



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Ensamble de mosquitos (Diptera: Culicidae) asociados a fitotelma en una sección del bosque mesófilo de montaña en Xicotepec de Juárez, Puebla.

Tesis presentada para obtener el título de:

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA:**

MARIO IVÁN MIRANDA RODRÍGUEZ

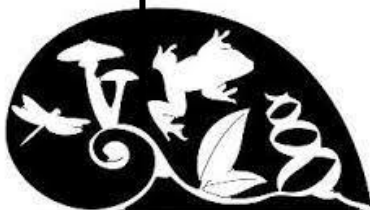
**DIRECTOR DE TESIS:**

Dr. CÉSAR ANTONIO SANDOVAL RUIZ

**CODIRECTOR DE TESIS:**

Dr. CARLOS ANTONIO ABELLA MEDRANO

Diciembre, 2024



Facultad de Ciencias Biológicas  
BUAP

## **AGRADECIMIENTOS**

Detrás de los logros de un individuo, siempre hay una gran cantidad de gente que le ha apoyado, y me siento afortunado de tener personas tan increíbles a mi lado.

A mi madre y mi hermana Sofía por tanta paciencia, amor y apoyo incondicional, por risas, lágrimas y enseñanzas, gracias por tanto, las amo muchísimo.

A mi padre por estar y apoyarme, y a Xime por ser como es.

Al apoyo económico y de formación recibido durante toda mi educación secundaria, preparatoria y universitaria por Fundación BBVA, agradezco a todos los que facilitaron ese apoyo mencionando a Edith y Giovanni, a mis mentores durante la universidad Alberto Pola y José Manuel, de quienes aprendí sobre herramientas para mejorar mi vida personal y profesional.

A Octavio Monroy por inspirarme a acercarme al mundo de la biología y alentarme con sus palabras y acciones.

A Karina Rivera por su experiencia, consejo y ayuda con la identificación de mosquitos.

A Mario y al equipo de almacén por su apoyo y atención.

A Joel por acompañarme durante la licenciatura, por su amistad y todas las experiencias que pasamos durante estos años.

A Abril por su amistad, apoyo incondicional, por escucharme, gracias por ser una gran amiga durante tantos años.

A don Elías por dejarme trabajar en su rancho, siempre ser tan servicial y recibimos con rica comida y una sonrisa.

A Itzel y Janelle por acompañarme y ayudarme a recolectar.

Al Laboratorio de Artropodología y Salud por tantas experiencias, el uso de su equipo, ser mi segunda casa y permitirme tener un lugar en el cual refugiarme y aprender.

A mi director y codirector de tesis por su apoyo, enseñanzas y conocimientos compartidos y por acercarme y maravillarme con el mundo de los dípteros e insectos en general. A Abella por sus recomendaciones y por inspirarme a ser un investigador completo; al profe por compartir su tiempo, conocimientos y por brindarme muchas oportunidades y experiencias.

## **DEDICATORIA**

A Zoraya y Sofía por tanto amor y comprensión, las amo mucho.

## INDICE

RESUMEN .....	8
Palabras clave.....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
Biología general de los mosquitos .....	9
Fitotelma .....	12
Bromeliaceae.....	13
Plantas carnívoras jarra.....	15
Heliconiaceae .....	16
Bambú .....	17
Huecos de árbol.....	18
Identificación taxonómica de los diferentes estados de vida en mosquitos .....	20
Bosque mesófilo de montaña.....	20
JUSTIFICACIÓN .....	21
HIPÓTESIS Y PREDICCIONES .....	21
OBJETIVO GENERAL .....	22
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
MATERIALES Y METODO .....	22
Sitio de estudio .....	22
Diseño de estudio .....	24
Crianza .....	24
Montaje .....	25
Determinación.....	26
Análisis de datos.....	26
RESULTADOS .....	26
Diagnosis y comentarios de las especies encontradas.....	30
<i>Aedes (Howardina) guatemala</i> Berlin, 1969 .....	30
<i>Culex (Anoedioparpa) restrictor</i> Dyar & Knab, 1906.....	32
<i>Culex (Microculex) rejector</i> Dyar & Knab, 1906.....	33
<i>Toxorynchites (Lynchiella) moctezuma</i> Dyar & Knab, 1907 .....	35
<i>Wyeomyia (Wyeomyia) celaenocephala</i> Dyar & Knab, 1906 <sup>a</sup> .....	36

<i>Wyeomyia (Wyeomyia) medioalbipes</i> Lutz, 1904 .....	38
<i>Wyeomyia (Wyeomyia) ca. mitchellii</i> Theobald, 1905.....	40
<i>Wyeomyia</i> sp 1 .....	43
<i>Wyeomyia</i> sp 2 .....	44
<i>Wyeomyia</i> sp 3 .....	45
<i>Wyeomyia</i> sp 4 .....	46
Interacciones mosquito-fitotelma .....	47
DISCUSIÓN .....	48
CONCLUSIONES.....	53
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS Y APÉNDICES .....	69

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. La arquitectura de las bromelias afecta la distribución del agua contenida en ellas.....	14
Figura 2. Sección longitudinal de una planta jarra carnívora típica, <i>Nepenthes x coccinea</i> .....	16
Figura 3. Heliconiaceae.....	17
Figura 4. Hábitos de la comunidad de un entrenudo de bambú.....	18
Figura 5. Árbol de maple.....	19
Figura 6. Precipitación y temperatura promedio en zona de estudio durante agosto 2023 y abril 2024 (CONAGUA-SMN, 2024). .....	24
Figura 7. Rango-abundancia por temporada, en rojo se marca la dominancia de Simpson y en verde el exponencial de Shannon. ....	30
Figura 8. Red de interacciones entre las fitotelmas y los mosquitos encontrados. ....	48

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Abundancias de especies de culícidos en diferentes temporadas y plantas ...	29
Tabla 2. Especies encontradas en diferentes estudios realizados en bosque mesófilo de montaña en México.....	50
Anexo 1. Culicidae registrados en el estado de Puebla .....	69

## RESUMEN

En México se tiene registro de 247 especies de mosquitos, sin embargo, se conoce poco de los mosquitos que se desarrollan en fitotelma. En el Rancho “Las Cañadas” en Xicotepec de Juárez, Puebla se recolectó líquido de fitotelmas con el propósito de registrar los mosquitos que aprovechan estos sitios y mediante el método de cultivo se obtuvo larva, pupa y adulto de cada individuo. Se identificaron 13 especies, 11 provenientes de las fitotelmas: *Aedes (Howardina) guatemala*, *Culex (Microculex) rejector*, *Cx. (Anoediopora) restrictor*, *Toxorhynchites (Lynchiella) moctezuma*, *Wyeomyia celaenocephala*, *Wyeomyia medioalbipes*, *Wyeomyia mitchellii*, *Wyeomyia* sp1, *Wyeomyia* sp2, *Wyeomyia* sp3 y *Wyeomyia* sp4, además de registrar dos especies capturadas con un aspirador entomológico: *Aedes (Stegomyia) albopictus* y *Sabethes (Sabethes) gymnothorax*, De los organismos identificados *Cx. rejector*, *Cx. restrictor*, *Tx. moctezuma* y *Wy. medioalbipes* constituyen nuevos registros para el estado. Se observó una mayor abundancia y riqueza en la temporada de lluvias, que las especies de mosquito encontradas no presentaron una preferencia por alguna especie de planta que albergara fitotelma, y la preferencia del género *Wyeomyia* por las fitotelmas en Bromeliaceae. *Culex rejector* fue la especie dominante durante todas las temporadas, además se reporta el registro más septentrional para *Ae. guatemala*. Las especies de importancia médica son *Ae. albopictus*, implicado en la transmisión del zika, dengue y *Dirofilaria immitis*, *Culex rejector* que se ha encontrado infectado con *Plasmodium* y *Heamaproteus*, *Wy. medioalbipes* y *Wy. mitchellii* los cuales se han observado infectados con los virus de encefalitis equina venezolana y *Sa. gymnothorax* relacionado con la fase selvática de la fiebre amarilla.

**Palabras clave:** Culicidae, Bosque Mesófilo de Montaña, Fitotelma, Bromeliaceae.

## **INTRODUCCIÓN**

Los mosquitos son insectos que pertenecen a la familia Culicidae del orden Diptera, son organismos holometábolos, es decir, presentan metamorfosis completa y pasan por cuatro fases de desarrollo distintas: huevo, larva, pupa y adulto (Clements, 2000).

Los mosquitos en su conjunto tienen una amplia distribución, siendo más diversos en los ambientes de los bosques tropicales donde la humedad y el calor son favorables para su desarrollo y supervivencia (Harbach, 2008). La monofilia de la familia Culicidae está soportada por la presencia de escamas erectas en la cabeza (en algunas especies reducidas o ausentes), piezas bucales desarrolladas en una probóscide larga y la presencia de sedas prealares (ausentes en algunos géneros) (Harbach et al., 1998).

Actualmente se reconocen 3570 especies de mosquitos distribuidos en 2 subfamilias: Anophelinae y Culicinae (Wilkerson et al., 2021). El 75% de mosquitos habitan en las áreas tropicales y subtropicales del mundo, donde las condiciones de humedad y de temperatura son favorables para el rápido desarrollo y supervivencia (Clements, 2000; Ibáñez-Bernal et al., 2020).

La localización geográfica de México determina la riqueza faunística ya que convergen elementos neárticos y neotropicales, ocurriendo una zona de transición en una parte del territorio mexicano (Ibáñez-Bernal et al., 1996), mientras que su fisiografía facilita la especiación.

En el país se han registrado 247 especies de mosquitos (Ortega-Morales et al., 2023). Para el estado de Puebla no se cuenta con un listado de especies, sin embargo, se tienen registros de 46 especies (Anexo 1).

### **Biología general de los mosquitos**

Los adultos, de ambos sexos, se alimentan de néctar y de exudados de frutas, pero las hembras pueden requerir alimentarse de sangre (anautogenia) o no (autogenia) para el desarrollo de los huevos (Clements, 2000). Aquellas especies anautógenas pueden ser generalistas (zoofílicos) o tener preferencia por un grupo de vertebrados (peces, aves, reptiles o mamíferos) (Lehane, 2005).

La temperatura regula el tiempo en que se digiere la sangre, tardando dos o tres días en ambientes tropicales y 5-8 días en ambientes templados. De la digestión se obtiene la vitelogenina, una glicofosfoliproteína, que se transporta a los ovarios donde es absorbida por los oocitos en el epitelio folicular (Day, 2016).

Las especies anautógenas son vectores potenciales de patógenos que pueden afectar al ser humano y otros animales, entre ellos se encuentran virus, bacterias, protozoos y nematodos, causando enfermedades como malaria, dengue, chikungunya, zika, fiebre amarilla, filariasis y otras encefalitis arbovirales (Clements, 2000). Aquellas especies generalistas pueden facilitar la transmisión de parásitos entre organismos filogenéticamente no relacionados (Abella-Medrano et al., 2018).

Durante su ciclo de vida, los estados inmaduros ocurren en cuerpos de agua almacenados por estructuras naturales, como lo son charcos, ríos, plantas (fitotelmas), o estructuras artificiales, por ejemplo, llantas, recipientes plásticos o macetas (Clements, 1999). Algunas especies se especializan a cierto tipo de sitio de oviposición, mientras que otras son generalistas (Service, 2005; Rosero-García et al., 2018; Díaz-Osorio et al., 2021).

Muchas de las especies de mosquitos tienen preferencias por hábitats de oviposición, por lo que las hembras se guían por señales químicas, visuales, olfatorias y táctiles; también hay factores que pueden afectar la ovoposición, como factores abióticos (viento, fase lunar, humedad relativa, temperatura, etc.), el estado fisiológico de la hembra, presencia de depredadores o competidores (Day, 2016; Mwingira et al., 2020).

Los huevos son depositados en la superficie de cuerpos de agua lénticos o en sitios cercanos a estos (Becker et al., 2020). Hay dos tipos de huevos, los de rápida eclosión, colocados directamente en el cuerpo de agua, generalmente eclosionan en un máximo de 48 horas (Service, 2005) y los de eclosión retardada que son resistentes a la sequía y pueden sobrevivir temporadas largas fuera del agua, mismos que eclosionan una vez que son inundados, con una diapausa que les da viabilidad hasta por 2 años (Day, 2016).

Existen algunas adaptaciones que presentan las hembras para la oviposición, como lo es el acomodo de los huevos (en lotes, individuales, en el agua o en paredes cercanas

a zonas húmedas), la forma de las hembras o la protección de huevos hasta su eclosión (Lounibos et al., 1983; Okazawa et al., 1991; Day, 2016).

Del huevo surge una larva ápoda, que presenta cabeza, tórax y abdomen con 10 segmentos, con los últimos 3 modificados, el octavo segmento que puede presentar una estructura alargada llamada sifón que presenta espiráculos en la punta en la subfamilia Culicinae y la placa espiracular en Anophelinae, el noveno segmento reducido y el décimo segmento que alberga las papilas anales (Clements, 2000; Becker et al., 2020).

Durante esta etapa, la alimentación consiste en microorganismos, algas, protistas, detritos y otros invertebrados (Clements, 2000). Presentan cuatro *instars* larvarios, antes de alcanzar el estado de pupa. En cada muda incrementa en tamaño y el tiempo de desarrollo depende de la temperatura (Becker et al., 2020). A partir de la última mitad del cuarto *instar* larvario se pueden observar las trompetas pupales, los ojos compuestos y las patas del adulto (Wilkerson et al., 2021).

El estado de pupa se caracteriza por su capacidad de movimiento, a diferencia de otras pupas de insectos (Clements, 1999) y por su forma de coma, donde la cabeza y el tórax se fusionan formando el cefalotórax, el cuál posee un par de trompetas respiratorias asociadas a los espiráculos protorácicos (Ibáñez-Bernal et al., 2020).

A diferencia de la larva, la pupa no se alimenta y es posible observar estructuras que presenta el adulto como los ojos compuestos, las alas plegadas, patas y probóscide (Service, 2005; Wilkerson et al., 2021), en el espacio entre algunos de estos apéndices y la cutícula se encuentra aire que les permite flotar en el agua de manera pasiva (Clements, 1999).

El proceso de metamorfosis pupa-adulto puede durar un par de días si la temperatura es adecuada (Wilkerson et al., 2021). Una vez que la pupa está farada, esta se extiende en la superficie del agua, el aire almacenado provoca que la exuvia se parta a la mitad y permita la salida del adulto (Clements, 2000).

El mosquito que emerge de la pupa aún tiene que desarrollar por completo parte de sus órganos, algunos de los cuales tardan solo horas y otros hasta días (Wilkerson et al., 2021). Los machos, emergen antes que las hembras, pues al salir deben de rotar los

terminalia 180°, lo cual tarda un día aproximadamente (Clements, 2000; Becker et al., 2020; Ibáñez-Bernal et al., 2020).

Para la reproducción, se han observado tres tipos de comportamientos, enjambres, en sitios de importancia biológica o en solitario (Clements, 1999). En el caso de los enjambres, son formados por machos los cuales se reúnen en vuelo e interceptan a las hembras, las cuales identifican con sus antenas gracias a la diferencia de frecuencia de vuelo entre machos y hembras (Becker et al., 2020).

La reproducción en sitios de importancia biológica puede ser alrededor de los huéspedes en los que las hembras se alimentan, en sitios de emergencia o de reposo (Clements, 1999).

Los machos pueden copular varias veces, a comparación de las hembras que solo pueden hacerlo una vez (Becker et al., 2020). Las hembras solo copulan una vez en su vida, pues el esperma del macho es suficiente para fertilizar todos los huevos que pondrá en su vida (Service, 2005). Las hembras una vez inseminadas y con un lote de huevos listos para la ovoposición, buscan sitios dónde colocarlos.

### **Fitotelma**

Las fitotelmas son pequeños cuerpos de agua dentro de plantas no acuáticas (Varga, 1928), estas pueden ser refugios acuáticos dentro de un ecosistema mucho más grande (Hagen et al., 2012). Entre los organismos que habitan estos espacios están las bacterias, hongos, algas, protozoos, platelmintos, rotíferos, gastrotriquios, nemátodos, poliquetos, crustáceos, insectos y algunas especies de anfibios (Maguire, 1971).

De acuerdo con Greeney (2001) los diferentes tipos de fitotelmas pueden ser: huecos en árboles, axilas foliares, flores, hojas modificadas, partes vegetativas desprendidas (hojas, brácteas, etc.) y cáscaras de frutos caídos. Algunos autores Lozovei (1998) y Magyar et al. (2017), diferencian a los huecos de árboles y a los bambú como dendrotelmas, debido a que se diferencian de otras fitotelmas, principalmente por contener el agua en el tallo o tronco leñoso y por no ser herbáceas. En este trabajo se

utilizará el termino fitotelma para referirse a un cuerpo de agua contenido en plantas no acuáticas que sean o no leñosas.

La presencia o ausencia de ciertas especies animales dentro de una fitotelma se ve afectada por factores como la ubicación de la fitotelma (planta, ubicación geográfica, exposición a la luz, altitud, etc.), por los nutrientes disueltos, el pH del medio, la probabilidad de un evento de secas y la disponibilidad y calidad de los recursos (Kitching, 2000).

De manera general, el líquido retenido en las fitotelmas es de pH ácido, llegando hasta un valor de pH de 3, lo que evita la invasión de algunos organismos dañinos para la planta, como lo son algunas algas (Kitching, 2000).

Algunas de las plantas con fitotelmas más estudiadas son las plantas carnívoras jarra, los huecos de árbol, inflorescencias de *Heliconia* y las bromelias (Jocque et al., 2010). A continuación, se mencionan algunos grupos de plantas que proveen fitotelmas.

### **Bromeliaceae**

Monocotiledóneas que pueden habitar en zonas desérticas o húmedas, de hábitos terrestre o epífita, a diferentes altitudes (0-4000 msnm) y con diferentes grados de luminosidad (Zanella et al., 2012). Muchas de las especies dentro de esta familia suelen mantener agua de lluvia en los ejes foliares (Figura 1), la cual es enriquecida por sustancias que viajan a través del aire, caída de sustancias de los doseles de los árboles o transportadas por animales (Frank, 2004; Frank et al., 2009).

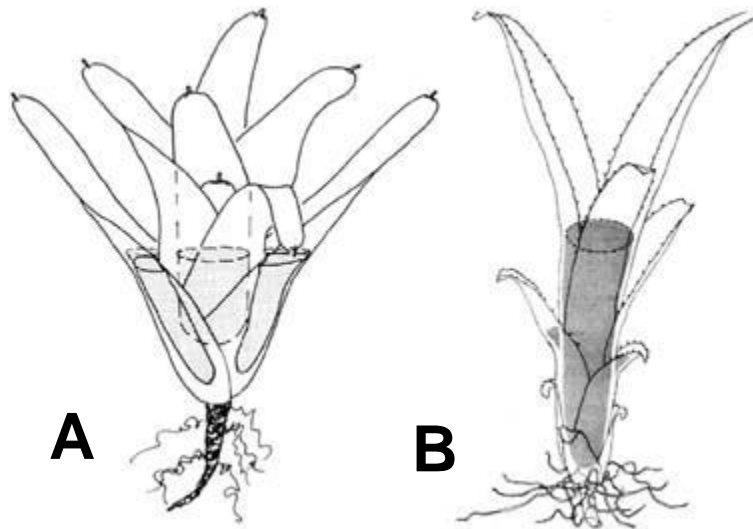


Figura 1. La arquitectura de las bromelias afecta la distribución del agua contenida en ellas. A. *Billbergia pyramidalis*, B. *Aechmea nudicaulis* (Recuperado de Frank, 2004).

