug, T., Leemans, R., Moran, E.E., Rindfuss, R.R., Sato, Y., Skole, D., Turner II, B.L. & Vogel, C. (1999) *Land-Use and Land-Cover Change: Implementation Strategy*. C. Nunes y J. I. Augé (Eds).
- Lindsay, S.W. & Birley, M.H. (1996) Climate change and malaria transmission. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 90, 573–588.
- Linley, J.R. (1985) Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) as vectors of nonviral animal pathogens. *Journal of Medical Entomology* 22, 589–599.

-
- Lopes, J. (1997) Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do Norte do Estado de Paraná, Brasil. V. Coleta de larvas em recipientes artificiais instalados em mata ciliar. *Revista de Saude Publica* 31, 370–377.
- Lutz, A. (1913) Contribuição para o estudo das Ceratopogoninas hematofagas do Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 5, 45–73.
- Macfie, J.W.S. (1848) Some species of *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) from the state of Chiapas, Mexico. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 42, 67–87.
- Macfie, J.W.S. (1932) Some new or little-known Ceratopogonidae. *Annals and Magazine of Natural History Ser 10* 9, 485–499.
- Macfie, J.W.S. (1937) Ceratopogonidae from Trinidad. *Annals and Magazine of Natural History* 20, 1–18.
- MacGregor-Fors, I. & Payton, M.E. (2013) Contrasting Diversity Values: Statistical Inferences Based on Overlapping Confidence Intervals. *PLoS ONE* 8, 8–11.
- Malloch, J.R. (1915) The Chironomidae, or midges, of Illinois, with particular reference to the species occurring in the Illinois River. *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History* 10, 275–543.
- Marzal, A., Lope, F. de, Navarro, C. & Moller, A.P. (2005) Malarial parasites decrease reproductive success: an experimental study in a passerine bird. *Oecologia* 142, 541–545.
- Mcgregor, B.L., Iv, A.E.R., Wisely, S.M. & Burkett-cadena, N.D. (2018) Vertical stratification of *Culicoides* biting midges at a Florida big game preserve. *Parasites and Vectors* 11, 505.
- McGregor, B.L., Stenn, T., Sayler, K.A., Blosser, E.M., Blackburn, J.K., Wisely, S.M. & Burkett-Cadena, N.D. (2018) Host use patterns of *Culicoides* spp. biting midges at a big game preserve in Florida, U.S.A., and implications for the transmission of orbiviruses. *Medical and Veterinary Entomology*.
- Mehlhorn, H., Walldorf, V., Klimpel, S., Jahn, B., Jaeger, F., Eschweiler, J., Hoffmann, B. & Beer, M. (2007) First occurrence of *Culicoides obsoletus*-transmitted Bluetongue virus epidemic in Central Europe. *Parasitology Research* 101, 219–228.
- Mehlhorn, H., Walldorf, V., Klimpel, S., Schaub, G., Kiel, E., Focke, R., Liebisch, G., Liebisch, A., Werner, D., Bauer, C., Clausen, H., Bauer, B., Geier, M., Hörbrand, T., Bätza, H.-J., Conraths, F.J., Hoffmann, B. & Beer, M. (2009) Bluetongue disease in Germany (2007–2008): monitoring of entomological aspects. *Parasitology Research* 105, 313–319.
- Mercer, D.R., Spinelli, G.R., Watts, D.M. & Tesh, R.B. (2003) Biting rates and developmental substrates for biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) in Iquitos, Peru. *Journal of Medical Entomology* 40, 807–12.

-
- Messersmith, D.H. (1965) *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) associated with poultry in Virginia. *Mosquito News* 25, 321–324.
- Montagner, F.R.G., Silva, O.S., Jahnke, S.M., Montagner, F.R.G., Silva, O.S. & Jahnke, S.M. (2017) Mosquito species occurrence in association with landscape composition in green urban areas. *Brazilian Journal of Biology* 78, 233–239.
