



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE BIOLOGÍA**



MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Biología reproductiva y polinización de una  
planta con síndrome quiropterofílico**

Tesis como requisito para obtener el título de

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P R E S E N T A

**Edgar Emilio Medina Rocha**

Asesor: Dr. Eduardo Cuevas García

Coasesor: Dr. Víctor Manuel Rosas Guerrero

Morelia, Michoacán.

Octubre 2024

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas y a CONAHCYT por el apoyo brindado, económico y académico, a lo largo de este proceso.

Así como al Dr. Eduardo Cuevas, que puso su confianza en mí, me asesoró y supo guiarme de excelente forma para poder concluir con mi proyecto de maestría. De igual manera, agradezco al Dr. Víctor Manuel Rosas Guerrero por el apoyo brindado en campo y la confianza de alojarme en su hogar durante la estancia en Técpan de Galeana, Gro.

A la Dra. Yesenia Martínez por orientarme y transmitirme el conocimiento en todo lo relacionado con los compuestos volátiles. Además de agradecer profundamente a Yolanda García Rodríguez por el apoyo técnico en los análisis cromatográficos de las muestras y al Dr. Francisco J. Espinosa García por brindarnos el espacio en su laboratorio de Ecología Química.

A los integrantes del comité tutorial: Dr. Carlos Lara Rodríguez, Dr. Luis Felipe Mendoza Cuenca, Dr. Alejandro Salinas Melgoza, Dr. Víctor Manuel Rosas Guerrero y al Dr. Eduardo Cuevas García, por el tiempo que dedicaron en la revisión del proyecto, los consejos y correcciones, que, sin duda alguna, ayudaron a mejorar significativamente el contenido del manuscrito.

También quiero agradecer a mis compañeros de laboratorio que me apoyaron a lo largo de este proyecto, el joven MC. Arturo Tavera Lemus, el MC. Leopoldo Jafet Ramírez Reyes y a la MC. Sandra Penélope Barrón Villanueva.

Y especial mención a mis padres y hermana, que siempre me apoyaron incondicionalmente en todo lo necesario durante este proyecto. Además, a mi querida esposa que fue parte fundamental para concluir esta gran etapa de mi vida.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>2. HIPÓTESIS</b> .....	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
3.1 Objetivo general .....	10
3.2 Objetivos particulares .....	11
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>11</b>
4.1 Especie de estudio .....	11
4.2 Sitio de estudio .....	13
4.3 Visitantes florales .....	14
4.4 Biología reproductiva .....	15
4.5 Producción de néctar .....	17
4.6 Compuestos volátiles .....	17
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>18</b>
5.1 Visitantes florales .....	18
5.2 Biología reproductiva .....	21
5.3 Producción de néctar .....	23
5.4 Compuestos volátiles .....	25
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	<b>27</b>
<b>7. ANEXO 1. Revisión de estudios sobre biología reproductiva y polinización en el género <i>Merremia</i></b> .....	<b>32</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA CITADA</b> .....	<b>34</b>