Existen 3590 especies agrupadas en 75 géneros (Eggli et al., 2020). En México se tienen reportadas 422 especies en 19 géneros, siendo los más abundantes *Tillandsia*, *Hechtia* y *Pitcairnia* (Espejo-Serna et al., 2018).

La familia se encuentra restringida al continente americano, desde Virginia, Texas y California hasta el norte de la Patagonia Argentina (Zanella et al., 2012), exceptuando por *Pitcairnia feliciana*, que se encuentra en África (Porembski et al., 1999).

Suele trabajarse con este grupo debido a su gran distribución dentro del continente americano, la diversidad de organismos que pueden encontrarse, principalmente invertebrados, y por su fácil manipulación (Romero et al., 2020).

Se ha observado que algunas variables como la coloración de la planta, la presencia de luz directa solar, el volumen de agua y algunas señales químicas pueden ser factores para la elección de la bromelia para que ciertas especies de mosquitos ovipositen (Frank, 1986; Frank et al., 1987; Marques et al., 2012).

Algunos trabajos con mosquitos han observado la relación entre la fauna presente en la fitotelma, el volumen de agua y el tipo de planta (epífita o a nivel de suelo) con las diferentes especies de una zona (Cardoso et al., 2015; Chaves et al., 2016), o bien los

efectos del cambio climático hacia las comunidades dentro de este tipo de microhábitat, indicando cómo el cambio de los regímenes de precipitación afectaba las cadenas tróficas (Romero et al., 2020).

También se ha estudiado cómo diferencias en las fitotelmas afecta a mosquitos exóticos y generalistas como *Aedes aegypti* (López et al., 2011), diferencias entre poblaciones de bromelias nativas y exóticas (O'Meara et al., 2003), o registrando a los organismos que habitan en Bromeliaceae de una zona (Ospina-Bautista et al., 2004; Liria, 2007; Cruz-Ruiz et al., 2008; Montero et al., 2010).

Debido al uso de las bromelias como plantas ornamentales, también se han realizado estudios enfocados a la detección de vectores en sitios urbanos (Ceretti-Junior et al., 2016; Wilke et al., 2018).

Las especies de *Aedes* (*Howardina*), *Anopheles* (*Kerteszia*), *Culex* (*Microculex*) y *Wyeomyia* son considerados como especialistas en bromelias (Ortega-Morales et al., 2018a; Rosero-García et al., 2018; Wilke et al., 2018), también es posible encontrar *Toxorhynchites* (Clements, 1999).

### **Plantas carnívoras jarra**

Las plantas de las familias Cephalotaceae, Sarraceniaceae y Nepentaceae (Mithöfer, 2011) tienen hojas en forma de cono para almacenar agua y así poder digerir animales que caen en el fluido (Figura 2). Son plantas vasculares que utilizan este mecanismo para obtener nutrientes inorgánicos como nitrógeno y fósforo (Adlassnig et al., 2011).

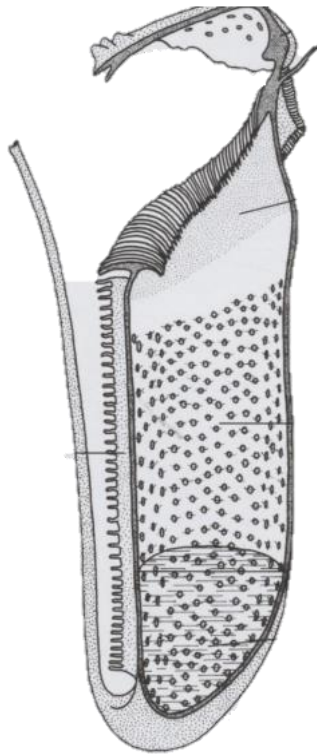


Figura 2. Sección longitudinal de una planta jarra carnívora típica, *Nepenthes x coccinea*. (Recuperado de Adlassnig et al., 2011).

La fitotelma es producida por la planta o almacenaje de agua de lluvia, generalmente ricos en O<sub>2</sub>, a diferencia de los tanques de bromelias (Adlassnig et al., 2011). La especie más estudiada es *Sarracenia purpurea*, en la cual suelen habitar bacterias, protozoos, rotíferos y artrópodos. *Wyeomyia smithii* es una especie de mosquito que utiliza a *Sarracenia purpurea* para completar su ciclo biológico (Adlassnig et al., 2011). También se han reportados especies de los géneros *Tripterooides*, *Toxorhynchites*, *Culex*, *Uranotaenia* en este tipo de plantas (Clements, 1999).

### **Heliconiaceae**

Son plantas monocotiledóneas, el grupo contiene solo un género *Heliconia*, su distribución es principalmente en el trópico americano (Kress et al., 2009). Con 225 especies en el mundo y 16 en México (Gutiérrez-Báez et al., 2016). Pueden presentar

dos tipos de fitotelmas, el de las brácteas en las inflorescencias y los tubos que se forma cuando las hojas jóvenes se desenrollan (Figura 3) (Hayford et al., 2020).



Figura 3. Heliconiaceae. a. *Heliconia bourgaeana*, se aprecian brácteas florales y hojas jóvenes enrolladas. b. Agua en brácteas florales (Recuperado de Rivera-García et al., 2023).

Algunos de los géneros que pueden encontrarse en diferentes especies de *Heliconia* son *Wyeomia*, *Culex*, *Haemagogus*, *Trichoprosopon*, *Sabethes* y *Toxorhynchites* (Seifert, 1982; Santos et al., 2020; Rivera-García et al., 2023b).

## **Bambú**

Son monocotiledóneas, pertenecientes a la subfamilia Bambusoideae de la familia Poaceae, que se caracterizan por tener un tallo leñoso, el cual es hueco en los entrenudos. Existen 1481 especies dentro de 119 géneros en el mundo habiéndose reportado en México 54 especies nativas (Ruiz-Sánchez et al., 2015).

En los bambú, la fitotelma se forma cuando los entrenudos se llenan de agua de lluvia o por los exudados de la misma planta (Campos, 2013). Pueden formarse dos tipos de microhábitat en este grupo, los que se encuentran en los entrenudos y están en su mayoría cerrados a excepción de agujeros en la pared realizados por insectos (Figura 4); y los tocones, que son cortes transversales formados por la ruptura del tallo (Campos, 2016).

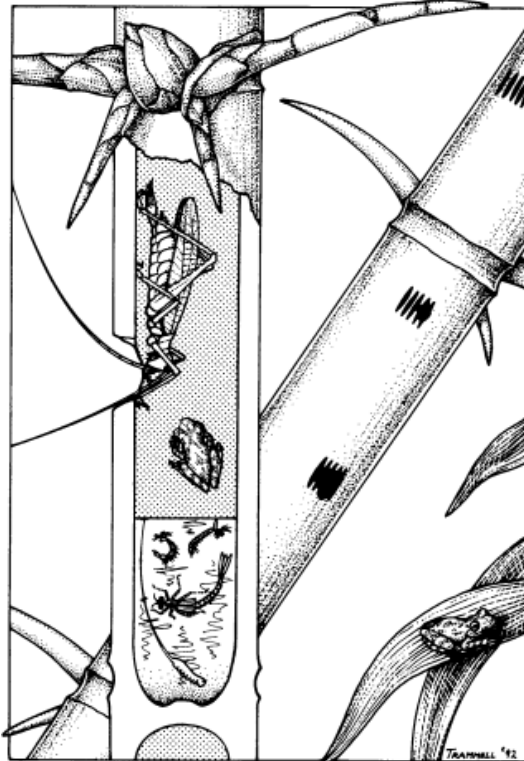


Figura 4. Hábitos de la comunidad de un entrenudo de bambú (Recuperado de Louton et al., 1996).

Los principales habitantes de fitotelmas de bambú son los mosquitos de la tribu Sabethini y algunas especies de los géneros *Armigeres*, *Aedes* y *Toxorhynchites* (Clements, 1999; Campos, 2013; Santos et al., 2020).

## Huecos de árbol

A diferencia de otros tipos de fitotelma, los huecos de árbol pueden ser hábitats semipermanentes, según la humedad, la temperatura y la precipitación del lugar en el que se encuentran (Kitching, 1971).

Los huecos de árbol son pequeños ecosistemas discretos, formados de manera natural por las ramas o por madera putrefacta (Petermann et al., 2022). Se caracterizan por su actividad microbiana heterotrófica la cual es impulsada por los aportes alóctonos de materia orgánica soluble y particulada, siendo hojas el principal aporte seguido de los detritos derivados de organismos (Kaufman et al., 2002). Estos huecos se llenan del agua de lluvia que cae directamente o es arrastrada por los doseles y los tallos hasta el hueco (Figura 5) (Magyar et al., 2017).

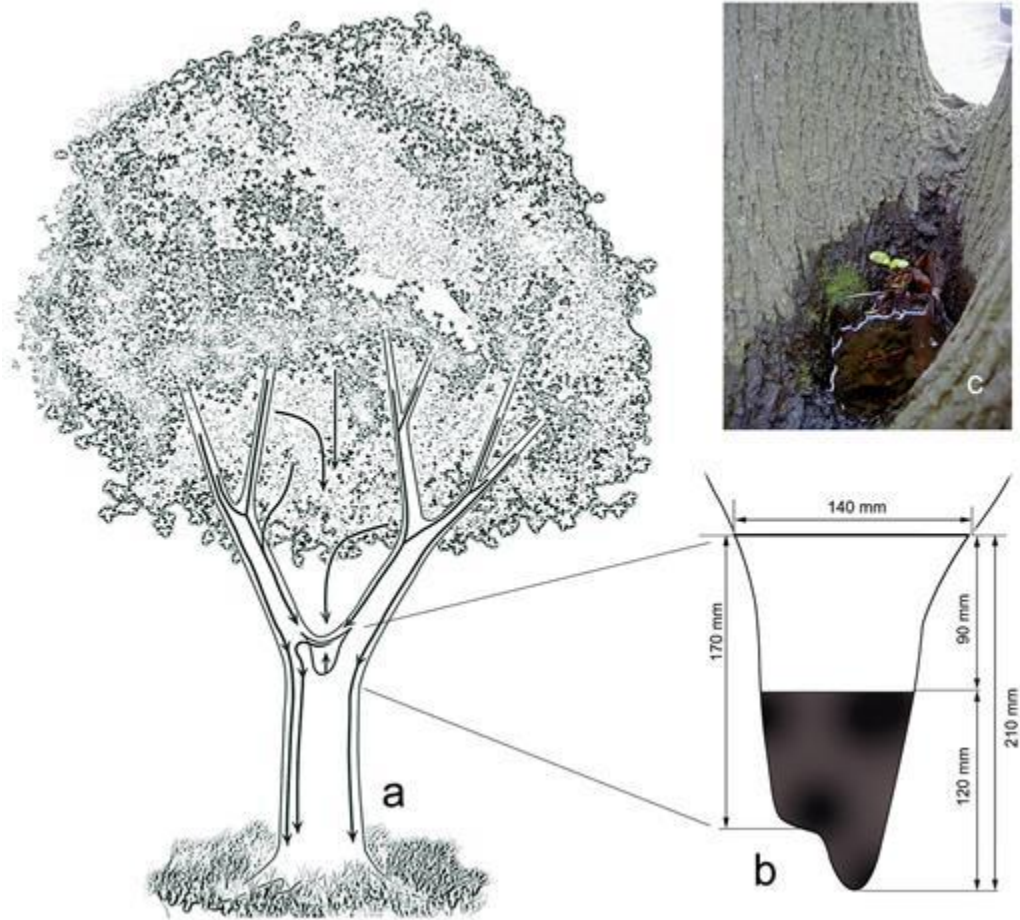


Figura 5. Árbol de maple. a. Las flechas muestran los movimientos del agua de lluvia, b. Vista lateral del hueco, c. Hueco de árbol lleno de agua (Recuperado de Magyar et al., 2017).

Muchos de estos huecos no suelen contener más de diez especies de macroorganismos, sin importar la temporada (Yanoviak, 2001a). *Toxorynchites* es un grupo de mosquitos depredadores de los huecos de árbol (Yanoviak, 2001b), también pueden encontrarse especies de *Aedes*, *Orthopodomyia*, *Culex* y *Anopheles* (Clements, 1999).

### **Identificación taxonómica de los diferentes estados de vida en mosquitos**

La identificación de los huevos puede realizarse con microscopia de contraste y con estereoscopio, aunque con sus limitantes (Myers, 1967), y con microscopia de barrido electrónico. Entre los caracteres utilizados están la forma, tamaño, relación largo-ancho y ornamentación del exocorion (Tyagi et al., 2017; García-Rejón et al., 2022). Las limitantes de este tipo de identificación son el tiempo que se requiere para la identificación y el número de especies descritas en esta etapa de desarrollo (Gunara et al., 2023).

La identificación de las larvas se realiza con aquellas en el cuarto *instar*, principalmente con caracteres de la cabeza y de los segmentos terminales del abdomen, el arreglo de sus sedas (quetotaxia) y la presencia o ausencia del sifón (Cavalcante do Nascimento et al., 2018).

En el caso de la fase de pupa, se utiliza la forma, posición, tamaño y forma de sedas y remos, además del largo de las trompetas respiratorias (Ibáñez-Bernal et al., 2020).

Para los adultos se identifican con el arreglo de sus sedas y escamas, patrones de coloración y caracteres en cabeza, tórax, alas, patas y abdomen. Los terminalia de los machos, son muy importantes para determinar género, subgénero y especie (Ibáñez-Bernal et al., 1996).

### **Bosque mesófilo de montaña**

El bosque mesófilo de montaña se caracteriza por una alta humedad constante proveniente de las nubes o de la neblina, por ello que sea conocido también como bosque de niebla. Se localizan en elevaciones de 400-2700 metros sobre nivel del mar, en la zona de condensación de las nubes (Rzedowski et al., 2006; Gual-Díaz et al., 2017). Las variaciones en la geografía y el clima generan una gran riqueza de la flora y fauna

adaptadas a estos tipos de hábitat, esta alta especificidad las hace vulnerables a la pérdida de hábitat (Ruiz-Jiménez et al., 2012; Karger et al., 2021).

En México, el bosque mesófilo de montaña comprende menos del 1% del territorio nacional (Rzendowski, 1996), del cual un 12% se encuentra bajo protección. De acuerdo con proyecciones climáticas se espera que para 2080 desaparezca 68% de bosque mesófilo de montaña debido a que el clima ya no será adecuado para mantener ese tipo de ambiente, siendo la Sierra de Juárez en Oaxaca la que tiene una mayor probabilidad de mantener el 45% de los 5160 km<sup>2</sup> que tenía en 2012 si no existe un cambio en las actividades antropogénicas (Ponce-Reyes et al., 2012). De 75 países, México se encuentra entre los primeros 10 países que se espera pierdan especies en este tipo de ambiente (Karger et al., 2021).

Entre los estudios realizados en bosque mesófilo de montaña con mosquitos en México, se tienen los de Abella-Medrano et al. (2015), Guillén-Rodríguez et al. (2023), Rivera-García et al. (2023b), de los cuales el último obtuvo culícidos de fitotelmas.

## **JUSTIFICACIÓN**

En el bosque mesófilo de montaña se presentan condiciones únicas las cuales son aprovechadas por diferentes organismos que se han especializado a este tipo de ambiente. Debido a la fragmentación y desaparición del bosque mesófilo de montaña en México y su posible desaparición en las próximas décadas, es importante registrar las especies contenidas en este tipo de ambiente. El presente estudio, al realizar el método de cría para los inmaduros de mosquito que se encontraran en diferentes fitotelmas en una sección de bosque mesófilo de montaña en la zona norte del estado de Puebla, permitirá la identificación sustentada por varios caracteres de las diferentes etapas de desarrollo y sexo de los mosquitos que aportará las relaciones mosquito-planta, registros de especies para la región y el estado.

## **HIPÓTESIS Y PREDICCIONES**

Debido a la gran abundancia de organismos de la familia Bromeliaceae en el bosque mesófilo de montaña y a la relación entre mosquitos con fitotelmas se encontrarán organismos del género *Aedes* (*Howardina*), *Culex* (*Microculex*), *Toxorhynchites* y *Wyeomyia*, esperando encontrar *Aedes allotecnus*, *Aedes quadrivittatus*, *Culex rejector*, *Wyeomyia celaenocephala*, *Wyeomyia mitchellii*, *Wyeomyia guatemala* por su distribución en el país.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Conocer el ensamble de mosquitos (Diptera: Culicidae) que se desarrollan en las fitotelmas de una sección de bosque mesófilo de montaña en Xicotepec de Juárez, Puebla, durante la temporada de lluvias, frías y secas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Obtener parte del inventario de mosquitos en el área de estudio.
2. Comparar el ensamble de culícidos que habitan en los diferentes tipos de fitotelmas.
3. Elaborar las diagnósticos taxonómicos de mosquitos asociados a las fitotelmas, en caso de que no se encuentren descritas las especies o alguna de sus fases.
4. Identificar especies que sean vectores potenciales de enfermedades a humanos y animales mediante referencias bibliográficas.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### **Sitio de estudio**

Los muestreos se llevaron a cabo los días 23 de septiembre de 2023, 17 de febrero y 27 de abril de 2024 para obtener muestras en las tres temporadas climáticas del año: lluvias, frías y secas, en el Rancho Las Cañadas, en Xicotepec de Juárez, Puebla (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O) (Figura 6) en una sección de bosque mesófilo de montaña conservado donde la especie predominante es *Quercus obtusata* (Ortega-Rivera et al., 2019). El municipio presenta un clima cálido húmedo con abundantes lluvias todo el año (INEGI,

2000), una temperatura media anual de 18.6°C, con una precipitación anual de 3181.5 mm, con un período marcado de lluvias durante los meses de junio a octubre (CONAGUA-SMN, 2024).

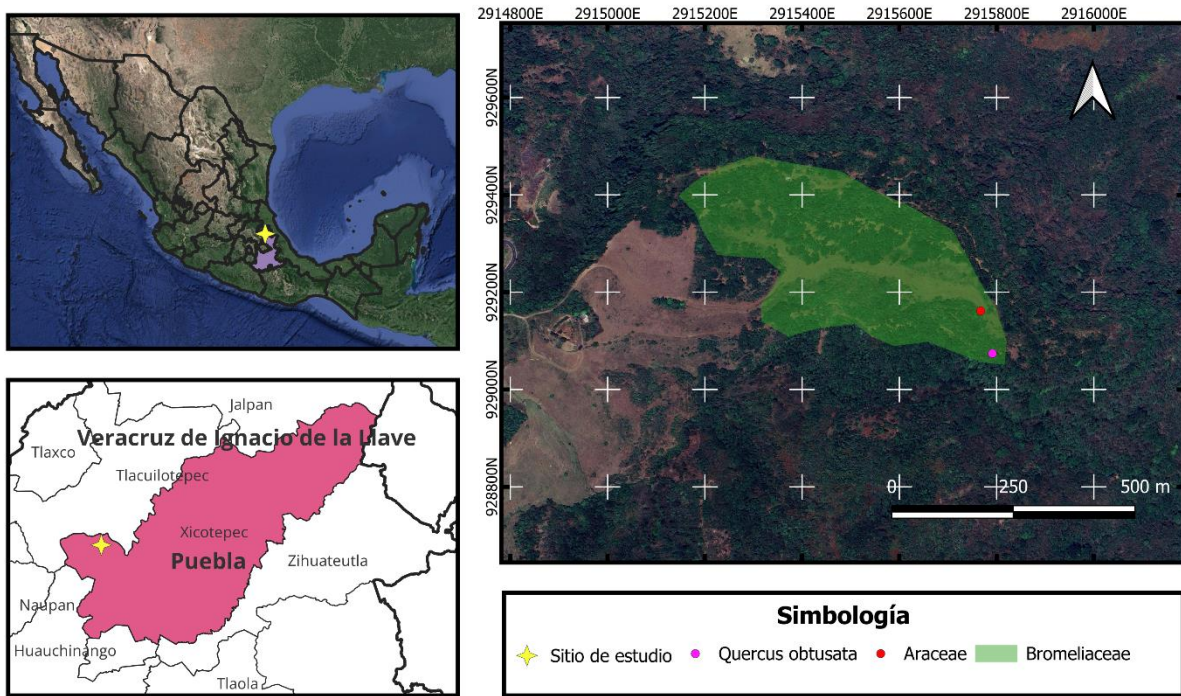


Figura 6. Zona de estudio y ubicación de las fitotelmas revisadas.