- Moreno, C.E. (2001) Manuales y Tesis SEA *Métodos para medir la biodiversidad*. España.
- Morrone, J.J. (2005) Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista mexicana de biodiversidad* 76, 207–252.
- Mullen, G. & Hribar, L. (1988) Biology and feeding behavior of ceratopogonid larvae (Diptera: Ceratopogonidae) in North America. *Bulletin of the Society of Vector Ecologists* 13, 60–81.
- Mullen, G.R. (2009) Biting Midges (Ceratopogonidae). In: *Medical and Veterinary Entomology, 2nd Edition*. Elsevier Academic Press, Amsterdam, pp. 169–188.
- Neghme, A. & Silva, R. (1971) Ecología y parasitismo en el hombre. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana* 70, 313–329.
- Nelder, M.P., Swanson, D.A., Adler, P.H., Grogan, W.L. & Jr. (2010) Biting Midges of the Genus *Culicoides* in South Carolina Zoos. *Journal of Insect Science* 10, 55.
- Norte, A.C., Araújo, P.M., Sampaio, H.L., Sousa, J.P. & Ramos, J.A. (2009) Haematozoa infections in a Great Tit *Parus major* population in Central Portugal: relationships with breeding effort and health. *International Journal of Avian Science* 151, 677–688.
- Ortiz, I. (1950) Estudios en *Culicoides* IV. Revision de las especies americanas del subgenero *Hoffmania* Fox 1948, con la descripción de dos nuevas especies. *Rev. Sanid. Asist. Soc.* 15, 437–460.
- Ortiz, I. (1951) Estudios en *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae). IX. Sobre los caracteres diferenciales entre *Culicoides paraensis* (Goeldi, 1905), *C. stellifer* (Coquillett, 1901), y *C. lanei* (Ortiz, 1950). Descripción de cuatro nuevas especies con la redescipción de algunas otras poco conocidas. *Revista Venezolana de Sanidad y Asistencia Social* 16, 573–591.
- Pappas, L.G., Moyer, S. & Pappas, C.D. (1991) Tree hole *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) of the Central Plains in the United States. *Journal of the American Mosquito Control Association* 7, 624–7.
- Patz, J.A. & Lindsay, S.W. (1999) New challenges, new tools: the impact of climate change on infectious diseases Commentary. *Current Opinion in Microbiology* 2, 445–451.