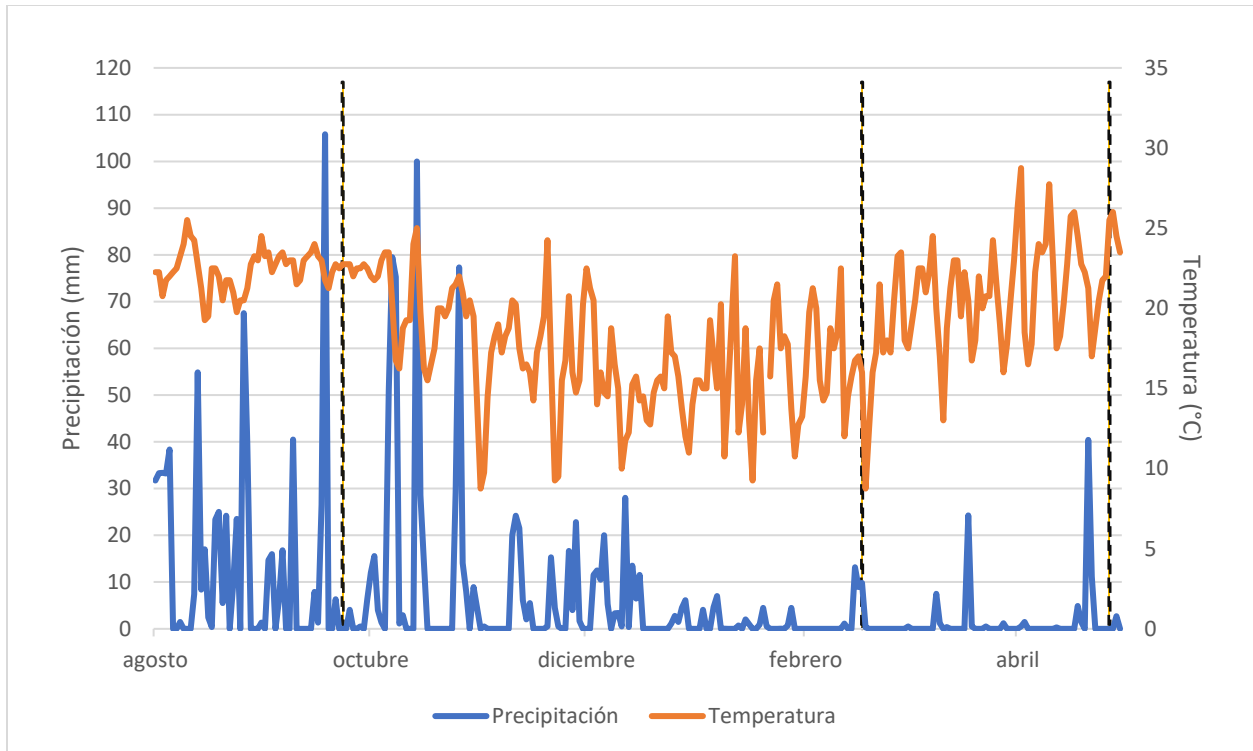


Figura 7. Precipitación y temperatura promedio en zona de estudio durante agosto 2023 y abril 2024 (CONAGUA-SMN, 2024).

### Diseño de estudio

Se realizó un muestreo dirigido principalmente en aquellas Bromeliaceae que se encontraban a una altura de 1-5 m del suelo y de fácil acceso. De las fitotelmas se extrajo el agua contenida entre las axilas foliares con una pipeta de plástico de 10 ml y una pipeta Pasteur de plástico de 3 ml, de acuerdo con la accesibilidad al cuerpo de agua (Silver, 2008). Todos los contenidos de agua fueron colocados independientemente, tomando en consideración el tipo de fitotelma separando las larvas y pupas para su manejo y crianza individual.

### Crianza

La crianza se realizó al separar las larvas y pupas en agua del medio donde se encontraron hasta que se observó un cambio de fase. Se revisó cada 24 horas hasta que

cambiaron de estado para extraer exuvias, organismos muertos o hasta obtener adultos, también para observar el nivel de agua y evitar que la pérdida de líquido (Belkin et al., 1967).

Las exuvias fueron almacenadas en tubos de plástico de 1.5 ml con alcohol a una concentración del 96%, los adultos se almacenaron en tubos de plástico de 1.5 ml, sin alcohol por 24 horas después de su emergencia (Belkin et al., 1967), después fueron sacrificados al exponerlos a una fuente de calor a una temperatura mayor de 42°C por 5 minutos.

### **Montaje**

Los adultos se montaron en triángulos de papel opalina sujetos a un alfiler entomológico del número 1. En la punta del triángulo se colocó una pequeña cantidad de pegamento blanco para colocar al mosquito en una posición horizontal, colocando la punta del triángulo en el lado derecho del tórax, permitiendo que se observe el lado izquierdo del organismo con las patas dirigidas hacia el alfiler (Rattarithikul, 1982; Becker et al., 2020).

Los terminalia de los machos se separaron desde el séptimo segmento abdominal con unas tijeras iris para micro disección. Se maceró por dos días en solución de hidróxido de sodio al 10% y después se colocaron en tubos de 0.5 ml con glicerina y alcohol al 70%. Los ejemplares se colocaron en un portaobjetos excavado y una gota de glicerina para su observación en un microscopio compuesto Zeiss Primo Star (Becker et al., 2020).

Las exuvias se montaron en preparaciones permanentes. Para ello se utilizó Euparal como medio de montaje, utilizando un estereoscopio se colocaron las exuvias en un portaobjetos, del lado derecho la pupal, separando cefalotórax del abdomen, y del lado izquierdo la larval. Se extendieron las exuvias para observar las diferentes sedas. Una vez puesto el cubreobjetos se dejó secar en una plancha térmica por 24 horas a una temperatura aproximada de 35° C (Rattarithikul, 1982; Gaffing et al., 1997).

A todos los montajes se les colocó etiqueta de datos de campo, con la fecha y sitio de colecta, número de identificación del organismo y datos del colector y la etiqueta de

identificación con género o especie identificada, fecha de identificación, sexo y quién identificó. Los ejemplares fueron depositados en la colección del Laboratorio de Artropodología y Salud en la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP.

### **Determinación**

Para la determinación de los organismos recolectados se utilizaron los trabajos de Dyar et al. (1906b), Howard et al. (1915), Lane (1953), Belkin et al. (1970) y Darsie et al. (2004). Como material de apoyo se utilizó el trabajo de Wilkerson et al. (2021). Para la observación de los organismos se utilizaron estereoscopios de la marca Leica modelos M80, 34E y S9D.

En el caso de *Culex (Microculex)* se utilizaron los trabajos de Rozeboom et al. (1950) y Ortega-Morales et al. (2018a), para el subgénero *Anoediopora* de *Culex* se utilizó el trabajo de Berlin et al. (1980), para *Aedes* los trabajos de Berlin (1969), Rivera-García et al. (2023a) y Viveros-Santos et al. (2023), para el género *Toxorhynchites* el trabajo de Mendez-Andrade et al. (2019) y para la identificación de *Sabethes* el trabajo de Harbach et al. (1992).

### **Análisis de datos**

Con los datos obtenidos se obtuvo la abundancia por temporada y tipo de fitotelmas, se realizaron curvas de rango-abundancia y se obtuvieron los índices de diversidad exponencial de Shannon y Dominancia de Simpson con el programa SPADE (Chao et al., 2009) para comparar el número de individuos recolectados por especie y temporada. Además de los índices antes mencionados, se realizó prueba de  $X^2$  y una red de interacciones con el paquete Bipartite (Dormann et al., 2008) en R (R Core Team, 2023) con la finalidad de determinar la preferencia de los mosquitos por las fitotelmas muestreadas.

## **RESULTADOS**

Se recolectaron 349 culícidos de 11 especies pertenecientes a cuatro géneros: *Aedes*, *Culex*, *Toxorhynchites* y *Wyeomyia* (Tabla 1). Las fitotelmas de las que se recolectaron

fueron principalmente de la familia Bromeliaceae, con tres especies y dos morfoespecies diferentes (*Catopsis sessiliflora*, *Tillandsia punctulata*, *Tillandsia leiboldiana*, Bromelia sp. 1 (B1) y Bromelia sp. 2 (B2) de las cuales se recolectaron 334 individuos de mosquitos inmaduros, un hueco de encino (*Quercus obtusata*) del cual se obtuvieron 15 individuos (Figura 7).

De manera general, la temporada con mayor abundancia de mosquitos fue lluvias y la menos abundante secas. La especie dominante durante las diferentes temporadas fue *Culex rejector* (Dyar and Knab, 1906a), seguida por *Wyeomyia medioalbipes* (Lutz, 1904).

Durante la temporada de lluvias, se recolectaron 292 individuos pertenecientes a 10 especies, la especie dominante fue *Culex rejector*, seguido por *Wyeomyia celaenocephala* (Dyar and Knab, 1906b) y *Wyeomyia medioalbipes*. Las especies menos abundantes y con un solo individuo recolectado fueron *Toxorhynchites moctezuma* (Dyar and Knab, 1907), *Wyeomyia* sp. 2, *Wyeomyia* sp. 3 y *Wyeomyia* sp. 4. Las bromelias con las fitotelma con mayor abundancia de culícidos en esta temporada fueron los de *Catopsis sensilliflora* con 22 inmaduros recolectados en 44 plantas muestreadas, la de menor abundancia fue *Tillandsia punctulata* con 6 plantas examinadas. El hueco de *Quercus obtusata* registró 9 individuos.

En la temporada de frías se recolectaron 53 individuos pertenecientes a 7 especies, la más abundante fue *Culex rejector*, seguido por *Wyeomyia medioalbipes* y de *Aedes guatemala* (Berlin, 1969). Las especies raras, solo con un individuo, fueron *Culex restrictor* (Dyar et al., 1906b), *Wyeomyia mitchellii* (Theobald, 1905) y *Wyeomyia* sp1. Los fitotelmas de Bromeliaceae fueron los que contribuyeron con el mayor número de inmaduros de mosquito, siendo *Catopsis sessilliflora* la que presentó más individuos, mientras que la que presentó menor abundancia fue *Tillandsia leiboldiana* con un solo inmaduro presente.

Para la temporada de secas solo se recolectaron 4 individuos, siendo la especie más abundante *Culex rejector* y la menos abundante *Wyeomyia medioalbipes*, todas encontradas en la fitotelma B1.

Para el sitio de estudio, se registraron *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) y *Sabethes gymnothorax* (Harbach et al., 1992), los cuales fueron recolectados a través de un aspirador entomológico, sin embargo, no se encontraron en las fitotelmas revisadas.

Tabla 1. Abundancias de especies de culícidos en diferentes temporadas y plantas

Número de plantas examinadas entre paréntesis.

Código	Especie	Septiembre			Febrero								Abril		Total general
		<i>Quercus obtusata</i> (1)	Bromeliaceae (98)	Total	B1 (6)	<i>Quercus obtusata</i> (1)	<i>Tillandsia leiboldiana</i> (24)	B2 (2)	Bromeliaceae (1)	<i>Tillandsia punctulata</i> (6)	<i>Catopsis sessiliflora</i> (44)	Total	B1 (24)	Total	
Ag	<i>Ae. guatemala</i>	0	10	10	1	2	0	3	0	0	2	8	0	0	18
Crj	<i>Cx. rector</i>	8	165	173	2	3	7	0	2	1	13	28	3	3	204
Crs	<i>Cx. restrictor</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Tm	<i>Tx. moctezuma</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Wc	<i>Wy. celaenocephala</i>	0	21	21	0	0	1	0	0	0	2	3	0	0	24
Wme	<i>Wy. medioalbipes</i>	0	73	73	1	0	3	0	2	0	5	11	1	1	85
Wmi	<i>Wy. mitchellii</i>	0	8	8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
W1	<i>Wy. sp 1</i>	0	3	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4
W2	<i>Wy. sp 2</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W3	<i>Wy. sp 3</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
W4	<i>Wy. sp 4</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total general</b>		<b>9</b>	<b>283</b>	<b>292</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>53</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>349</b>

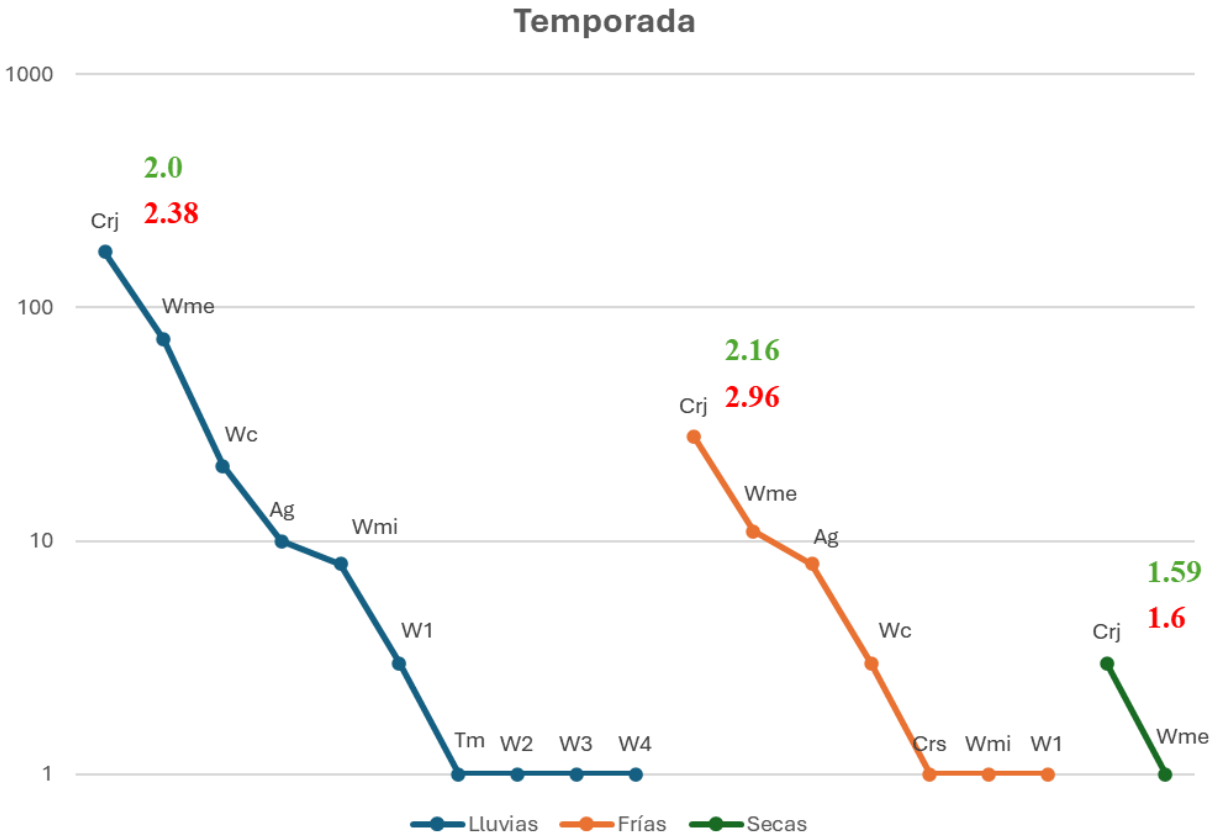


Figura 7. Rango-abundancia por temporada, en rojo se marca la dominancia de Simpson y en verde el exponencial de Shannon. Ag. *Aedes guatemala*. Crj. *Culex rejector*. Crs. *Culex restrictor*. Tm. *Toxorynchites moctezuma*. Wc. *Wyeomyia celaenocephala*. Wme. *Wyeomyia medioalbipes*. Wmi. *Wyeomyia mitchellii*. W1. *Wyeomyia* sp 1. W2. *Wyeomyia* sp 2. W3. *Wyeomyia* sp 3. W4. *Wyeomyia* sp4.

### Diagnos y comentarios de las especies encontradas

#### *Aedes (Howardina) guatemala* Berlin, 1969

**Adultos:** Vértice de la cabeza con escamas decumbentes, con una línea central de escamas amarillo pálido y dos líneas laterales de escamas oscuras. Escudo con patrón de escamas negras y amarillas/doradas, 2 líneas centrales y 2 laterales color amarillo/dorado que empiezan después de la zona anterior del escudo hasta el margen

anterior del escutelo, más dos líneas desde los lóbulos antepronotales hasta el área supraalar. Tarsómeros 1 y 2 de las patas posteriores con bandas basales blanca.

*Ae. guatemala* se diferencia de *Aedes allotecnon* y *Aedes guerrero* por la presencia de bandas color blanco en la zona basal de los tarsómeros 1 y 2 de la pata posterior; mientras que *Ae. allotecnon* y *Ae. guerrero* presentan las patas posteriores con bandas basales color blanco en los tarsómeros 1, 2 y 3.

**Pupa:** Trompetas respiratorias largas y delgadas, sedas 8 y 9 del cefalotórax de tamaño similar, seda 12 del cefalotórax con dos ramas, seda 9-VIII con tres o cuatro ramificaciones,

*Aedes guatemala* se diferencia de *Aedes allotecnon* por la seda 5 de los segmentos IV y V que es más larga, pero sin sobrepasar el margen posterior del siguiente tergo. Por otra parte, se diferencia de *Aedes guerrero* por el tamaño de las sedas 8 y 9 cefalotorácicas y por el número de ramas en la seda 9-VIII, siendo la 8-CT más pequeña que la 9-CT y la seda 9-VIII teniendo de 4 a 7 ramas en *Ae. guerrero*, mientras que *Ae. guatemala* tiene las sedas 8 y 9 del cefalotórax de tamaño similar y de 3-4 ramas en 9-VIII.

**Larva:** Seda 1-V-VI con menos de 5 ramas, presencia de espículas en la silla después de la inserción de la seda 1-X, 4-X con cinco pares de sedas.

*Aedes guatemala* se diferencia de *Aedes allotecnon* por tener 5 o menos ramas en la seda 1 de los segmentos abdominales V y VI. *Ae. guatemala* es diferente a *Aedes guerrero* por presentar espículas después de la inserción de la seda 1-X en la silla.

**Macho:** Similar a la hembra, excepto por las antenas plumosas y los segmentos genitales. Claspeta larga y delgada, tan larga como dos o más veces su anchura, placas laterales del edeago presenta un adelgazamiento formando lóbulos laterales de manera evidente, uña gonostilar corta, 0.25 veces o menos que longitud del gonostilo, gonocoxito largo y cilíndrico, menos de 3.5 veces de su anchura al nivel de la claspeta.