- Portugal, J.-J., Sellers, R.F., Pedgley, D.E. & Tucker, M.R. (1978) 81 The Journal

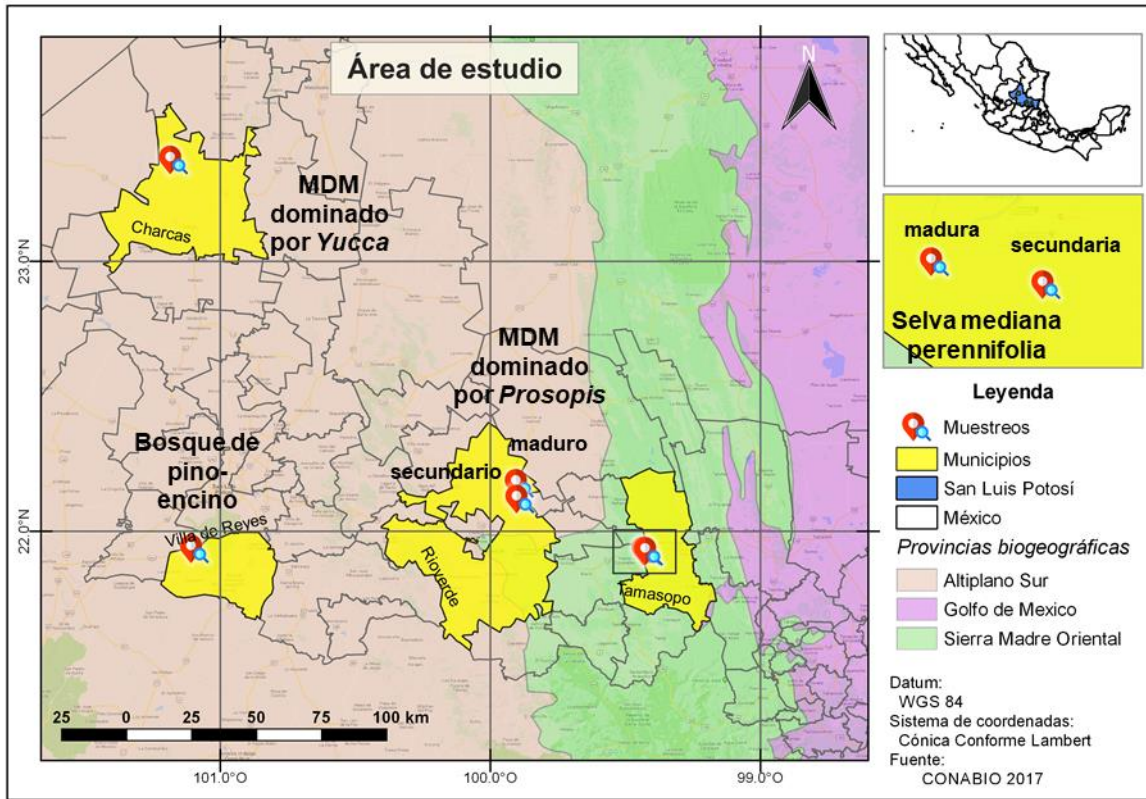
-
- of Hygiene *Possible Windborne Spread of Bluetongue to Portugal, June-July 1956*.
- Poulin, R. (2007) *Evolutionary ecology of parasites, 2nd Edition*. Princeton University Press.
- Van Riper, C., Van Riper, S.G., Goff, M.L. & Laird, M. (1986) The Epizootiology and Ecological Significance of Malaria in Hawaiian Land Birds. *Ecological Monographs* 56, 327–344.
- Roberts, D.R., Hoch, A.L., Dixon, K.E. & Llewellyn, C.H. (1981) Oropouche virus. III. Entomological observations from three epidemics in Pará, Brazil, 1975. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 30, 165–71.
- Robinson, E.J. (1971) *Culicoides crepuscularis* (Malloch) (Diptera: Ceratopogonidae) as a Host for *Chandlerella quisquali* (Von Linstow, 1904) comb. n. (Filarioidea: Onchocercidae). *The Journal of Parasitology* 57, 772.
- Romaña, M. & Wygodzinsky, P. (1950) Acerca de la transmisión de *Mansonella ozzardi* (Manson) (*Filaria tucumana* Biglieri y Araoz). *An Inst Med Reg* 3, 29–34.
- Root, F.M. & Hoffman, W.A. (1937) The north american species of *Culicoides*. *American Journal of Hygiene* 25, 150–175.
- Rushton, J. & Lyons, N. (2015) Economic impact of Bluetongue: a review of the effects on production. *Veterinaria italiana* 51, 401–6.
- Ryckman, R.E. (1960) Biology of Cactiphilic Species of Ceratopogonidae (Diptera). *Annals of the Entomological Society of America* 53, 659–661.
- Ryckman, R.E. & Ames, C.T. (1953) Insects reared from cacti in Arizona. *Pan-Pacific Entomologist* 29 (3), 163–4.
- Rzedowski, J. (1961) Vegetación del estado de San Luis Potosí. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Sakkas, H., Bozidis, P., Franks, A. & Papadopoulou, C. (2018) Oropouche Fever: A Review. *Viruses* 10, 175.
- Sellers, R.F. & Pedgley, D.E. (1985) Possible windborne spread to western Turkey of bluetongue virus in 1977 and of Akabane virus in 1979. *The Journal of hygiene* 95, 149–58.
- Sellers, R.F., Pedgley, D.E. & Tucker, M.R. (1977) Possible spread of African horse sickness on the wind. *The Journal of hygiene* 79, 279–98.
- SEMARNAT (2002) *Vegetación y uso de suelo*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Ambientales. México
- Silva, F.S. & Carvalho, L.P.C. (2013) Population Study of the *Culicoides* Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae) in Urban, Rural, and Forested Sites in a

-
- Cerrado Area of Northeastern Brazil. *Annals of the Entomological Society of America* 106, 463–470.
- Snow, W.E. (1955) Feeding Activities of Some Blood-Sucking Diptera with Reference to Vertical Distribution in Bottomland Forest. *Annals of the Entomological Society of America* 48, 512–521.
- Snow, W.E., Pickard, E. & Moore, J.B. (1957) The Heleidae of the Tennessee River Basin. *Tennessee Academy of Science* 32, 18–36.
- Swanson, D. (2012) Ecology and Phylogeny of the Biting-Midge Genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *All Dissertations* 1002, 194.
- Swanson, D.A. & Adler, P.H. (2010) Vertical distribution of haematophagous Diptera in temperate forests of the southeastern U.S.A. *Medical and Veterinary Entomology* 24, 182–188.
- Valkiūnas, G. (Gediminas) (2005) *Avian malaria parasites and other haemosporidia*. CRC Press.
- Vargas, L. (1944) *Culicoides diabolicus* en Mexico. Caractres del macho. *Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales* 5, 163–169.
- Vargas, L. (1945) Nota sobre Ceratopogonidos y *Culicoides*. *Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales* 6, 41–49.
- Vargas, L. (1954) Two new Mexican species of *Culicoides* (Diptera, Heleidae). *Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales* 14, 25–32.
- Vargas, L. (1960) The subgenera of *Culicoides* of the Americas (Diptera, Ceratopogonidae). *Revista de Biología Tropical* 8, 35–47.
- Venter, G. (2014) *Culicoides* (midges). *African Veterinary Information Portal*, 26. Available from: http://www.afrivip.org/sites/default/files/01_culicoides_complete_lv.pdf (el 9 de enero de 2019).
- Venter, G., Hermanides, K., Boikanyo, S., Majatladi, D. & Morey, L. (2009) The effect of light trap height on the numbers of *Culicoides* midges collected under field conditions in South Africa. *Veterinary Parasitology* 166, 343–345.
- Vigil, S.L., Wlodkowski, J.C., Parris, J., De Vargas, S.E., Shaw, D., Vigil, S.L., Wlodkowski, J.C., Parris, J., Edwards De Vargas, S., Shaw, D., Cleveland, C., & Grogan, W.L.; (2014) New records of biting midges of the genus *Culicoides* Latreille from the southeastern United States (Diptera: Ceratopogonidae). *Insecta Mundi* 0394, 1–14.
- Weinmann, C.J., Murphy, K., Anderson, J.R., DeMartini, J.C., Longhurst, W.M. & Connolly, G. (1979) Seasonal prevalence, pathology, and transmission of the quail heart worm, *Splendidofilaria californiensis* (Wehr and Herman, 1956), in northern California (Nematoda: Filarioidea). *Canadian Journal of Zoology* 57, 1871–1877.

-
- Williams, R.W. (1955) Studies on the *Culicoides* of Baker County, Georgia (Diptera, Heleidae): I. Preliminary Survey and Observations. *Annals of the Entomological Society of America* 48, 30–34.
- Winder, J.A. (1977) Field observations on Ceratopogonidae and other Diptera: Nematocera associated with cocoa flowers in Brazil. *Bulletin of Entomological Research* 67, 57.
- Winder, J.A. & Silva, P. (1972) Cacao pollination: Microdiptera of cacao plantations and some of their breeding places. *Bulletin of Entomological Research* 61, 651.
- Wirth, W.W. (1952) The Heleidae of California. *University of California Publications in Entomology* 9, 95–266.