**Material examinado:** 7 adultos (5 machos, 2 hembras), 10 pupas, 18 larvas. México, Puebla, Xicotepec de Juárez (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 10 individuos del 23 de septiembre de 2023 y 8 individuos del 17 de febrero de 2024.

**Bionomía:** Los estados inmaduros de *Aedes guatemala* se han encontrado habitando bromelias epífitas (Berlin, 1969; Clark-Gil & Darsie, 1983; Viveros-Santos et al., 2022, 2023) y huecos de árbol (Heinemann et al., 1977b; Rivera-García et al., 2023a). Se ha registrado a *Aedes guatemala* en un bosque mesófilo de montaña compartiendo diferentes fitotelmias con *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Aedes podographicus*, *Culex bihaicolus*, *Culex erethyzonfer*, *Culex rejector*, *Limatus durhamii*, *Shannoniana moralesi*, *Toxorhynchites moctezuma*, *Wyeomyia guatemala* y *Wyeomyia melanopus*. En el presente estudio se encontraron en un hueco de *Quercus obtusata* cohabitando con *Cx. rejector* y *Cx. restrictor*, también se encontraron en la bromelia *Catopsis sessiliflora* cohabitando con *Cx. rejector*, *Wyeomyia medioalbipes* y *Wyeomyia celaenocephala* (Viveros-Santos et al., 2023). Se han capturado adultos de *Ae. guatemala* atraídos por humanos (Berlin, 1969; Clark-Gil et al., 1983).

**Distribución:** *Ae. guatemala* tiene registros en Guatemala (Berlin, 1969), Chiapas (Viveros-Santos et al., 2023), sureste de Puebla (Rivera-García et al., 2023) y norte de Puebla mediante el presente estudio.

**Importancia médica:** Desconocida.

### ***Culex (Anoedioporpa) restrictor* Dyar & Knab, 1906**

**Adultos:** Escamas de la cabeza bifurcadas apicalmente. Escamas del mesonoto color castaño, con dos líneas longitudinales de color castaño a dorado que empiezan en la zona del antepromotorio y terminan antes del escutelo, presencia de macrosedas acrosticales desde la parte anterior hasta el área prescutelar, presencia de una macroseda en la parte baja de la mesopleura. Patas sin bandas.

La hembra se diferencia de *Culex corrigani* pues esta presenta de 3 a 4 sedas cortas cerca del área prescutelar y la parte baja de la mesopleura se encuentra sin sedas.

**Pupa:** Seda 5-CT de tamaño similar al 4-CT, seda 10-CT doble y de mayor tamaño que la seda 11-CT. Sin sedas en los remos.

**Macho:** Similar a la hembra, palpos de tamaño similar al de la probóscide. Lóbulos del tergo-IX pequeños, en forma de montículo, pequeños y con un gran espacio entre ellos. Gonocoxito apenas cónico, presentando 4 sedas lanceoladas en la zona distal del lóbulo subapical.

**Material examinado:** 1 adulto (Macho), 1 pupa. México, Puebla, Xicotepéc de Juárez (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 1 individuo del 17 de febrero de 2024.

**Bionomía:** Inmaduros en huecos de árbol, entrenudos de bambú o en contenedores artificiales. Se ha encontrado cohabitando con *Aedes albopictus* en cubetas de plástico (Tzuc-Dzul et al., 2023), en llantas desechadas con *Ae. albopictus*, *Aedes gabriel*, *Aedes aegypti*, *Aedes muelleri*, *Aedes podographicus*, *Culex coronator*, *Culex corniger*, *Limatus durhamii* y *Toxorhynchites moctezuma* (Ortega-Morales et al., 2010, 2019a, 2019c, 2019b; Adeniran et al., 2021), huecos de árbol con *Aedes idanus*, *Aedes vargasi*, *Ae. gabriel*, *Tx. moctezuma* y *Aedes chionotum* (Adeniran et al., 2021), en las áxilas de *Xanthosoma* con *Li. durhamii* y *Wyeomyia mitchellii*. En el presente estudio se encontraron cohabitando en un hueco de *Quercus obtusata* con *Aedes guatemala* y *Cx. rejector*.

**Distribución:** México, en los estados de Hidalgo, Jalisco, México, Nuevo León, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán (Berlin et al., 1980; Ortega-Morales et al., 2010, 2015, 2019a, 2019c, 2019b; Adeniran et al., 2021; Tzuc-Dzul et al., 2023) y Puebla mediante el presente estudio. También presente en Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Panamá y Venezuela (Berlin and Belkin, 1980).

**Importancia médica:** Desconocida.

### ***Culex (Microculex) rejector* Dyar & Knab, 1906**

**Adultos:** Escudo de color marrón. Presencia de bandas delgadas en la base de todos los tarsómeros de las patas posteriores, escamas delgadas y alargadas en las alas y la ausencia de un anillo blanco en los palpos del macho.

Se distingue de la hembra de *Culex imitator* que posee bandas gruesas basales en los tarsómeros de la pata posterior, marcas del tórax plateadas, machos con un anillo blanco en los palpos. Diferente a *Culex daumastocampa* por la falta de escamas doradas en el margen anterior del mesonoto.

**Pupa:** Trompeta respiratoria larga y delgada, zona traqueoide presente, midiendo aproximadamente un tercio de la longitud del meato. Seda 8 del cefalotórax doble y seda 9 del cefalotórax simple. Seda 1 del remo doble.

*Culex rejector* se diferencia de *Culex imitator* por las sedas 8, 9-CT, donde *Cx. imitator* presenta 1 seda en 8-CT y 2 en 9-CT, en el caso de *Cx. rejector*, las sedas 8 y 9-CT puede presentar 1 o 2 sedas, pero comúnmente se encuentran 2 en 8-CT y una en 9-CT, además la disposición de los alveolos de estas sedas es diferente a la de *Cx. imitator*.

**Larva:** Seda de los segmentos III-VI doble, espinas del peine largas, sifón 10 veces más largo que ancho, presencia de 5 sedas zona apical del sifón.

Se distingue de *Culex imitator* que tiene las seda 6 de los segmentos III-VI con cuatro sedas, espinas del peine del VIII segmento cortas, mientras que *Cx. rejector* en la seda 6 de los segmentos III-VI presenta 2 sedas y espinas del peine del VIII segmento largas. *Cx. rejector* se diferencia de *Cx. daumastocampa* por el tamaño del sifón y las sedas en la zona apical de este, midiendo el primero 10 veces de largo que de ancho y teniendo 5 sedas en la zona apical, mientras que en *Cx. daumastocampa* el sifón mide aproximadamente 7 veces de largo que su anchura y posee cuatro sedas la zona apical del sifón.

**Macho:** Similar a la hembra, palpos un poco más grandes y antenas plumosas. Gonocoxito con un tubérculo en zona media que alberga tres sedas largas, dos de ellas en forma de gancho, una más grande que otra. Lóbulos del tergo-IX alargados presentando 4 a 5 sedas en la zona apical, espacio entre los lóbulos cóncavo.

**Material examinado:** 119 adultos (47 machos, 70 hembras), 130 pupas, 182 larvas. México, Puebla, Xicotepec de Juárez (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 173 individuos del 23 de septiembre de 2023, 28 individuos del 17 de febrero y 3 individuos del 27 abril de 2024.

**Bionomía:** Los inmaduros han sido recolectados en axilas foliares, entrenudos de bambú y llantas de desecho. Se ha encontrado en *Aechmea bracteata* (Tzuc-Dzul et al., 2023), en otras bromelias con *Culex daumastocampa*, *Culex gravitator*, *Culex stenolepsis*, *Toxorhynchites moctezuma*, *Wyeomyia abebela*, *Wyeomyia celaenocephala*, *Wyeomyia pertinans*, *Wyeomyia mitchellii* y *Wyeomyia melanopus* (Dyar et al., 1906b; Heinemann et al., 1977a; Ortega-Morales et al., 2018a, 2019b). En contenedores artificiales de plástico se ha encontrado cohabitando con *Culex corniger*, *Culex* del grupo *declarator* y *coronator*, *Culex quinquefasciatus* y *Culex bigoti* (Heinemann et al., 1977a).

**Distribución:** México (Chiapas, Tabasco, San Luis Potosí, Tamaulipas, Hidalgo, Yucatán, Veracruz y Puebla), Belice, Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua (Heinemann et al., 1977a; Ortega-Morales et al., 2018a, 2019b; Tzuc-Dzul et al., 2023).

**Importancia médica:** Se han encontrado individuos infectados con *Plasmodium aviar* y *Haemoproteus* (Guillen-Rodríguez, 2024).

### ***Toxorhynchites (Lynchiella) moctezuma* Dyar & Knab, 1907**

**Adulto:** Presencia de escamas blancas encima de los ojos y de 3 sedas convergentes a cada lado. Escamas blancas en el ápice del palpo, antepronoto con 2 sedas en el margen lateral y 4 en el posterior, abdomen con el primero al sexto tergo cubiertos de escamas azul metálico y escamas del séptimo y octavo tergo moradas, del tergo cuarto al séptimo cubierto por escamas doradas en los márgenes posteriores.

**Pupa y larva:** Debido a su gran parecido los caracteres de la larva son limitadas para distinguir a *Toxorhynchites moctezuma* de otras especies presentes en México. En el caso de la pupa, pocos organismos han sido descritos y aquellas descripciones que lo hacen son confusas al referirse a cierto grupo de sedas (Mendez-Andrade et al., 2019; Torres-Avendaño et al., 2021).

**Material examinado:** 1 Adulto (Hembra), 1 pupa, 1 larva. México, Puebla, Xicotepec de Juárez (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 1 individuo del 23 de septiembre de 2023.

**Bionomía:** En la etapa larval son depredadoras de otros invertebrados. Se han encontrado en huecos de *Brosimum alicastrum* (Mendez-Andrade et al., 2019), en axilas de *Xanthosoma* cohabitando con *Shannoniana morelesi* y *Wyeomyia celaenocephala*, en axilas foliares de otras bromelias con *Culex rejector* y *Wyeomyia mitchellii*, en entrenudos de bambú cohabitando con *Aedes albopictus*, *Aedes podographicus* (Ortega-Morales et al., 2019b), en contenedores artificiales cohabitando con *Ae. albopictus*, *Aedes epactius*, *Ae. podographicus*, *Culex coronator*, *Culex quinquefasciatus*, *Culex thriambus*, *Culex restrictor*, *Culex declarator*, *Culex corniger*, *Lutzia bigoti* y *Uraenotenia coatzacoalcos*, en huecos de árbol cohabitando con *Aedes epactius*, *Ae. podographicus*, *Ae. albopictus*, *Cx. restrictor* (Ortega-Morales et al., 2015, 2019c, 2019a, 2023a).

**Distribución:** En México se encuentra en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Hidalgo, Querétaro, Sinaloa (Ortega-Morales et al., 2015, 2019c, 2019a, 2019b, 2023a; Mendez-Andrade et al., 2019; Torres-Avenidaño et al., 2021) y Puebla mediante el presente estudio, los registros previos a la resurrección de la especie (Zavortink et al., 2009) no se han tomado en cuenta.

**Importancia médica:** Sin importancia médica.

### ***Wyeomyia (Wyeomyia) celaenocephala* Dyar & Knab, 1906<sup>a</sup>**

**Adulto:** Probóscide oscura con una línea ventral blanca que no alcanza el ápice expandido. Palpos un poco más grandes que el clípeo. Occipucio con escamas negras exceptuando un punto en el vértice y en el mentón de color plata. Antepronoto con escamas de color violáceo oscuro. Patas oscuras, tarsómeros II-V de patas medias de color blanco en el tercio apical, tarsómeros I y II de las patas posteriores con una línea continua que va desde la tibia.

De las *Wyeomyia* del presente estudio se diferencia por la falta de escamas blancas o color plata en los lóbulos pronotales, en *Wy. sp1* y *Wy. sp3* por la presencia de una línea de escamas blancas en la parte ventral de la probóscide. Se puede distinguir de *Wy. sp2* y *Wy. sp4* porque esta línea ventral es incompleta en la primera, terminando

antes del ensanchamiento del ápice de la probóscide, y completa en la segunda. Es diferente a *Wy. medioalbipes* porque esta especie presenta las patas posteriores completamente oscuras, mientras que *Wy. celaenocephala* presenta escamas blancas en los tarsómeros I y II en la pata. En cuanto a *Wy. ca. mitchellii* presenta una línea de escamas blancas en la parte ventral de la probóscide que representa aproximadamente un tercio de su largo desde la base al ápice

**Pupa:** Seda 1 de los segmentos IV-VII simple y con la mitad de la longitud del segmento. Seda 5 de IV-VI más largos que el segmento. Remo con franja de sedas en el margen, más grandes en el ápice.

Se diferencia de *Wy. sp2* por la forma de los remos los cuales se distingue en dos secciones donde la base es más ancha que la parte media a apical la cual se agudiza. Es diferente a *Wy. medioalbipes*, *Wy. sp1* y *Wy. sp4* por las sedas largas alrededor de los remos y en *Wy. celaenocephala* son cortas y pequeñas desde la base y se alargan en el ápice del remo. Se diferencia de *Wy. ca. mitchellii* por las sedas 1 de los segmentos IV-VII que presentan 4-7 ramificaciones, son simples en *Wy. celaenocephala*. Se puede distinguir de *Wy. sp3* porque las sedas 5 de los segmentos IV-VI son tan largas que alcanzan el margen basal del siguiente segmento, mientras que en *Wy. celaenocephala* son largos, pero sin pasar más de la mitad del siguiente segmento.

**Larva:** Sedas de la cabeza dobles o triples, seda 6 de segmento III-VI simple, sifón en su zona basal con algunas sedas dobles, silla cubriendo menos de la mitad del octavo segmento.

Diferente a *Wy. sp 3* por el sifón alargado, casi 7 veces más largo que ancho, y agudo, mientras que en *Wy. celaenocephala* la forma del sifón es más cilíndrica y no es tan larga. Se distingue de *Wy. sp 4* por la ausencia de una línea en la parte basal del sifón. Distinta a *Wy. medioalbipes*, *Wy. sp 1* y *Wy. sp2* por las sedas 6 de los segmentos III-VI, siendo dobles en *Wy. medioalbipes* y *Wy. sp 2*, triples en *Wy. sp1*, mientras que son simples en *Wy. celaenocephala*. Puede distinguirse de *Wy. ca. mitchellii* por la extensión de la silla, cubriendo casi tres cuartas partes del VIII segmento en *Wy. ca. mitchellii* y la mitad de dicho segmento en *Wy. celaenocephala*.

**Macho:** Similar a la hembra. Gonocoxito con tres sedas largas en la parte media. Gonostilo con tallo corto y grueso, terminando en un lóbulo complejo. Tergo-X con cuatro a cinco dientes terminales. Tergo-IX cóncavo con dos sedas cortas y gruesas.

**Material examinado:** 17 adultos (5 machos, 12 hembras), 22 pupas, 22 larvas. México, Puebla, Xicotepec de Juárez (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 21 individuos del 23 de septiembre de 2023 y 3 individuos del 17 de febrero de 2024.

**Bionomía:** Se han recolectado inmaduros de *Wyeomyia celaenocephala* en charcas junto a *Aedes aegypti*, *Anopheles albimanus*, *Culex taeniopus*, en axilas de *Xanthosoma* con *Culex restrictor*, *Wyeomyia mitchellii* y *Limatus durhamii* (Ortega-Morales et al., 2010), también en axilas de *Bromelia lasiantha*, *Tillandsia utriculata* y *Ananas comosus* junto a *Haeamagogus anastasionis* (Kuyp, 1954), en *Catopsis sessiliflora* se recolectó junto a *Culex rejector*, *Aedes guatemala* y *Wyeomyia medioalbipes*, en *Tillandsia leiboldina* con *Cx. rejector* y *Wy. medioalbipes*. Las hembras suelen picar vorazmente durante el día en la sombra de los árboles (Kuyp, 1954; Ortega-Morales et al., 2010).

**Distribución** México (Puebla, Quintana Roo, Tabasco y Chiapas) (Ibáñez-Bernal et al., 1996; Ortega-Morales et al., 2010, 2019a; Bond et al., 2020; Viveros-Santos et al., 2022), Belice, Guatemala, Honduras, Brasil, Nicaragua, Colombia y Curaçao (Howard et al., 1915; Dyar, 1928; Kuyp, 1954; Maes et al., 1990; Pecor et al., 2002; Hutchings et al., 2005; Naranjo-Díaz et al., 2022).

**Importancia médica:** Desconocida.

### ***Wyeomyia (Wyeomyia) medioalbipes* Lutz, 1904**

**Adulto:** Probóscide oscura con una línea blanca desde la base hasta el ápice en la zona de ventral. Palpos oscuros. Occipucio con escamas oscuras, margen ocular con escamas blancas las cuales se extienden al mentón donde forman una mancha. Lóbulos pronotales oscuros excepto la base y el ápice que son blancos. Patas de color negro, tarsómeros II-V de la pata media con manchones blancos en el tercio apical.

Se diferencia de *Wy. ca. mitchellii*, *Wy. celaenocephala*, *Wy. sp2* y *Wy. sp4* por la ausencia de escamas blancas en las patas posteriores. Es diferente a *Wy. sp1* porque esta presenta escamas color plata en todo el lóbulo pronotal, mientras que *Wy. medioalbipes* solo lo presenta en la parte apical y basal de los lóbulos, es diferente a *Wy. sp3* porque esta solo presenta escamas platas en la base de los lóbulos.

**Pupa:** Seda 1 de segmentos III-VII simple, seda 6 del segmento II igual o más larga que el segmento, sedas 5 de los segmentos IV-VI más largos que el segmento. Remos con franja de sedas largas en su margen.

Se puede diferenciar de *Wy. sp2* por la forma irregular de los remos que presenta esta especie, de *Wy. sp4* por el ápice triangular del remo, que es más o menos circular en *Wy. medioalbipes*. Se distingue de *Wy. celaenocephala*, *Wy. ca. mitchellii* y *Wy. sp3* por las sedas en los márgenes de los remos que presentan sedas cortas en el margen basal y son más largas en el ápice, *Wy. medioalbipes* presenta sedas largas, de tamaño similar en todo el margen del remo. Diferente a *Wy. sp1* por la seda 1 de los segmentos III-VII que presenta 3-5 ramificaciones, en *Wy. medioalbipes* dicha seda es simple.

**Larva:** Sedas de la cabeza múltiples, sedas abdominales con tres a cinco ramas, exceptuando la seda 6 de los segmentos III-VI que es doble, silla cubriendo una cuarta parte del octavo segmento. Sifón con sedas, siendo las del ápice de menor tamaño y dobles, el resto largas y simples.

Diferente a *Wy. sp 3* por la forma y largo del sifón. Distinta a *Wy. sp 4* por la ausencia de una franja oscura en la base del sifón. Se distingue de *Wy. celaenocephala*, *Wy. ca. mitchellii* y *Wy. sp 1* por las sedas 6 de los segmentos III-VI, siendo los de *Wy. medioalbipes* dobles, simples en *Wy. celaenocephala* y *Wy. ca. mitchellii* y, triples en *Wy. sp 1*. Diferente a *Wy. sp 2* por la presencia de sedas dobles en la zona apical del sifón, *Wy. sp2* no cuenta con dichas sedas.