- Wirth, W.W. (1955) Three new species of *Culicoides* from Texas (Diptera: Heleidae). *Journal of the Washington Academy of Sciences* 45, 355–359.
- Wirth, W.W. (1974) Family Ceratopogonidae. In: N. Papavero (Ed), *A catalog of the Diptera of the Americas south of the United States*. Museu de Zoologie, Universidade de Sao Paulo, pp. 1–89.
- Wirth, W.W. & Blanton, F.S. (1956) Studies in Panama *Culicoides* (Diptera, Heleidae) VII. The species of the pulicaris and covagarciai Groups. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 58, 211–227.
- Wirth, W.W. & Blanton, F.S. (1959) Biting Midges of the Genus *Culicoides* from Panama (Diptera: Heleidae). *Proceedings of the United States National Museum* 109, 237–482.
- Wirth, W.W. & Blanton, F.S. (1967) The North American *Culicoides* of the guttipennis Group (Diptera: Ceratopogonidae). *Florida Entomologist* 50, 207–232.
- Wirth, W.W. & Blanton, F.S. (1969) North America *Culicoides* of the pulicaris group (Diptera: Ceratopogonidae). *Florida Entomologist* 52, 207–243.
- Wirth, W.W. & Blanton, F.S. (1971) New Neotropical sandflies of the *Culicoides* debilipalpis group (Diptera: Ceratopogonidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 73, 34–43.
- Wirth, W.W. & Blanton, F.S. (1974) *The West Indian sandflies of the genus Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae)*. United States Department of Agriculture Technical Bulletin 1474.
- Wirth, W.W. & Bottimer, L.J. (1956) A Population Study of the *Culicoides* Midges of the Edwards Plateau Region of Texas. *Mosquito News* 16, 256–266.
- Wirth, W.W., Dyce, A.L. & Peterson, B. V (1985) An atlas of wing photographs, with a summary of the numerical characters of the Nearctic species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *Contributions of the American Entomological Institute (USA)* 22, 1–46.

-
- Wirth, W.W., Dyce, A.L. & Spinelli, G.R. (1988) An atlas of wing photographs, with a summary of the numerical characters of the Neotropical species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *Contributions of the American Entomological Institute (USA)* 25, 1–72.
- Wirth, W.W. & Felipe-Baue, M.L. (1989) The Neotropical biting midges related to *Culicoides paraensis* (Diptera: Ceratopogonidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 84, 551–565.
- Wirth, W.W., Felipe-Bauer, M.L., Wirth, W.W. & Felipe-Bauer, M.L. (1989) The neotropical biting midges related to *Culicoides paraensis* (Diptera: Ceratopogonidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 84, 551–565.
- Wirth, W.W. & Hubert, A.A. (1960) Ceratopogonidae (Diptera) Reared from Cacti, with a Review of the Copiosus Group of *Culicoides*. *Annals of the Entomological Society of America* 53, 639–658.
- Wirth, W.W. & Jones, R.H. (1957) The North American Subspecies of *Culicoides variipennis* (Diptera, Heleidae). *Technical Bulletin United States Department of Agriculture* 1170, 1–35.
- Wirth, W.W. & Mullens, B.A. (1992) *Culicoides boydi* (Diptera: Ceratopogonidae): A Potential Vector of Hemorrhagic Disease Viruses to Desert Bighorn Sheep in Southern California. *Journal of Medical Entomology* 29, 1006–1010.
- Yorinks, N. & Atkinson, C.T. (2000) Effects of Malaria on Activity Budgets of Experimentally Infected Juvenile Apapane (*Himatione sanguinea*). *The Auk* 117, 731–738.
- Zamora-Vilchis, I., Williams, S.E. & Johnson, C.N. (2012) Environmental temperature affects prevalence of blood parasites of birds on an elevation gradient: Implications for disease in a warming climate. *PLoS ONE* 7, e39208.

6. Anexo



Anexo 1. Mapa del área de estudio. En la provincia del Altiplano Sur de la Región Neártica se ubica el matorral desértico micrófilo dominado por *Yucca*, el matorral desértico micrófilo dominado por *Prosopis* y el bosque de pino-encino. En la provincia de la Sierra Madre Oriental de la región Neotropical se ubica la selva mediana perennifolia.

| Sitios | Especies | Disimilitud (%) | Contribución (%) | Acumulado (%) |
|---------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|------------------|---------------|
| MDM dominado por <i>Prosopis</i> secundario | Selva mediana perennifolia secundaria | morfoespecie 2 | 14.98 | 14.98 |
| | | <i>copiosus</i> | 11.76 | 26.74 |
| | | <i>elutus</i> | 11.38 | 38.12 |
| | | <i>bakeri</i> | 10.28 | 48.4 |
| | | <i>ousairani</i> | 10.28 | 58.68 |
| | | morfoespecie 3 | 10.28 | 68.97 |
| | | <i>baueri</i> | 8.65 | 77.61 |
| | | <i>haematopotus</i> | 8.65 | 86.26 |
| | | <i>loughnani</i> | 8.65 | 94.91 |
| MDM dominado por <i>Prosopis</i> maduro | Bosque de pino-encino | <i>paraensis</i> | 41.82 | 41.82 |
| | | morfoespecie 1 | 29.57 | 71.38 |
| | | <i>diabolicus</i> | 24.86 | 96.25 |
| Selva | Selva | <i>paraensis</i> | 64.1 | 39.6 |

| | | | | | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|
| mediana perennifolia madura | mediana perennifolia secundaria | <i>eadsi</i> | | 36.85 | 76.45 |
| | | <i>diabolicus</i> | | 23.55 | 100 |
| Selva mediana perennifolia madura | MDM dominado por <i>Prosopis</i> maduro | <i>copiosus</i> | 70.03 | 32 | 32 |
| | | <i>morfoespecie 3</i> | | 21.4 | 53.41 |
| | | <i>butleri</i> | | 18 | 71.4 |
| | | <i>loughnani</i> | | 18 | 89.4 |
| | | morfoespecie 1 | | 10.6 | 100 |
| Selva mediana perennifolia secundaria | MDM dominado por <i>Prosopis</i> maduro | <i>copiosus</i> | 80.48 | 18.14 | 18.14 |
| | | <i>paraensis</i> | | 17.16 | 35.29 |
| | | <i>eadsi</i> | | 15.96 | 51.26 |
| | | <i>Morfoespecie 3</i> | | 12.13 | 63.39 |
| | | <i>butleri</i> | | 10.2 | 73.59 |
| | | <i>loughnani</i> | | 10.2 | 83.79 |
| | | <i>diabolicus</i> | | 10.2 | 93.99 |
| Selva mediana perennifolia madura | Bosque de pino-encino | <i>copiosus</i> | 82.94 | 27.14 | 27.14 |
| | | morfoespecie 2 | | 14.98 | 42.11 |
| | | <i>elutus</i> | | 11.38 | 53.49 |
| | | <i>bakeri</i> | | 10.28 | 63.78 |
| | | <i>ousairani</i> | | 10.28 | 74.06 |
| | | <i>baueri</i> | | 8.65 | 82.71 |
| | | <i>butleri</i> | | 8.65 | 91.35 |
| Selva mediana perennifolia secundaria | Bosque de pino-encino | <i>copiosus</i> | 86.92 | 19.85 | 19.85 |
| | | morfoespecie 2 | | 10.95 | 30.8 |
| | | <i>paraensis</i> | | 10.64 | 41.44 |
| | | <i>eadsi</i> | | 9.9 | 51.34 |