**Macho:** Similar a la hembra. Gonocoxito con tres sedas largas en la parte media. Gonostilo con tallo simple, el ápice con un lóbulo semitriangular con sedas en el ápice y margen superior, posee una seda muy larga que se distingue de las demás. Tergo-IX convexo y con dos sedas en cada lóbulo.

**Material examinado:** 46 adultos (17 machos, 29 hembras), 69 pupas, 76 larvas. México, Puebla, Xicotepec de Juárez (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 73 individuos del 23 de septiembre de 2023 y 11 individuos del 17 de febrero y 1 individuo del 27 de abril de 2024.

**Bionomía:** Se encontraron en las bromelias *Catopsis sessiliflora* con *Aedes guatemala*, *Culex rector* y *Wyeomyia celaenocephala* y en *Tillandsia leiboldiana* con *Cx. rector* y *Wy. celaenocephala*.

**Distribución:** México (Puebla) mediante el presente estudio, Argentina, Belice, Brasil, Colombia, Cuba, Guyana, Haití, Jamaica, Trinidad y Tobago, Nicaragua, Paraguay, Suriname, Venezuela, Ecuador (Chadee, 1986; Rossi et al., 2014; Navarro et al., 2018; Câmara et al., 2020; Wilkerson et al., 2021; Naranjo-Díaz et al., 2022).

**Importancia médica:** *Wyeomyia medioalbipes* se ha encontrado infectado con los virus de Ilheus y encefalitis equina venezolana (Wilkerson et al., 2021).

### ***Wyeomyia (Wyeomyia) ca. mitchellii* Theobald, 1905**

**Hembra:** Occipucio con margen con escamas blancas, con un parche blanco en el vértice y uno largo en el mentón. Lóbulos pronotales oscuros, claros en el ápice y blanco plata en la base. Patas oscuras, tarsómeros II a V de pata media con porciones de blanco en zona apical; tarsos de pata trasera con marcas blancas.

Se puede diferenciar de las demás especies del presente estudio por la línea de escamas blancas en la parte ventral de la probóscide, por la presencia de algunos manchones de escamas blancas en los últimos tarsómeros de la pata posterior.

**Pupa:** Seda 5 de los segmentos IV-VI más grande que sus segmentos, seda 1 de II-VI casi la mitad del segmento, con 4 a 7 ramas. Remos con una franja de sedas en el margen, más largas en el ápice.

Se puede diferenciar de *Wy. sp2* por la forma irregular del remo que esta especie tiene. Diferente a *Wy. medioalbipes*, *Wy. sp1* y *Wy. sp4* por las sedas del margen del remo que

son de tamaño similar y largas de base a ápice, siendo cortas en la base y largas en el ápice en *Wy. ca. mitchellii*. Distinta a *Wy. sp3* por las sedas 5 de los segmentos IV-VI que son tan largas que llegan a alcanzar el margen basal del siguiente segmento, mientras que en *Wy. ca. mitchellii* estas sedas no sobrepasan la mitad del siguiente segmento. Puede distinguirse de *Wy. celaenocephala* por las sedas 1 de los segmentos IV-VII que son simples, en *Wy. ca. mitchellii* presentan de 4-7 ramas.

**Larva:** Sedas simples, dobles o triples en la cabeza. Seda de la antena dobles. Seda 2-X con más de 10 ramas. Seda lateral larga y simple. Sifón con sedas simples y algunas dobles en el ápice.

Diferente a *Wy. sp 4* que posee una franja oscura en la base del sifón, mientras que *Wy. ca. mitchellii* carece de esta. Distinta a *Wy. sp 3* por la forma y largo del sifón, siendo agudo y casi 7 veces más largo que ancho, mientras que *Wy. ca. mitchellii* no es tan largo ni agudo. Se distingue de *Wy. medioalbipes*, *Wy. sp 1* y *Wy. sp 2* por la seda 6 de los segmentos III-VI que son dobles en *Wy. medioalbipes* y *Wy. sp 1*, triples en *Wy. sp 2*, mientras que en *Wy. ca. mitchellii* son simples. Diferente a *Wy. celaenocephala* por la silla que cubre casi la mitad del VIII segmento en esta especie y casi tres cuartas partes en *Wy. ca. mitchellii*.

**Macho:** Similar a la hembra. Gonocoxito con tres sedas largas insertadas en el tercio basal. Gonostilo con una seda larga, terminando en un lóbulo que tiene una línea media de sedas de manera longitudinal, a los lados dos estructuras una densamente pilosa y otra en forma de espina. Lóbulos del tergo-IX con dos sedas de tamaño moderado y puntiagudas, espacio entre los lóbulos cóncavo. Proctígero con tres a cinco dientes, presencia de algunas sedas en la parte apical.

**Material examinado:** 3 adultos (2 machos, 1 hembra), 4 pupas, 9 larvas. México, Puebla, Xicotepec de Juárez (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 8 individuos del 23 de septiembre de 2023 y 1 individuo del 17 de febrero de 2024.

**Bionomía:** Se han encontrado inmaduros en plantas ornamentales como *Neoregelia spectabilis*, *Alocasia macrorrhizos*, *Alocasia plúmbea*, *Aechmea fulgens* y *Billbergia pyramidalis* (Marie et al., 2013). También se han encontrado asociados con *Limatus*

*durhamii*, *Culex. restrictor* y *Wyeomyia celaenocephala* en *Xanthosoma*, con *Aedes podographicus* y *Li, durhamii* en huecos de árbol, con *Aedes euplocamus*, *Aedes serratus*, *Anopheles neomaculpalpus*, *Anopheles punctimacula*, *Culex conspirator*, *Psorophora ferox* y *Uranotaenia socialis* (Ortega-Morales et al., 2010). En otras bromelias sin identificar se observó en compañía de *Aedes allotecnon*, *Aedes aegypti*, *Aedes quadrivittatus* y *Wy. celaenocephala* (Heinemann et al., 1977a; Ortega-Morales et al., 2023a). Suelen alimentarse de humanos (Carpenter et al., 1955).

**Distribución:** Para *Wyeomyia mitchelli* México (Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Veracruz, México, Hidalgo, Puebla, Tabasco, Yucatán y Quintana Roo) (Heinemann et al., 1977a; Ortega-Morales et al., 2010, 2015, 2019a, 2019b, 2023a; Ibáñez-Bernal et al., 2011; Adeniran et al., 2021; Tzuc-Dzul et al., 2023), Estados Unidos, Hawái, Cuba, Jamaica, Brasil, Colombia, República Dominicana, Guam, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, Venezuela, Polinesia Francesa (Dyar, 1928; Carpenter et al., 1955; Marie et al., 2013; Wilkerson et al., 2021).

Para *Wyeomyia gausapata* se distribuye en Venezuela y Brasil (Dyar et al., 1927; Xavier et al., 1975).

**Importancia médica:** *Wyeomyia mitchellii* se ha encontrado infectado con el virus de la encefalitis equina venezolana (Dickerman et al., 1971). Importancia médica desconocida para *Wyeomyia gausapata*.

**Comentarios:** *Wyeomyia mitchellii* se parece en su etapa adulta a *Wyeomyia medioalbipes*, (Lane, 1953) se diferencia por la presencia de escamas blanquecinas en los tarsos de las patas traseras. Carpenter et al. (1955) también menciona las marcas blancas en los tarsos de las patas traseras de *Wy. mitchellii*, sin embargo, el estado de estas patas en los organismos no se encontraba en perfecto estado y no permitieron la identificación por este medio. En cuanto a los terminalia se observó que el paraprocter presentaba de 3 a 5 dientes en la parte apical, Lane (1953) menciona que *Wy. mitchellii* presenta tres dientes, mientras que *Wy. medioalbipes* presenta dos dientes subiguales, Carpenter et al. (1955) solo menciona la presencia de dientes con sedas pequeñas. Debido al largo del tallo del gonostilo y la presencia de los dientes en el paraprocter también podría ser *Wy. gausapata* pero se ha descartado por su distribución (Venezuela

y Brasil) (Dyar et al., 1927; Xavier et al., 1975). En cuanto a los estados inmaduros, Lane (1953) diferencia la pupa de *Wy. medioalbipes* por las sedas centrales (seda 1 de los segmentos abdominales) que son ramificadas y no simples, además del margen de los remos que tiene sedas cortas en su base y más largas en el ápice.

### ***Wyeomyia* sp 1**

**Adulto:** Cabeza violácea, laterales con parche plateado, probóscide violácea. Lóbulos plateados. Escudo pardo. Fémur de la pata posterior con escamas blancas en la parte posterior.

Es diferente a la mayoría de las especies de *Wyeomyia* del presente trabajo, exceptuado *Wy. sp3*, por la ausencia de escamas claras en la probóscide. Es diferente a *Wy. sp3* por los lóbulos pronotales tienen escamas plateadas en el ápice, mientras que *Wy. sp1* presenta escamas plata en todo el lóbulo.

**Pupa:** Sedas1 de III-VII palmeadas con 3-5 ramas, sedas largas en todo el margen del remo y de tamaño similar en toda la estructura.

Se puede diferenciar de *Wy. sp2* por la forma irregular de los remos que presenta esta especie, de *Wy. sp4* por el ápice triangular del remo, que es más o menos circular en *Wy. sp1*. Se distingue de *Wy. celaenocephala*, *Wy. ca. mitchellii* y *Wy. sp3* por las sedas en los márgenes de los remos que presentan sedas cortas en el margen basal y son más largas en el ápice, siendo largas en todo el margen del remo en *Wy. sp1*. Diferente a *Wy. medioalbipes* por la seda 1 de los segmentos III-VII que es simple, en *Wy. sp1* presenta 3-5 ramificaciones.

**Larva:** Sedas de la cabeza múltiples, seda 6 de segmentos III-VI triples, silla cubriendo un cuarto del X segmento, seda 2 del X segmento simple.

Diferente a *Wy. sp 3* por la forma del sifón y el largo, a *Wy. sp 4* por la ausencia de una franja oscura en la base del sifón. Puede distinguirse de *Wy. celaenocephala*, *Wy. medioalbipes*, *ca. mitchellii* y *Wy. sp 1* por las sedas 6 de los segmentos III-VI, siendo

triples en *Wy. sp 1*, dobles en *Wy. medioalbipes* y *Wy. sp 2* y simples en *Wy. ca. mitchellii* y *Wy. celaenocephala*.

**Material examinado:** 2 adultos (Hembras), 4 pupas, 4 larvas, México, Puebla, Xicotepec de Juárez (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 3 individuos del 23 de septiembre de 2023 y 1 individuo del 17 de febrero de 2024.

**Importancia médica:** Desconocida.

### ***Wyeomyia sp 2***

**Adulto:** Margen ocular grueso sin escamas, vértice con un parche en la parte media de color plata, el resto violáceo. Probóscide color plata en parte posterior y negra en la anterior. Lóbulos pronotales con escamas plata y blancas en parte apical y basal, zona media con escamas con tonos azul y violeta. Escudo de color blanquecino plata y azul claro. Fémur de patas color blanco en parte posterior y azul a morado en parte anterior, tarsómeros 2-5 de pata anterior con tono blanquecino.

Es posible diferenciar a *Wy. sp 2* de las *Wyeomyia* del presente estudio, exceptuando *Wy. sp 4*, por la presencia de una línea de escamas plata en que va desde la base hasta el ápice de la probóscide en la región ventral. Es similar a *Wy. sp 4* por la presencia de esta línea de escamas y por escamas blancas en los tarsómeros de la pata posterior que van del III-V en *Wy. sp 4* y del II-V en *Wy. sp 2*, difieren por los lóbulos pronotales, siendo completamente plateado el de *Wy. sp 4* y de color plata solo en el ápice y la base en *Wy. sp 2*.

**Pupa:** Remos con dos partes distintas, la base más ancha y redondeada y la zona media-apical siendo más aguda hasta formar una punta redondeada. Los márgenes de los remos presentan sedas largas, principalmente en la zona media-apical.

Diferente a todas las especies del presente estudio por la forma irregular y distintiva de los remos.

**Larva:** Sedas de la cabeza múltiples, seda 6 de segmentos III-VI dobles, silla cubriendo un cuarto del X segmento, seda 2 del mismo segmento doble.

Diferente a *Wy. sp 3* por la forma y tamaño del sifón. Distinta a *Wy. sp 4* por la ausencia de una franja oscura en la base del sifón. Puede distinguirse de *Wy. celaenocephala*, *Wy. ca. mitchellii* y *Wy. sp 1* por las sedas 6 de los segmentos III-VI que son simples en *Wy. celaenocephala* y *Wy. ca. mitchellii*, triples en *Wy. sp 1*. Diferente a *Wy. medioalbipes* por la ausencia de sedas cortas y dobles en el ápice del sifón.

**Material examinado:** 1 adulto (Hembra), 1 pupa, 1 larva, localidad Xicotepec de Juárez, Puebla (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 1 individuo del 23 de septiembre de 2023.

**Importancia médica:** Desconocida.

### ***Wyeomyia sp 3***

**Adulto:** Margen ocular con una franja delgada de escamas blanquecinas, vértice azul a violáceo. Probóscide oscura. Lóbulos pronotales con escamas color plata en el ápice y el resto de color azul claro. Escudo pardo. Patas oscuras violáceas.

Diferente a todas las especies del presente trabajo, exceptuando *Wy. sp 1*, por la ausencia de escamas claras en la probóscide. Diferente a *Wy. sp 1* por la coloración de los lóbulos pronotales, siendo completamente plata en *Wy. sp1*, en *Wy. sp 3* solo presenta escamas plata en el lóbulo en la parte apical.

**Pupa:** Presenta las sedas 5 de los segmentos II-VI muy largas, las de los segmentos II y III tienen una longitud mayor a la mitad del segmento siguiente y la de los segmentos IV-VI son mucho más largos que los segmentos siguientes. Los remos presentan sedas muy pequeñas en los márgenes, siendo de mayor tamaño en el ápice.

Diferente a *Wy. sp 2* por la forma del remo. Puede diferenciarse de *Wy. medioalbipes*, *Wy. sp 1* y *Wy. sp 4* por las sedas largas que presentan en todo el margen del remo, siendo cortas en la base y largas en el ápice en *Wy. sp 3*. Distinta a *Wy. celaenocephala* y *Wy. ca. mitchellii* por las sedas 5 IV-VI que son largas hasta alcanzar la parte media

del siguiente segmento, siendo más largas en *Wy. sp 3* que llegan a alcanzar el margen basal del siguiente segmento.

**Larva:** Sifón grande, siendo 7 veces más largo que ancho y terminando en una punta aguda, presenta sedas simples y solo dobles en el último tercio.

Diferente a todas las especies del presente trabajo por la forma y tamaño del sifón.

**Material examinado:** 1 adulto (Hembra), 1 pupa, 1 larva, localidad Xicotepec de Juárez, Puebla (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 1 individuo del 23 de septiembre de 2023.

**Importancia médica:** Desconocida.

#### ***Wyeomyia sp 4***

**Adulto:** Probóscide color plata en parte posterior y de coloración violácea en la anterior. Lóbulos pronotales color plata. Escudo pardo.

Diferente a todas las especies de *Wyeomyia* del presente trabajo, exceptuando *Wy. sp 2*, por la presencia de una línea plata en la parte ventral de la probóscide que va de base a ápice. Diferente a *Wy. sp 2* por la coloración de los lóbulos pronotales, teniendo escamas color plata en la base y el ápice, mientras que esta estructura es completamente color plata en *Wy. sp 4*.

**Pupa:** Remos redondeados en la base y con forma casi triangular en el resto del remo, presenta sedas largas alrededor de los márgenes.

Puede diferenciarse de todas las especies del presente estudio por la forma del remo, siendo redondeada en la base y casi triangular en el ápice.

**Larva:** Presencia de una franja oscura en la base del sifón.

Se diferencia de todas las demás especies del presente estudio por la presencia de una franja basal de color oscuro en el sifón.

**Material examinado:** 1 pupa, 1 larva. México, Puebla, Xicotepec de Juárez, Puebla (20° 18' 49.2" N 98° 0' 47.5" O), 1 individuo del 23 de septiembre de 2023.

**Importancia médica:** Desconocida.

### **Interacciones mosquito-fitotelma**

Sobre la interacción de los mosquitos y las fitotelmas se observó que el tipo de fitotelma (Bromeliaceae o dendrotelma) estaba relacionado con el ensamble de mosquitos (prueba de  $X^2$ ,  $gl= 10$ ,  $p < 0.05$ ). No se observó una preferencia clara por la especie de mosquito a alguna especie de fitotelmata ( $H2'=0.195$ ). Sin embargo, a nivel de género, los mosquitos del género *Wyeomyia* prefirieron las fitotelmas de Bromeliaceae que el hueco de *Quercus obtusata* (Figura 8). Las especies con fitotelmas con mayor abundancia de mosquitos fueron *Catopsis sessiliflora*, *Quercus obtusata* y *Bromelia* sp. 2. La fitotelma con mayor abundancia de culícidos fue *C. sessiliflora* con 22 individuos, seguido de *Quercus obtusata* con 15 culícidos, la de menor abundancia fue *Tillandsia. punctulata* con un individuo de *Culex rejector*.

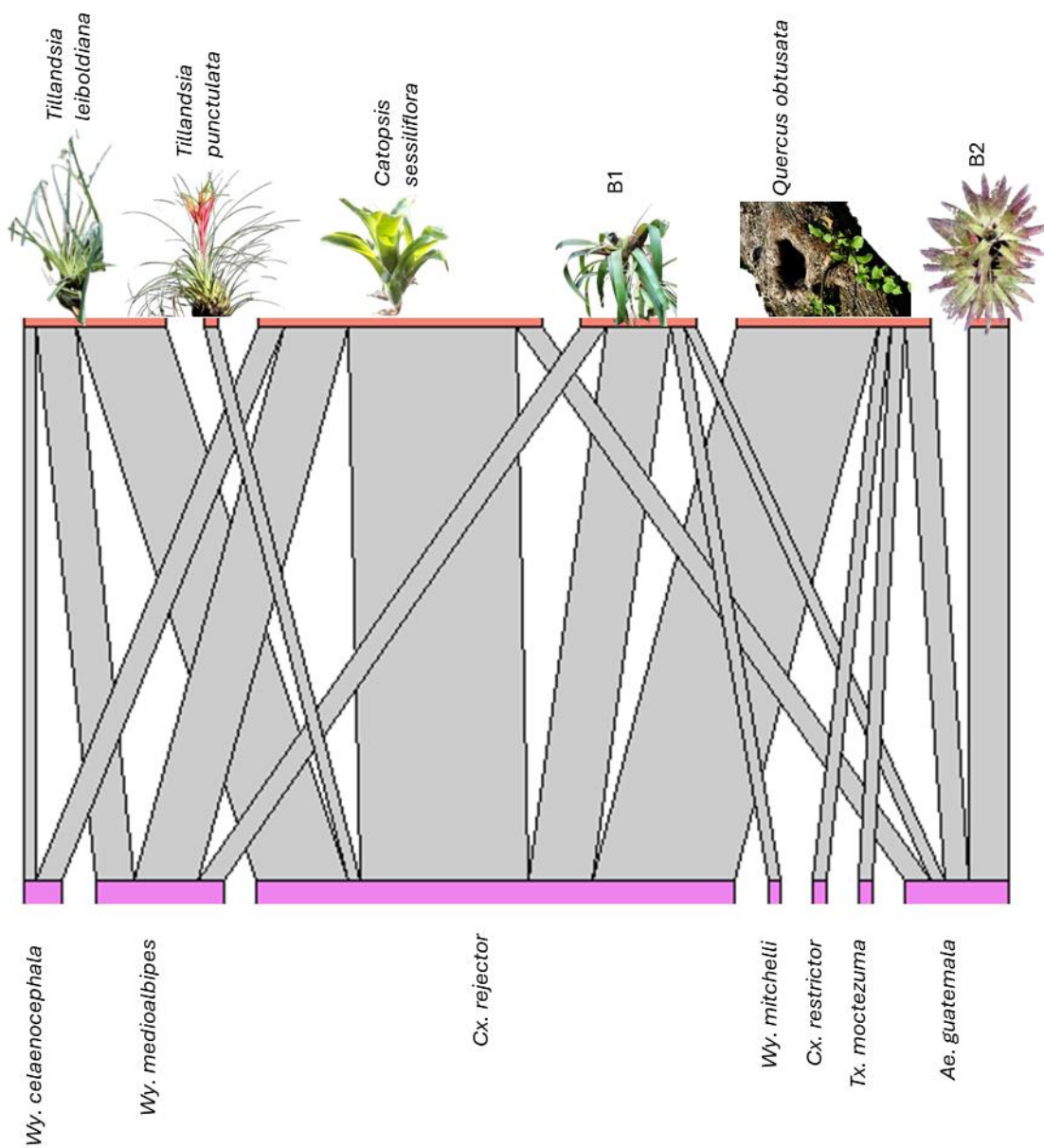


Figura 8. Red de interacciones entre las fitotelmas y los mosquitos encontrados.

## DISCUSIÓN

El bosque mesófilo de montaña es un ecosistema que alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna con relación al área (Challenger, 1998). La región en la que se encuentra la sección del bosque mesófilo de montaña del presente estudio está más fragmentada y degradada en comparación con las demás regiones del país donde aún

existe este tipo de ambiente. Sin embargo, aún persisten parches conservados debido a su difícil acceso (CONABIO, 2010). En el estado de Puebla se tenía registro de 46 especies de culícidos (Anexo 1), pero con los resultados del presente trabajo se alcanzan 50 especies, ya que *Culex rejector*, *Culex restrictor*, *Toxorhynchites moctezuma* y *Wyeomyia medioalbipes* son nuevos registros para el estado, por lo que el presente estudio registró un 26% de las especies del estado y posiblemente existan más si se incluyen otros tipos de cuerpos de agua utilizados para ovoposición, además de aquellas especies con hábitos arbóreos.

Ejemplares previos a este trabajo de *Toxorhynchites moctezuma* y *Sabethes gymnothorax* se encuentran presentes en la Colección de Artrópodos de Importancia Médica y Veterinaria del Laboratorio de Artropodología y Salud (CAIMV-LAS), el primero habiéndose recolectado en el sur del estado en Acatlán de Osorio y *Sa. gymnothorax* en la zona norte de Puebla en Cuetzalan del Progreso.

Comparando los estudios realizados previamente en el bosque mesófilo de montaña en México (Abella-Medrano et al., 2015; Guillén-Rodríguez et al., 2023), se encontró que la composición faunística es diferente (Tabla 2). Solo coincide *Sabethes gymnothorax* en el trabajo de Abella-Medrano et al. (2015), y *Culex rejector* del trabajo de Guillén-Rodríguez et al. (2023).

Tabla 2. Especies encontradas en diferentes estudios realizados en bosque mesófilo de montaña en México.

Abella-Medrano et al. (2015)	Guillén-Rodríguez et al. (2024)	Este estudio
<i>Aedes (Ochlerotatus) sp.</i>	<i>Aedes allotecnon</i>	<i>Aedes guatemala</i>
<i>Aedes quadrivittatus</i>	<i>Aedes angustivittatus</i>	<i>Aedes albopictus</i>
<i>Anopheles eiseni</i>	<i>Culex derivator</i>	<i>Culex rejector</i>
<i>Coquillettidia perturbans</i>	<i>Culex nigripalpus</i>	<i>Culex restrictor</i>
<i>Culex restuans</i>	<i>Culex rejector</i>	<i>Sabethes gymnothorax</i>
<i>Mansonia titilans</i>	<i>Culex salinarius</i>	<i>Toxorynchites moctezuma</i>
<i>Sabethes gymnothorax</i>	<i>Culex stigmatosoma</i>	<i>Wyeomyia celaenocephala</i>
<i>Uranotaenia geometrica</i>	<i>Culex thriambus</i>	<i>Wyeomyia medioalbipes</i>
<i>Wyeomyia adelpha</i>	<i>Mansonia titillans</i>	<i>Wyeomyia mitchellii</i>
<i>Wyeomyia arthrostigma</i>	<i>Trichoprosopon mixtli</i>	<i>Wyeomyia sp 1</i>
	<i>Wyeomyia arthrostigma</i>	<i>Wyeomyia sp 2</i>
	<i>Wyeomyia ca. adelpha</i>	<i>Wyeomyia sp 3</i>
		<i>Wyeomyia sp 4</i>

De todas las especies reportadas en el trabajo de Abella-Medrano et al., (2015) *Aedes quadrivittatus*, *Sabethes gymnothorax*, *Wyeomyia adelpha*, y *Wyeomyia arthrostigma* utilizan fitotelmas como sitios de ovoposición y hábitat larvario, mientras que para el trabajo de Guillén-Rodríguez et al. (2023) *Aedes. allotecnon*, *Trichoprosopon mixtli*, *Wyeomyia arthrostigma* y *Wyeomyia ca. adelpha* fueron encontrados.

Se observó que la temporada de lluvias presentó mayor abundancia y riqueza de especies con 292 individuos de 10 especies, mientras que la menos abundante y de menor riqueza fue la temporada de secas con 4 individuos de 2 especies. Esta temporalidad en la abundancia de mosquitos se ha observado en trabajos previos (Medeiros-Sousa et al., 2015; Abella-Medrano et al., 2018; Guillén-Rodríguez et al., 2023), donde la lluvia parece favorecer la abundancia de mosquitos al incrementar la disponibilidad de agua en contenedores de agua pluvial (Romero et al., 2019).

De los diferentes tipos de fitotelmas, los provistos por las bromelias epifitas contuvieron una mayor cantidad de mosquitos, debido a que son más abundantes en la zona de estudio que otras plantas con fitotelmas como las Araceae, los tocones de bambú y que

los huecos de árbol. La mayor abundancia de culícidos en bromelias también puede deberse a que suelen presentar mejores condiciones para mantener hábitats larvarios para culícidos en comparación con otro tipo de fitotelmas (Marteis et al., 2017).

La especie dominante fue *Culex rejector*, se ha observado que el subgénero *Microculex* tiene preferencia por los contenedores naturales como bromelias y huecos de árbol (Ceretti-Junior et al., 2016). Sin embargo, en el caso de *Cx. rejector*, parece ser que este es el primer registro de su presencia en un hueco de árbol, pues se había previamente solo en bromelias (Dyar et al., 1906b; Heinemann et al., 1977a; Ortega-Morales et al., 2015, 2019a, 2019b; Adeniran et al., 2021; Tzuc-Dzul et al., 2023). Se han encontrado individuos infectados con *Plasmodium* y *Haemoproteus*, el primero también se ha encontrado en aves y el segundo en anfibios del género *Scinax* (Guillen-Rodríguez, 2024).

Los inmaduros de *Aedes guatemala* se han encontrado habitando en bromelias epifitas (Berlin, 1969; Clark-Gil et al., 1983; Viveros-Santos et al., 2022, 2023) y en huecos de árbol (Heinemann et al., 1977b; Rivera-García et al., 2023a). Este es el registro más septentrional de la especie, habiéndose registrado para Guatemala (Berlin, 1969), el estado de Chiapas y el estado de Puebla en la zona centro (Viveros-Santos et al., 2022; Rivera-García et al., 2023a).

En el hueco de árbol, no se encontraron individuos del género *Wyeomyia*, de acuerdo con Frank (2008), las hembras tienen visión a color y prefieren ovipositar en sitios con color verde claro. Además, se ha observado una preferencia de dos especies *Wyeomyia* (*Wyeomyia mitchellii* y *Wyeomyia vanduzeei*) por tonos claros y brillantes (Frank, 1985), esto también podría explicar por qué no se han encontrado individuos del género *Wyeomyia* en *Bromelia* sp. 2, ya que posee un tono rojizo opaco y la gran abundancia de inmaduros recolectados en *Catopsis sensiliflora*, a pesar de su tamaño pequeño en comparación con los demás fitotelmas del estudio.

El género *Wyeomyia* se ha encontrado infectado con los virus de Aruac, Cabassou, Iaco, Ilheus, Mojui dos Campos, Mosqueiro, Mucambo, encefalitis de St. Louis, Tonate, encefalitis equina venezolana y *Wyeomyia* (Wilkerson et al., 2021). En el caso de las especies identificadas, *Wyeomyia mitchellii* se ha encontrado infectado con el virus de la

encefalitis equina venezolana (Dickerman et al., 1971), y *Wy. medioalbipes* con los virus de Ilheus y encefalitis equina venezolana (Wilkerson et al., 2021).

En el caso de *Culex restrictor* se ha encontrado habitando en huecos de árbol, entrenudos de bambú y en contenedores artificiales (Berlin et al., 1980; Pecor et al., 2002; Tzuc-Dzul et al., 2023). No se ha encontrado infectado con ningún patógeno (Tzuc-Dzul et al., 2023).

La riqueza observada en el hueco de árbol fue de cuatro especies: *Culex restrictor*, *Culex rejelector*, *Aedes guatemala* y *Toxorhynchites moctezuma*. Estos sitios no suelen tener más de 10 especies de macroorganismos cohabitando dentro (Yanoviak, 2001b). Además, la presencia de una larva depredadora como lo es *Tx. moctezuma* pudo reducir la riqueza dentro de la fitotelma (Yanoviak, 2001a). Esta especie se ha encontrado en bromelias epifitas, huecos de árbol, bambú y frutos, por lo que no se descarta su presencia en las bromelias epifitas de la zona de estudio.

En el sitio de estudio se observó *Aedes albopictus*. Sin embargo, no se encontró en ninguna de las fitotelmas, si bien otros estudios han encontrado a esta especie desarrollándose en fitotelmas de bromelias y bambú, parece ser que *Ae. albopictus* solo puede habitar bromelias exóticas y aquellas donde no tiene competencia por especies especialistas, como *Wyeomyia* (de Oliveira et al., 2017) que pueden sobrevivir semanas sin alimento, lo que les permite competir y sobrevivir contra otros organismos cuando la disponibilidad de alimento es intermitente (Frank et al., 1981; Frank, 2008).

*Aedes albopictus* se ha encontrado infectado con el virus Arumowot, los virus de Arkonam, chikungunya, *Chandipura vesiculovirus*, Cache Valley, dengue, encefalitis equina del este, Itaporanga, encefalitis japonesa, Kasba, Kunjin, La Crosse, Semliki forest, Tahyna, Usutu, encefalitis equina venezolana, estomatitis vesicular de Alagoas, encefalomielitis equina del oeste, del Nilo occidental, fiebre amarilla, zika, *Dirofilaria immitis*, *Plasmodium lophurae*, *P. galliceum* y *P. fallax* (Wilkerson et al., 2021). En México, *Ae. albopictus* se ha encontrado infectado con dengue (Ibáñez-Bernal et al., 1997), zika (Correa-Morales et al., 2019) y *Dirofilaria immitis* (Alvarado-Torres et al., 2019) y se ha observado su capacidad de infectarse con el virus de chikungunya (Vega-Rúa et al., 2014).

El no encontrar inmaduros de *Sabethes gymnothorax* se debe a que estos organismos suelen habitar en el dosel (Harbach et al., 1992), posiblemente se crían también en fitotelmas, ya que las hembras del género suelen ser atraídas por huecos de árbol y bambú (Vieira et al., 2020). La especie no había sido reportada para el estado; no obstante, el registro realizado para *Sabethes tarsopus* podría corresponder a *Sa. gymnothorax* (Harbach et al., 1992).

En el continente americano, la fiebre amarilla se mantiene circulando entre primates no humanos y mosquitos del género *Sabethes* y *Haemagogus* en su ciclo selvático (Vasconcelos et al., 2001; Cano et al., 2021; de Oliveira et al., 2023). *Sabethes gymnothorax* se ha encontrado infectado por el virus Ariticum (Maia et al., 2019).

## CONCLUSIONES

El presente trabajo registró 13 especies en la sección de bosque mesófilo de montaña conservado en Las Cañadas, en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, lo que representa el 26% de las especies registradas para el estado. Además de nuevos registros para el estado siendo *Culex rejector*, *Culex restrictor*, *Toxorhynchites moctezuma* y *Wyeomyia medioalbipes*. Siendo 50 las especies presentes para Puebla, México.

Se encontró una mayor abundancia y riqueza de mosquitos en fitotelmas durante la temporada de lluvias.

Las especies registradas del género *Wyeomyia* tienen una preferencia por las Bromeliaceae, pero no existe una correspondencia entre especie de bromelia y especie de *Wyeomyia*.

Las especies de importancia médica encontradas son *Aedes albopictus*, *Culex rejector*, *Sabethes gymnothorax*, *Wyeomyia medioalbipes* y *Wyeomyia mitchellii*.

## REFERENCIAS

Abella-Medrano, C. A., Ibáñez-Bernal, S., Carbó-Ramírez, P., & Santiago-Alarcón, 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(3), 313–320.  
<https://doi.org/10.1016/j.parint.2018.01.006>
- Abella-Medrano, C. A., Ibáñez-Bernal, S., MacGregor-Fors, I., & Santiago-Alarcón, 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(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1086-9>
- Adeniran, A. A., Hernández-Triana, L. M., Ortega-Morales, A. I., Garza-Hernández, J. A., Cruz-Ramos, J. de la, Chan-Chable, R. J., Vázquez-Marroquín, R., Huerta-Jiménez, H., Nikolova, N. I., Fooks, A. R., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2021). Identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) from Mexico State, Mexico using morphology and COI DNA barcoding. *Acta Tropica*, 213. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105730>
- Adlassnig, W., Peroutka, M., & Lendl, T. (2011). Traps of carnivorous pitcher plants as a habitat: Composition of the fluid, biodiversity and mutualistic activities. *Annals of Botany*, 107(2), 181–194. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq238>
- Alvarado-Torres, H., Viveros-Santos, V., Torres-Monzón, J. A., López-Ordóñez, T., Torres-Chable, O. M., & Casas-Martínez, M. (2019). Detection of *Dirofilaria immitis*. (Spirurida: Onchocercidae) in the mosquito community (Diptera: Culicidae) of cemeteries from Soconusco region, southern Mexico. *Entomología Mexicana*, 6, 490–496.
- Barrientos-Roldán, M. J., Abella-Medrano, C. A., Ibáñez-Bernal, S., & Sandoval-Ruiz, C. A. (2021). Landscape Anthropization Affects Mosquito Diversity in a Deciduous Forest in Southeastern Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 59(1), 248–256. <https://doi.org/10.1093/jme/tjab154>
- Becker, N., Petrić, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M. B., Dahl, C., & Kaiser, A. (2020). *Mosquitoes* (3rd ed.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11623-1>
- Belkin, J. N., Hogue, C. L., Galindo, P., Aitken, T. H., Schick, R. X., Powder, W. A., Osorno-Mesa, E., de Osorno, F., Martín, F. J., & Adames, A. J. (1967). Estudios sobre Mosquitos (Diptera, Culicidae) Métodos para coleccionar, criar y preservar mosquitos. *Contributions of the American Entomological Institute*, 1(2a), 21–89.
- Belkin, JN., Heinemann, S. J., & Page, W. A. (1970). The Culicidae of Jamaica. *Contributions of the American Entomological Institute*, 6(1), 1–458.
- Berlin, G. W., & Belkin, J. N. (1980). MOSQUITO STUDIES (Diptera, Culicidae) XXXVI. Subgenera Aedinus, Tinolestes and Anodioporpa of *Culex*. *Contributions of the American Entomological Institute*, 17(2), 1–104.
- Berlin, O. (1969). XII. A revision of the Neotropical subgenus Howardina of *Aedes*. *Contributions of the American Entomological Institute*, 4(2).

- Bond, J. G., Moo-Llanes, D. A., Ortega-Morales, A. I., Marina, C. F., Casas-Martínez, M., & Danis-Lozano, R. (2020). Diversity and potential distribution of culicids of medical importance of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Salud Publica de Mexico*, 62(4), 379–387. <https://doi.org/10.21149/11208>
- Câmara, D. C. P., Pinel, C. da S., Rocha, G. P., Codeço, C. T., & Honório, N. A. (2020). Diversity of mosquito (Diptera: Culicidae) vectors in a heterogeneous landscape endemic for arboviruses. *Acta Tropica*, 212. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105715>
- Campos, R. E. (2013). The aquatic communities inhabiting internodes of two sympatric bamboos in argentinean subtropical forest. *Journal of Insect Science*, 13. <https://doi.org/10.1673/031.013.9301>
- Campos, R. E. (2016). Phytotelmata colonization in bamboo (*Guadua* sp.) culms in northeast Argentina. *Journal of Natural History*, 50(15–16), 923–941. <https://doi.org/10.1080/00222933.2015.1091096>
- Cano, M. E., Marti, G. A., Balsalobre, A., Muttis, E., Bruno, E. A., Rossi, G., & Micieli, M. V. (2021). Database of *Sabethes* and *Haemagogus* (Diptera: Culicidae) in Argentina: Sylvatic Vectors of the Yellow Fever Virus. *Journal of Medical Entomology*, 58(4), 1762–1770. <https://doi.org/10.1093/jme/tjab059>
- Cardoso, C. A. A., Lourenço-De-Oliveira, R., Codeço, C. T., & Motta, M. A. (2015). Mosquitoes in Bromeliads at Ground Level of the Brazilian Atlantic Forest: The Relationship between Mosquito Fauna, Water Volume, and Plant Type. *Annals of the Entomological Society of America*, 108(4), 449–458. <https://doi.org/10.1093/aesa/sav040>
- Carpenter, S. J., & LaCasse, W. J. (1955). *Mosquitoes of North America (North of Mexico)*. University of California Press.
- Cavalcante do Nascimento, J. M., Ferreira Keppler, R. L., & Hamada, N. (2018). Family Culicidae. In *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (pp. 723–745). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-804223-6.00034-2>
- Ceretti-Junior, W., de Oliveira Christe, R., Rizzo, M., Strobel, R. C., de Matos Junior, M. O., de Mello, M. H. S. H., Fernandes, A., Medeiros-Sousa, A. R., de Carvalho, G. C., & Marrelli, M. T. (2016). Species Composition and Ecological Aspects of Immature Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Bromeliads in Urban Parks in the City of São Paulo, Brazil. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 10(1), 102–112. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27047978>
- Chadee, D. D. (1986). A comparison of three *Aedes aegypti* sampling methods in Trinidad, W. I. *Entomologie Medicale et Parasitologie*, 54(3), 199–205.