| | | <i>elutus</i> | | 8.32 | 59.66 |
| | | <i>bakeri</i> | | 7.52 | 67.18 |
| | | <i>ousairani</i> | | 7.52 | 74.7 |
| | | <i>baueri</i> | | 6.32 | 81.03 |
| | | <i>butleri</i> | | 6.32 | 87.35 |
| | | <i>haematopotus</i> | | 6.32 | 93.68 |
| MDM dominado por <i>Yucca</i> | MDM dominado por <i>Prosopis</i> secundario | <i>eadsi</i> | 100 | 54.32 | 54.32 |
| | | <i>boydi</i> | | 45.68 | 100 |
| MDM dominado por <i>Prosopis</i> secundario | Selva mediana perennifolia madura | <i>eadsi</i> | 100 | 54.32 | 54.32 |
| | | morfoespecie 1 | | 45.68 | 100 |
| MDM dominado | Selva mediana | morfoespecie 1 | 100 | 50 | 50 |
| | | <i>boydi</i> | | 50 | 100 |

| | | | | | |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|-----|-------|-------|
| por <i>Yucca</i> | perennifolia madura | | | | |
| MDM dominado por <i>Yucca</i> | Selva mediana perennifolia secundaria | <i>paraensis</i> | 100 | 25.38 | 25.38 |
| | | <i>eadsi</i> | | 23.62 | 49.01 |
| | | morfoespecie 1 | | 17.95 | 66.96 |
| | | <i>boydi</i> | | 17.95 | 84.91 |
| | | <i>diabolicus</i> | | 15.09 | 100 |
| MDM dominado por <i>Prosopis</i> secundario | MDM dominado por <i>Prosopis</i> maduro | <i>copiosus</i> | 100 | 21.79 | 21.79 |
| | | morfoespecie 1 | | 21.79 | 43.59 |
| | | <i>eadsi</i> | | 17.33 | 60.92 |
| | | Morfoespecie 3 | | 14.57 | 75.49 |
| | | <i>butleri</i> | | 12.25 | 87.75 |
| | | <i>loughnani</i> | | 12.25 | 100 |
| MDM dominado por <i>Yucca</i> | MDM dominado por <i>Prosopis</i> maduro | <i>copiosus</i> | 100 | 22.41 | 22.41 |
| | | morfoespecie 1 | | 22.41 | 44.82 |
| | | <i>boydi</i> | | 14.99 | 59.81 |
| | | Morfoespecie 3 | | 14.99 | 74.8 |
| | | <i>butleri</i> | | 12.6 | 87.4 |
| | | <i>loughnani</i> | | 12.6 | 100 |
| MDM dominado por <i>Prosopis</i> secundario | Bosque de pino-encino | <i>copiosus</i> | 100 | 22.15 | 22.15 |
| | | morfoespecie 2 | | 12.22 | 34.38 |
| | | <i>eadsi</i> | | 9.98 | 44.36 |
| | | <i>elutus</i> | | 9.29 | 53.65 |
| | | <i>bakeri</i> | | 8.39 | 62.04 |
| | | morfoespecie 1 | | 8.39 | 70.43 |
| | | <i>ousairani</i> | | 8.39 | 78.83 |
| | | <i>baueri</i> | | 7.06 | 85.88 |
| MDM dominado por <i>Yucca</i> | Bosque de pino-encino | <i>copiosus</i> | 100 | 22.51 | 22.51 |
| | | morfoespecie 2 | | 12.42 | 34.93 |
| | | <i>elutus</i> | | 9.44 | 44.37 |
| | | <i>bakeri</i> | | 8.53 | 52.9 |
| | | morfoespecie 1 | | 8.53 | 61.43 |
| | | <i>ousairani</i> | | 8.53 | 69.96 |
| | | <i>boydi</i> | | 8.53 | 78.48 |
| | | <i>baueri</i> | | 7.17 | 85.66 |
| | | <i>butleri</i> | | 7.17 | 92.83 |

Anexo 2. Resultados del análisis de similitud en porcentajes (SIMPER) en los sitios representativos de tres tipos de vegetación del estado de San Luis Potosí.