- Challenger, A. (1998). La Zona Ecológica Templada Húmeda (el Bosque Mesófilo de Montaña). In CONABIO (Ed.), *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro* (pp. 443–518).
- Chao, A., & Shen, T.-J. (2009). *SPADE*.
- Chaves, L. S. M., Rodrigues de Sá, I. L., Bergamaschi, D. P., & Sallum, M. A. M. (2016). *Kerteszia Theobald* (Diptera: Culicidae) mosquitoes and bromeliads: A landscape ecology approach regarding two species in the Atlantic rainforest. *Acta Tropica*, 164, 303–313. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.09.023>
- Clark-Gil, S., & Darsie, R. F. (1983). The Mosquitoes of Guatemala. Their Identification, Distribution and Bionomics, With Keys to Adult Females and Larvae in English and Spanish. *Mosquito Systematics*, 15(3), 151–284.
- Clements, A. (1999). *The Biology of Mosquitoes. Volume 2. Sensory Reception and Behaviour*. CABI Publishing.
- Clements, A. (2000). *The Biology of Mosquitoes. Volume 1. Development, Nutrition and Reproduction*. CABI Publishing.
- CONABIO. (2010). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Uso de la Biodiversidad* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ed.).
- CONABIO. (2013). Información sobre los registros de insectos de la familia Culicidae. In *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de CONABIO*.
- CONAGUA-SMN. (2024). *Información Estadística Climatológica*. CONAGUA. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- Correa-Morales, F., González-Acosta, C., Mejía-Zúñiga, D., Huerta, H., Pérez-Rentería, C., Vazquez-Pichardo, M., Ortega-Morales, A. I., Hernández-Triana, L. M., Salazar-Bueyes, V. M., & Moreno-García, M. (2019). Surveillance for Zika in Mexico: naturally infected mosquitoes in urban and semi-urban areas. *Pathogens and Global Health*, 113(7), 309–314. <https://doi.org/10.1080/20477724.2019.1706291>
- Cruz-Ruiz, G. I., & Mondragón-Chaparro, D. M. (2008). Seasonal variation of the macro-arthropod community associated to *Tillandsia carlos-hankii* (Bromeliaceae) in an oak-pine forest in Oaxaca, Mexico. *Brenesia*, 70(1), 11–22. <https://www.researchgate.net/publication/255994603>
- Darsie, R., & Ward, R. (2004). *Identification And Geographical Distribution Of The Mosquitoes Of North America, North Of Mexico*. University Press of Florida.
- Day, J. F. (2016). Mosquito oviposition behavior and vector control. *Insects*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/insects7040065>

- de Oliveira, C. H., Andrade, M. S., Campos, F. S., Cardoso, J. da C., Gonçalves-dos-Santos, M. E., Oliveira, R. S., Aquino-Teixeira, S. M., Campos, A. A. S., Almeida, M. A. B., Simonini-Teixeira, D., da P. Sevá, A., Temponi, A. O. D., Magalhães, F. M., da Silva Menezes, A. S., Lopes, B. T., Almeida, H. P., Pedroso, A. L., Gonçalves, G. P., Chaves, D. C. C., de Menezes, G. G., Bernal-Valle, S., Müller, N. F. D., Janssen, L., dos Santos, E., Mares-Guia, M. A., Albuquerque, G. R., Romano, A. P. M., Franco, A. C., Ribeiro, B. M., Roehe, P. M., Lourenço-de-Oliveira, R., & de Abreu, F. V. S. (2023). Yellow Fever Virus Maintained by *Sabethes* Mosquitoes during the Dry Season in Cerrado, a Semiarid Region of Brazil, in 2021. *Viruses*, *15*(3). <https://doi.org/10.3390/v15030757>
- de Oliveira, V. C., & de Almeida Neto, L. C. (2017). Ocorrência de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em bromelias cultivadas no Jardim Botanico Municipal de Bauru, São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saude Publica*, *33*(1). <https://doi.org/10.1590/0102-311x00071016>
- Díaz-Osorio, A. C., & Sandoval-Ruiz, C. A. (2021). Characterization of Sites with Mosquito Larvae in the Metropolitan Region of Puebla, Mexico. *Southwestern Entomologist*, *46*(1), 179–190. <https://doi.org/10.3958/059.046.0117>
- Dickerman, R. W., Campillo-Sainz, C., Zarate, M. L., Gonzales, E., & Scherer, W. F. (1971). Ecologic Studies of Venezuelan Encephalitis Virus in Southeastern México. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *20*(6), 989–993. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1971.20.989>
- Dormann, C. F., Gruber, B., & Freund, J. (2008). Introducing the bipartite package: Analysing Ecological Networks. *R News*, *8*(2), 8–11.
- Dyar, H. G. (1928). *The mosquitoes of the Americas*. Carnegie Institution of Washington.
- Dyar, H. G., & Knab, F. (1906a). Diagnoses of New Species of Mosquitoes. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, *19*, 133–142.
- Dyar, H. G., & Knab, F. (1906b). The Larvae of Culicidae Classified as Independent Organisms. *Journal of the New York Entomological Society*, *14*(4), 169–243.
- Dyar, H. G., & Knab, F. (1907). The Species of Mosquitoes in the Genus *Megarhinus*. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, *48*, 241–258.
- Dyar, H. G., & Nunez Tovar, M. (1927). Descriptions of New Species of Mosquitoes from Venezuela. *American Journal of Epidemiology*, *8*(1), 89–92.
- Egglı, U., & Gouda, E. J. (2020). Bromeliaceae. In *Monocotyledons* (pp. 835–847). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-56486-8\\_73](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56486-8_73)
- Espejo-Serna, A., & López-Ferrari, A. R. (2018). La familia Bromeliaceae en México. *Botanical Sciences*, *96*(3), 533–554. <https://doi.org/10.17129/botsoci.1918>

- Frank, J. (2008). Bromeliad Fauna. In J. Capinera (Ed.), *Encyclopedia of Entomology* (pp. 565–574). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6\\_10447](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_10447)
- Frank, J. H. (1985). Use of an Artificial Bromeliad to Show the Importance of Color Value in Restricting Colonization of Bromeliads by *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1(1), 28.
- Frank, J. H. (1986). Bromeliads as Ovipositional Sites for *Wyeomyia* Mosquitoes: Form and Color Influence Behavior. *The Florida Entomologist*, 69(4), 728–742. <https://about.jstor.org/terms>
- Frank, J. H. (2004). Phytotelmata. In *Encyclopedia of Entomology* (pp. 1718–1720). Kluwer Academic Publishers. [https://doi.org/10.1007/0-306-48380-7\\_3252](https://doi.org/10.1007/0-306-48380-7_3252)
- Frank, J. H., & Curtis, G. A. (1981). Bionomics of the Bromeliad-Inhabiting Mosquito *Wyeomyia vanduzeei* and Its Nursery Plant *Tillandsia utriculata*. *The Florida Entomologist*, 64(4), 491–506. <https://about.jstor.org/terms>
- Frank, J. H., & Lounibos, L. (2009). Insects and allies associated with bromeliads: a review. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 1(2), 125–153. <https://doi.org/10.1163/187498308X414742>
- Frank, J. H., & Lounibos, L. P. (1987). Phytotelmata: Swamps or Islands? *The Florida Entomologist*, 70(1), 14–20. <https://www.jstor.org/stable/3495086>
- Gaffing, T., & Pecor, J. (1997). *Collecting, Rearing, Mounting and Shipping Mosquitoes*.
- García-Rejón, J. E., Tzuc-Dzul, J. C., Cigarroa-Toledo, N., Talavera-Aguilar, L. G., Cetina-Trejo, R. C., & Baak-Baak, C. M. (2022). Fecundity and morphological description of the eggs of *Psorophora cyanescens* (Coquillett, 1902) (Diptera: Culicidae) by scanning electron microscopy. *Acta Zoológica Mexicana (N. S.)*, 1–9. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812449>
- Gilabert-Beltri, S., Zumaquero-Rios, J. L., López-Téllez, C., & Molina-Arroyo, H. (2013). Diversidad de Mosquitos en una Área de la Sierra del Tentzo, Puebla. *Entomología Mexicana*, 12, 855–859.
- Greeney, H. F. (2001). The Insects of Plant-Held Waters: A Review and Bibliography. *Journal of Tropical Ecology*, 17(2), 241–260. <https://www.jstor.org/stable/3068644>
- Gual-Díaz, M., & Rendón-Correa, A. (2017). Los Bosques Mesófilos de Montaña de México. *Agroproductividad*, 10(1), 3–9.
- Guillen-Rodríguez, Y. G. (2024). *The influence of abiotic factors on the diversity and vertical composition of blood-sucking flies (Culicidae and Ceratopogonidae: Diptera), their role as competent vectors of avian malaria and their blood-meal preferences in a montane cloud forest in state of Veracruz, Mexico*. Instituto de Ecología.

- Guillén-Rodríguez, Y. G., Chapa-Vargas, L., Ibarra-Juárez, L. A., Ibáñez-Bernal, S., & Santiago-Alarcón, D. (2023). The influence of humidity and temperature on the vertical richness and abundance of blood-sucking flies (Culicidae and Ceratopogonidae) in a montane cloud forest in Mexico. *Journal of Vector Ecology*, 49(1). <https://doi.org/10.52707/1081-1710-49.1.1>
- Gunara, N. P., Joelianto, E., & Ahmad, I. (2023). Identification of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* eggs based on image processing and elliptic fourier analysis. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28510-6>
- Gutiérrez-Báez, C., Avendaño-Reyes, S., & Zamora-Crescencio, P. (2016). *Heliconia veracruzensis*, nueva especie de Veracruz, México. *Bouteloua*, 25, 101–103.
- Hagen, M., Kissling, W. D., Rasmussen, C., De Aguiar, M. A. M., Brown, L. E., Carstensen, D. W., Alves-Dos-Santos, I., Dupont, Y. L., Edwards, F. K., Genini, J., Guimarães, P. R., Jenkins, G. B., Jordano, P., Kaiser-Bunbury, C. N., Ledger, M. E., Maia, K. P., Marquitti, F. M. D., Mclaughlin, Ó., Morellato, L. P. C., O’Gorman, E. J., Trøjelsgaard, K., Tylianakis, J. M., Vidal, M. M., Woodward, G., & Olesen, J. M. (2012). Biodiversity, Species Interactions and Ecological Networks in a Fragmented World. *Advances in Ecological Research*, 46, 89–210. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396992-7.00002-2>
- Harbach, R. E. (2008, November 2). *Culicidae classification*. Mosquito Taxonomic Inventory. <https://mosquito-taxonomic-inventory.myspecies.info/simpletaxonomy/term/6045>
- Harbach, R. E., & Kitching, I. J. (1998). Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera). *Systematic Entomology*, 23(4), 327–370. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3113.1998.00072.x>
- Harbach, R. E., & Petersen, J. L. (1992). Two species previously confused under the concept of *Sabethes tarsopus* in Central America (Diptera: Culicidae). *Mosquito Systematics*, 24(2), 102–124.
- Hayford, B., Förster, T., Patel, V. N., & Chaboo, C. S. (2020). Aquatic flies (Diptera) in phytotelmata of Neotropical Zingiberales plants. *Journal of Natural History*, 54(43–44), 2815–2838. <https://doi.org/10.1080/00222933.2020.1871522>
- Heinemann, S. J., & Belkin, J. N. (1977a). Collection Records of the Project “Mosquitoes of Middle America” 9. Mexico (MEX, MF, MT, MX). *Mosquito Systematics*, 9(4), 483–535.
- Heinemann, S. J., & Belkin, J. N. (1977b). Collection Records of the Project “Mosquitoes of Middle America” 8. Central America: Belize (BH), Guatemala (GUA), El Salvador (SAL), Honduras (HON), Nicaragua (NI, NIC)’. *Mosquito Systematics*, 9(4), 403–454.

- Howard, L., Dyar, H., & Knab, F. (1915). *The Mosquitoes of North and Central America and the West Indies: Vol. III.*
- Hutchings, R. S. G., Sallum, M. A. M., Ferreira, R. L. M., & Hutchings, R. W. (2005). Mosquitoes of the Jaú National Park and their potential importance in Brazilian Amazonia. *Medical and Veterinary Entomology*, 19(4), 428–441. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2005.00587.x>
- Ibáñez-Bernal, S., Briseño, B., Mutebi, J. P., Argot, E., Rodríguez, G., De la Fuente-San Román, P., Tapia-Conyer, R., & Flisser, A. (1997). First record in America of *Aedes albopictus* naturally infected with dengue virus during the 1995 outbreak at Reynosa, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology*, 11, 305–309.
- Ibáñez-Bernal, S., & Martínez-Campos, C. (1994). Clave para la Identificación de Larvas de Mosquitos Comunes en las Áreas Urbanas y Suburbanas de la República Mexicana (Diptera: Culicidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 92, 43–73.
- Ibáñez-Bernal, S., Mendoza-Palmero, F., & Hernández-Xoliot, R. (2011). Mosquitos (Insecta: Diptera: Culicidae). In *La Biodiversidad de Veracruz estudio de estado* (Vols. 2399–403). CONABIO.
- Ibáñez-Bernal, S., Rivera-García, K. D., & Abella-Medrano, C. A. (2020). Introduction to the Taxonomy and General Biology of Diptera (Insecta) Involved in the Transmission of Avian Haemosporida. In *Avian Malaria and Related Parasites in the Tropics: Ecology, Evolution and Systematics* (pp. 137–184). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51633-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51633-8_5)
- Ibáñez-Bernal, S., Wirth, W., & Martínez-Campos, C. (1996). Culicidae (Diptera). In J. Llorente Bousquets, A. Garcia Aldrete, & E. Gonzales Soriano (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento* (pp. 591–602). UNAM Instituto de Biología.
- INEGI. (2000). *Síntesis Geográfica del Estado de Puebla.*
- Jocque, M., Kernahan, A., Nobes, A., Willians, C., & Field, R. (2010). How effective are non-destructive sampling methods to assess aquatic invertebrate diversity in bromeliads? *Hydrobiologia*, 649(1), 293–300. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0272-1>
- Karger, D. N., Kessler, M., Lehnert, M., & Jetz, W. (2021). Limited protection and ongoing loss of tropical cloud forest biodiversity and ecosystems worldwide. *Nature Ecology and Evolution*, 5(6), 854–862. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01450-y>
- Kaufman, M., Goodfriend, W., Kohler-Garrigan, A., Walker, E., & Klug, M. (2002). Soluble nutrient effects on microbial communities and mosquito production in *Ochlerotatus triseriatus* habitats. *Aquatic Microbial Ecology*, 29, 73–88. <https://doi.org/10.3354/ame029073>

- Kitching, R. L. (1971). An Ecological Study of Water-Filled Tree-Holes and their Position in the Woodland Ecosystem. *Journal of Animal Ecology*, 40(2), 281–302. <https://www.jstor.org/stable/3247>
- Kitching, R. L. (2000). FOOD WEBS IN PHYTOTELMATA: “Bottom-Up” and “Top-Down” Explanations for Community Structure. *Annual Review of Entomology*, 46(1), 729–760.
- Kress, W. J., & Betancur, J. (2009). A New Species of *Heliconia* (Heliconiaceae) from the Chocó Region of Colombia. *Caldasia*, 31(1), 99–104.
- Kuyp, E. van der. (1954). Mosquitoes of the Netherlands Antilles and their hygienic importance. *Studies on the Fauna of Curaçao and Other Caribbean Islands*, 5, 37–114.
- Lane, J. (1953). *Neotropical Culicidae*. University of Sao Paulo, Brazil.
- Lehane, M. (2005). *The Biology of Blood-Sucking in Insects*. Cambridge University Press.
- Liria, J. (2007). Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Revista Peruana de Biología*, 14(1), 33–38. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>
- López, L. C. S., Silva, E. G. B., Beltrão, M. G., Leandro, R. S., Barbosa, J. E. L., & Beserra, E. B. (2011). Effect of tank bromeliad micro-environment on *Aedes aegypti* larval mortality. *Hydrobiologia*, 665(1), 257–261. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0605-8>
- Lounibos, L. P., Machado-Allison, C. E., & Medi, F. (1983). Oviposition and egg brooding by the mosquito *Trichoprosopon digitatum* in cacao husks. *Ecological Entomology*, 8, 475–478.
- Louton, J., Gelhaus, J., & Bouchard, R. (1996). The Aquatic Macrofauna of Water-Filled Bamboo (Poaceae: Bambusoideae: *Guadua*) Internodes in a Peruvian Lowland Tropical Forest. *Biotropica*, 28(2), 228–242. <https://www.jstor.org/stable/2389077>
- Lozano-Fuentes, S., Welsh-Rodríguez, C., Monaghan, A. J., Steinhoff, D. F., Ochoa-Martínez, C., Tapia-Santos, B., Hayden, M. H., & Eisen, L. (2014). Intra-annual changes in abundance of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Ochlerotatus) epactius* (Diptera: Culicidae) in High-Elevation Communities in México. *Journal of Medical Entomology*, 51(4), 742–751. <https://doi.org/10.1603/ME14015>
- Lozovei, A. L. (1998). Mosquitos dendrícolas (Diptera, Culicidae) em internódios de taquara da floresta Atlântica, Serra do Mar e do Primeiro Planalto, Paraná, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 41, 501–508.

- Maes, J.-M., & Rivera-Mendoza, P. (1990). Catálogo de los Díptera de Nicaragua 4. Culicidae (Nematocera). *Revista Nicaraguense de Entomología*, 14, 19–39.
- Maguire, B. (1971). Phytotelmata: Biota and Community Structure Determination in Plant-Held Waters. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2, 439–464.
- Magyar, D., Vass, M., & Oros, G. (2017). Dendrotelmata (Water-Filled Tree Holes) as Fungal Hotspots-A Long Term Study. *Cryptogamie, Mycologie*, 38(1), 55–66. <https://doi.org/10.7872/crym/v38.iss1.2017.55>
- Maia, L. M. S., De Lara Pinto, A. Z., De Carvalho, M. S., De Melo, F. L., Ribeiro, B. M., & Silhessarenko, R. D. (2019). Novel viruses in mosquitoes from Brazilian pantanal. *Viruses*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/v11100957>
- Marie, J., & Bossin, H. C. (2013). First record of *Wyeomyia* (*Wyeomyia*) *mitchellii* (Diptera: Culicidae) in French Polynesia. *Journal of Medical Entomology*, 50(1), 37–42. <https://doi.org/10.1603/ME12170>
- Marques, T. C., Bourke, B. P., Laporta, G. Z., & Sallum, M. A. M. (2012). Mosquito (Diptera: Culicidae) assemblages associated with *Nidularium* and *Vriesea* bromeliads in Serra do Mar, Atlantic Forest, Brazil. *Parasites & Vectors*, 5(1), 41. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-41>
- Marteis, L. S., Natal, D., Sallum, M. A. M., Medeiros-Sousa, A. R., & Corte, R. La. (2017). Mosquitoes of the Caatinga: 2. Species from periodic sampling of bromeliads and tree holes in a dry Brazilian forest. *Acta Tropica*, 171, 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.03.031>
- Medeiros-Sousa, A. R., Ceretti-Júnior, W., de Carvalho, G. C., Nardi, M. S., Araujo, A. B., Vendrami, D. P., & Marrelli, M. T. (2015). Diversity and abundance of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in an urban park: Larval habitats and temporal variation. *Acta Tropica*, 150, 200–209. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.08.002>
- Mendez-Andrade, A., Rivera-García, K. D., & Ibáñez-Bernal, S. (2019). Notes on the Toxorhynchites of Mexico: Redescription of *Tx. moctezuma* (Dyar & Knab) and new record for *Tx. grandiosus* (Williston) in Veracruz (Diptera: Culicidae). *Zootaxa*, 4576(1), 140–150. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4576.1.7>
- Mithöfer, A. (2011). Carnivorous pitcher plants: Insights in an old topic. *Phytochemistry*, 72(13), 1678–1682. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.11.024>
- Montero, G., Feruglio, C., & Bar-Beris, I. M. (2010). The phytotelmata and foliage macrofauna assemblages of a bromeliad species in different habitats and seasons. *Insect Conservation and Diversity*, 3(2), 92–102. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2009.00077.x>

- Mwingira, V., Mboera, L. E. G., Dicke, M., & Takken, W. (2020). Exploiting the chemical ecology of mosquito oviposition behavior in mosquito surveillance and control: a review. *Journal of Vector Ecology*, *45*(2), 155–179. <https://doi.org/10.1111/jvec.12387>
- Myers, C. M. (1967). Identification and description of *Aedes* eggs from California and Nevada (Diptera: Culicidae). *The Canadian Entomologist*, *99*(8), 795–806.
- Naranjo-Díaz, N., Suaza-Vasco, J., Pineda-Angel, J., & Uribe, S. (2022). New records of Sabethini (Diptera: Culicidae) from Colombia. *Biodiversity Data Journal*, *10*. <https://doi.org/10.3897/BDJ.10.E68413>
- Navarro, J. C., Duque, P. L., Liria, J., Enríquez, S., Vaca-Moyano, F., & Salazar, J. G. (2018). New Phytotelm plant for Ecuador, *Ananas comosus* L. Merr. (Bromeliaceae) a its *Wyeomyia* species inhabitant (Diptera, Culicidae). *CienciAmérica*, *7*(2), 71–85. <https://doi.org/10.33210/ca.v7i2.182>
- Okazawa, T., Miyagi, I., Toma, T., Ramalingam, S., Moh, A., & Chang, S. (1991). Egg Morphology and Observations on the Laboratory Biology of *Armigeres* (JLeicesterid) *digitatus* (Diptera: Culicidae) from Sarawak. *Journal of Medical Entomology*, *28*(5), 606–610. <http://jme.oxfordjournals.org/>
- O'Meara, G. F., Cutwa, M. M., & Evans, L. F. (2003). Bromeliad-inhabiting mosquitoes in south Florida: native and exotic plants differ in species composition. *Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology*, *28*(1), 37–46. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12831127>
- Ortega-Morales, A. I., Garza-Hernández, J. A., González-Álvarez, V. H., Hernández-Triana, L. M., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2018a). First Record of *Culex* (*Microculex*) *daumastocampa* (Diptera: Culicidae) in Mexico, with Notes on *Cx. rejector* and *Cx. imitator*. *Neotropical Entomology*, *47*(4), 577–581. <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0600-0>
- Ortega-Morales, A. I., Hernández-Triana, L. M., & Siller-Rodríguez, Q. K. (2023a). The Mosquitoes of Querétaro, Mexico: Distribution, Ecology, and Discovery of *Shannoniana huasteca* n. sp. (Diptera: Culicidae). *Diversity*, *15*(6). <https://doi.org/10.3390/d15060697>
- Ortega-Morales, A. I., León-Espinosa, G. A., & Rodríguez-Rojas, J. J. (2023b). Updated checklist of the mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Mexico. *Journal of Vector Ecology*, *49*(1). <https://doi.org/10.52707/1081-1710-49.1.28>
- Ortega-Morales, A. I., Méndez-López, R., Garza-Hernández, J. A., González-Álvarez, V. H., Ruiz-Arrondo, I., Huerta-Jiménez, H., Rodríguez-Martínez, L. M., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2019a). The mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Tabasco, Mexico. *Journal of Vector Ecology*, *44*(1), 57–67. <https://doi.org/10.1111/jvec.12329>

- Ortega-Morales, A. I., Mis-Avila, P., Elizondo-Quiroga, A., Harbach, R. E., Siller-Rodríguez, Q. K., & Fernández-Salas, I. (2010). The mosquitoes of Quintana Roo State, Mexico (Diptera: Culicidae). *Acta Zoológica Mexicana. Acta Zoológica Mexicana*, 26(1).
- Ortega-Morales, A. I., Moreno-García, M., González-Acosta, C., & Correa-Morales, F. (2018b). Mosquito Surveillance in Mexico: The Use of Ovitrap for *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, and Non-Target Species. *Florida Entomologist*, 101(4), 623–626. <https://doi.org/10.1653/024.101.0425>
- Ortega-Morales, A. I., Zavortink, T., Huerta-Jiménez, H., Ibáñez-Bernal, S., & Siller-Rodríguez, Q. (2019b). The mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Hidalgo state, Mexico. *Acta Tropica*, 189, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.07.003>
- Ortega-Morales, A. I., Zavortink, T. J., Garza-Hernández, J. A., Siller-Rodríguez, Q. K., & Fernández-Salas, I. (2019c). The mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Nuevo León, Mexico, with descriptions of two new species. *PLoS ONE*, 14(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217694>
- Ortega-Morales, A. I., Zavortink, T. J., Huerta-Jiménez, H., Sánchez-Rámos, F. J., Teresa Valdés-Perezgasga, M., Reyes-Villanueva, F., Siller-Rodríguez, Q. K., & Fernández-Salas, I. (2015). Mosquito records from Mexico: The mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Tamaulipas State. *Journal of Medical Entomology*, 52(2), 171–184. <https://doi.org/10.1093/jme/tju008>
- Ortega-Rivera, K., Flores-Hernández, N., Zarza, H., & Chávez, C. (2019). Caracterización del estado fitosanitario de *Quercus obtusata* Bonpl., en bosque mesófilo de montaña, Xicotepec, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(53). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i53.480>
- Ospina-Bautista, F., Estévez-Varón, J. V., Betancur, J., & Realpe, E. (2004). Estructura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Baker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino colombiano. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 20(1), 153–166. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57520113>
- Pecor, J. E., Harbach, R. E., Peyton, E. L., Roberts, D. R., Rejmankova, E., Manguinsj, S., & Palanko, J. (2002). Mosquito Studies in Belize, Central America: Records, Taxonomic Notes and a Checklist of Species. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 18(4), 241–276.
- Petermann, J. S., & Gossner, M. M. (2022). Aquatic islands in the sky: 100 years of research on water-filled tree holes. *Ecology and Evolution*, 12(8). <https://doi.org/10.1002/ece3.9206>

- Ponce-Reyes, R., Reynoso-Rosales, V. H., Watson, J. E. M., Vanderwal, J., Fuller, R. A., Pressey, R. L., & Possingham, H. P. (2012). Vulnerability of cloud forest reserves in Mexico to climate change. *Nature Climate Change*, 2(6), 448–452. <https://doi.org/10.1038/nclimate1453>
- Porembski, S., & Barthlott, W. (1999). Pitcairnia felician: The Only Indigenous African Bromeliad. *Harvard Papers in Botany*, 4(1), 175–184.
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing* (4.3.2).
- Rattanaarithikul, R. (1982). A Guide to the Genera of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Thailand with Illustrated Keys, Biological Notes and Preservation and Mounting Techniques. *Mosquito Systematics*, 14(3), 139–208.
- Rivera-García, K. D., Mendez-Andrade, A., Díaz-Osorio, A. C., Ibáñez-Bernal, S., & Sandoval-Ruiz, C. A. (2023a). Description of the pupa, female and male genitalia of *Aedes (Howardina) guerrero* Berlin and first record of *Ae. (How.) guatemala* Berlin (Diptera: Culicidae) in Puebla, Mexico. *Zootaxa*, 5360(2), 279–295. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5360.2.7>
- Rivera-García, K. D., Mendez-Andrade, A., & Ibáñez-Bernal, S. (2023b). *Trichoprosopon mixtli* sp. nov., a new sabethine species (Diptera: Culicidae) from a Mexican cloud forest, with an assessment of the genus and keys for the identification of known species. *Zootaxa*, 5254(1), 94–116. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5254.1.5>
- Romero, G. Q., Marino, N. A. C., MacDonald, A. A. M., Céréghino, R., Trzcinski, M. K., Mercado, D. A., Leroy, C., Corbara, B., Farjalla, V. F., Barberis, I. M., Dézerald, O., Hammill, E., Atwood, T. B., Piccoli, G. C. O., Bautista, F. O., Carrias, J. F., Leal, J. S., Montero, G., Antiquera, P. A. P., Freire, R., Realpe, E., Amundrud, S. L., de Omena, P. M., Campos, A. B. A., Kratina, P., O’Gorman, E. J., & Srivastava, D. S. (2020). Extreme rainfall events alter the trophic structure in bromeliad tanks across the Neotropics. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17036-4>
- Romero, L. M., Chaverri, L. G., & Chaves, L. F. (2019). Mosquito (Diptera: Culicidae) Species Composition in Ovitrap from a Mesoamerican Tropical Montane Cloud Forest. *Journal of Medical Entomology*, 56(2), 491–500. <https://doi.org/10.1093/jme/tjy170>
- Rosero-García, D., Rúa-Urbe, G., Correa, M. M., Conn, J. E., & Uribe-Soto, S. (2018). Mosquito (Diptera: Culicidae) grouping based on larval habitat characteristics in high mountain ecosystems of Antioquia, Colombia. *Journal of Vector Ecology*, 43(1), 71–79. <https://doi.org/10.1111/jvec.12285>

- Rossi, G. C., & Lestani, E. A. (2014). New records of mosquitoes (Diptera: Culicidae) from Misiones Province, Argentina. *Revista de La Sociedad Entomológica Argentina*, 73(2), 49–53.
- Rozeboom, L., & Komp, W. (1950). A new *Microculex elongatus*, from Colombia, with notes on the subgenus (Diptera, Culicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 52(3), 147–157.
- Ruiz-Jiménez, C. A., Téllez-Valdés, O., & Luna-Vega, I. (2012). Clasificación de los bosques mesófilos de montaña de México: afinidades de la flora. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(4), 1110–1144. <https://doi.org/10.7550/rmb.29383>
- Ruiz-Sánchez, E., Clark, L. G., Londoño, X., Mejía-Saulés, T., & Rodríguez, G. C. (2015). Morphological keys to the genera and species of bamboos (Poaceae: Bambusoideae) of Mexico. *Phytotaxa*, 236(1), 1–24. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.236.1.1>
- Rzedowski, J., & Huerta, L. (2006). Bosque mesófilo de montaña. In J. Rzedowski (Ed.), *Vegetación de México* (1st ed., p. 328-339). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Rzedowski, J. (1996). Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana*, 35, 25–44.
- Santos, M., Collado Mariscal, L., Henríquez, B., Garzón, J., González, P., Carrera, J. P., Tello, J., Koo, S., Pascale, J. M., Burkett-Cadena, N., Armien, B., & Valderrama, A. (2020). Implementation of bamboo and monkey-pot traps for the sampling cavity-breeding mosquitoes in Darién, Panama. *Acta Tropica*, 205. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105352>
- Seifert, R. P. (1982). Neotropical Heliconia Insect Communities. *The Quarterly Review of Biology*, 57(1), 1–28. <https://www.jstor.org/stable/2825133>
- Service, M. (2005). *Medical Entomology for Students* (5th ed.). Cambridge University Press.
- Silver, J. (2008). Sampling the larval population. In *Mosquito Ecology* (pp. 137–339). Springer.
- Theobald, F. V. (1905). *The Mosquitoes or Culicidae of Jamaica*. The Institute of Jamaica.
- Torres-Avendaño, J. I., Torres-Montoya, E. H., Zazueta-Moreno, J. M., Ríos-Tostado, J. J., López-Mendoza, R. L., Salomon-Soto, V. M., Romero-Higareda, C. E., & Castillo-Ureta, H. (2021). First record of *Toxorhynchites moctezuma* in Sinaloa, Mexico: Notes about its Morphology. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 37(3), 161–163.

- Tyagi, V., Dhiman, S., Sharma, A. K., Srivastava, A. R., Rabha, B., Sukumaran, D., & Veer, V. (2017). Morphometric and morphological appraisal of the *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae) from India. *Journal of Vector Borne Diseases*, *54*, 151–156.
- Tzuc-Dzul, J. C., Azcorra-Couoh, J. E., Chi-Chim, W. A., Cigarroa-Toledo, N., Nalleli Loria-Cervera, E., García-Rejon, J. E., & Baak-Baak, C. M. (2023). New State Record for *Culex rejector* and *Cx. restrictor* in Yucatan, Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association*, *39*(1), 48–51.  
<http://meridian.allenpress.com/jamca/article-pdf/39/1/48/3207138/i1943-6270-39-1-48.pdf>
- Varga, L. (1928). Ein interessanter Biotop der Biocönose von Wasserorganismen. *Biologisches Zentralblatt*, *48*, 143–162.
- Vasconcelos, P. F. C., Costa, Z. G., Travassos Da Rosa, E. S., Luna, E., Rodrigues, S. G., Barros, V. L. R. S., Dias, J. P., Monteiro, H. A. O., Oliva, O. F. P., Vasconcelos, H. B., Oliveira, R. C., Sousa, M. R. S., Barbosa Da Silva, J., Cruz, A. C. R., Martins, E. C., & Travassos Da Rosa, J. F. S. (2001). Epidemic of jungle yellow fever in Brazil, 2000: Implications of climatic alterations in disease spread. *Journal of Medical Virology*, *65*(3), 598–604. <https://doi.org/10.1002/jmv.2078>
- Vega-Rúa, A., Zouache, K., Girod, R., Failloux, A.-B., & Lourenço-de-Oliveira, R. (2014). High Level of Vector Competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from Ten American Countries as a Crucial Factor in the Spread of Chikungunya Virus. *Journal of Virology*, *88*(11), 6294–6306. <https://doi.org/10.1128/jvi.00370-14>
- Vieira, G., Bersot, M. I. L., Pereira, G. R., de Abreu, F. V. S., Nascimento-Pereira, A. C., Neves, M. S. A. S., Rosa-Freitas, M. G., Motta, M. A., & Lourenço-de-Oliveira, R. (2020). High Speed Video Documentation of the Mosquito *Sabethes albiprivus* Egg-Catapulting Oviposition Behavior (Diptera: Culicidae). *Neotropical Entomology*, *49*(5), 662–667. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00782-x>
- Viveros-Santos, V., Hernández-Triana, L. M., Ibáñez-Bernal, S., Ortega-Morales, A. I., Nikolova, N. I., Pairet, P., Fooks, A. R., & Casas-Martínez, M. (2022). Integrated Approaches for the Identification of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) from the Volcanoes of Central America Physiographic Subprovince of the State of Chiapas, Mexico. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, *22*(2), 120–137.  
<https://doi.org/10.1089/vbz.2021.0034>
- Viveros-Santos, V., Rivera-García, K. D., & Ibáñez-Bernal, S. (2023). The larva, pupa, and female and male genitalia of *Aedes* (*Howardina*) *guatemala* Berlin, 1969 (Diptera: Culicidae). *Zootaxa*, *5227*(1), 109–126.  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.5227.1.5>

- Viveros-Santos, V., & Sandoval-Ruiz, C. A. (2018). Spatio-temporal diversity of Mosquitoes from the Central Area of Puebla State, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 43(2), 357–367. <https://doi.org/10.3958/059.043.0207>
- Wilke, A. B. B., Vasquez, C., Mauriello, P. J., & Beier, J. C. (2018). Ornamental bromeliads of Miami-Dade County, Florida are important breeding sites for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Parasites and Vectors*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2866-9>
- Wilkerson, R., Linton, Y., & Strickman, D. (2021). *Mosquitoes of the World*. Johns Hopkins University Press.
- Xavier, S. H., Da, S., & Mattes, S. (1975). Geographical Distribution of Culicinae in Brazil III, State of Par; (Diptera, Culicidae). *Mosquito Systematics*, 7(3), 234–268.
- Yanoviak, S. P. (2001a). Predation, resource availability, and community structure in Neotropical water-filled tree holes. *Oecologia*, 126(1), 125–133. <https://doi.org/10.1007/s004420000493>
- Yanoviak, S. P. (2001b). The macrofauna of water-filled tree holes on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica*, 33(1), 110–120. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2001.tb00161.x>
- Zanella, C. M., Janke, A., Palma-Silva, C., Kaltchuk-Santos, E., Pinheiro, F. G., Paggi, G. M., Soares, L. E. S., Goetze, M., Büttow, M. V., & Bered, F. (2012). Genetics, evolution and conservation of Bromeliaceae. *Genetics and Molecular Biology*, 35(4 suppl 1), 1020–1026. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572012000600017>
- Zavortink, T. J., & Chaverri, L. G. (2009). Resurrection of the names *Toxorhynchites moctezuma* (Dyar and Knab) and *Toxorhynchites hypoptes* (Knab) from synonymy with *Toxorhynchites theobaldi* (Dyar and Knab) (Diptera: Culicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 111(4), 890–897. <https://doi.org/10.4289/0013-8797-111.4.890>

## ANEXOS Y APÉNDICES

### Anexo 1. Especies de Culicidae en Puebla

a, b. Ibáñez-Bernal et al., 1994, 1996; c. CONABIO, 2013; d. Gilabert-Beltri et al., 2013; e. Lozano-Fuentes et al., 2014; f. Ortega-Morales et al., 2018b; g. Viveros-Santos et al., 2018; h. Barrientos-Roldán et al., 2021; i. Díaz-Osorio et al., 2021; j, k. Rivera-García et al., 2023b, 2023a)

Anexo 1. Culicidae registrados en el estado de Puebla

		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
<i>Aedes</i>	<i>aegypti</i>	x	x			x			x			
	<i>albopictus</i>			x								
	<i>canadensis</i>								x			
	<i>epactius</i>	x	x		x		x	x	x	x		
	<i>guatemala</i>											x
	<i>guerrero</i>								x			x
	<i>quadrivittatus</i>								x			
	<i>scapularis</i>	x	x									
	<i>serratus</i>		x									
	<i>trivittatus</i>		x						x	x		
<i>Anopheles</i>	<i>aztecus</i>	x	x									
	<i>pseudopunctipennis</i>	x	x		x					x		
<i>Culex</i>	<i>coronator</i>	x	x						x	x		
	<i>educator</i>									x		
	<i>iolambdis</i>				x							
	<i>interrogator</i>									x		
	<i>nigripalpus</i>					x					x	
	<i>quinquefasciatus</i>		x		x					x	x	
	<i>restuans</i>	x	x									x
	<i>salinarius</i>					x			x		x	
	<i>stigmatosoma</i>	x	x		x				x	x	x	
	<i>thriambus</i>					x						
	<i>tarsalis</i>						x		x	x		
	<i>trifidus</i>										x	
<i>Culiseta</i>	<i>inornata</i>									x		
	<i>particeps</i>								x		x	
<i>Haemagogus</i>	<i>anastasionis</i>	x	x									
	<i>mesodentatus</i>	x	x									
<i>Limatus</i>	<i>durhami</i>		x									

<i>Lutzia</i>	<i>bigoti</i>	x	
<i>Orthopodomyia</i>	<i>kummi</i>	x	
<i>Psorophora</i>	<i>champerico</i>	x	
	<i>ciliata</i>	x x	
	<i>cyanescens</i>		x
	<i>ferox</i>	x x	x
<i>Sabethes</i>	<i>tarsopus</i> ( <i>gymnothorax ?</i> )	x	
<i>Trichoprosopon</i>	<i>digitatum</i>		x
<i>Uranotaemia</i>	<i>lowwi</i>		x
	<i>syntheta</i>		x
<i>Wyeomyia</i>	<i>abebela</i>	x	
	<i>celaenocephala</i>	x	
	<i>melanopus</i>	x	
	<i>mitchellii</i>	x	
	<i>nigritubus</i>	x	