## Resumen

Los insectos son el grupo que más contribuye en la polinización de las angiospermas. Sin embargo, aves y murciélagos también realizan esta función y es de gran importancia, ya que pueden transportar mayor carga de polen en comparación con los insectos y recorrer distancias mayores. Una de las especies que presenta caracteres florales asociados con la polinización por murciélagos es *Merremia platyphylla*, ya que presenta flores blancas en forma de campana con antesis crepuscular y abundante producción de néctar, conocido como síndrome quiropterofílico, el cual no se ha reportado en este género. Dichos caracteres sugieren que los murciélagos contribuyen en mayor parte en el éxito reproductivo de esta planta en comparación con otros visitantes florales, los cuales pueden funcionar como polinizadores secundarios, complementando la polinización. Este trabajo describe la biología reproductiva, incluyendo la producción de volátiles florales y polinización de *Merremia platyphylla* (Convolvulaceae), con el fin de evaluar la contribución de los visitantes florales a la adecuación de la planta, conocer el tipo de compuestos volátiles y su papel en la atracción de los visitantes florales y saber si se trata de una especie autocompatible. La antesis floral comenzó a las 17:30 h, y cada flor permanece abierta durante 12 a 15 h. La producción de néctar fue abundante, con un volumen promedio de 103  $\mu\text{L}$  y una concentración media de azúcares de 25.8 °Bx. De acuerdo con los tratamientos de polinización y exclusiones, se encontró que es una especie auto incompatible, donde la mayor producción de frutos fue resultado de la polinización nocturna. Los visitantes florales nocturnos observados fueron murciélagos (subfamilia *Glossophaginae*) y una especie de la familia *Sphingidae*, mientras que los visitantes diurnos con mayor número de visitas fueron las abejas (*Apis mellifera* y *Trigona fulviventris*), colibríes (*Amazilia rutila* y *Cynanthus doubledayi*) y una especie de lepidóptero diurno (*Hesperiidae*).

Este trabajo representa el primer reporte de visita y polinización por murciélagos en una especie de este género. Sin embargo, debido a que la máxima producción de néctar ocurre antes del pico de actividad de los murciélagos y a que los volátiles florales no corresponden con los de otras especies visitadas por murciélagos, otros visitantes florales pueden fungir como polinizadores secundarios complementando la polinización. Por lo tanto, esta especie no corresponde totalmente a lo esperado por el síndrome de quiropterofilia y podría ser definida como una especie de polinización mixta.

Palabras clave: Polinización, murciélagos, volátiles, néctar, quiropterofilia.

## Abstract

The pollination of angiosperms is mostly due to insects, which are the most representative group in these interactions; however, birds and bats also perform this function, and it is of great importance since they can carry a greater load of pollen compared to insects and travel greater distances. *Merremia platyphylla* shows floral characteristics associated with pollination by bats, since it has white bell-shaped flowers with crepuscular anthesis and abundant nectar production, known as chiropterophilic syndrome, which has not been reported in this genus. These characteristics suggest that bats contribute more to the reproductive success of this plant than other floral visitors, which can function as secondary pollinators, complementing pollination. This study describes the floral biology, including floral volatile production and pollination of *Merremia platyphylla* (Convolvulaceae), in order to assess the contribution of floral visitors to plant fitness, as well as to understand the type of volatile compounds and their role in attracting bats and other groups. Floral anthesis began at 17:30 h, and flowers remained open for 12 to 15 h. Nectar production was abundant, with an average volume of 103  $\mu$ L and a mean sugar concentration of 25.8 °Bx. According to pollination treatments and exclusions, it was found to be a self-incompatible species, and the highest fruit production resulted from nocturnal pollination. Nocturnal floral visitors observed were bats (subfamily Glossophaginae) and a species of the family Sphingidae. In contrast, diurnal visitors with the highest number of visits were bees (*Apis mellifera* and *Trigona fulviventris*), hummingbirds (*Amazilia rutila* and *Cyananthus doubledayi*) and a species of diurnal lepidopteran (Hesperiidae).

This work represents the first report of visitation and pollination by bats in a species of this genus. However, because maximum nectar production occurs before the peak of bat activity and floral volatiles do not correspond to those of other species visited by bats, other floral visitors may act as secondary pollinators complementing pollination. Therefore, this species does not fully correspond to what is expected by the chiropterophilic syndrome and could be defined as a mixed-pollinated species.

## 1. Introducción

La polinización de las angiospermas es un proceso esencial para el éxito reproductivo de las plantas (Paul et al., 2023). Esta se define como el transporte de los granos de polen desde las anteras hasta el estigma de la misma flor o de otra flor (Willmer 2011). En gran medida, este proceso ocurre con la participación de animales, lo que se conoce como polinización biótica (Young, 2002; Fleming et al., 2009; Amorim et al., 2012). Mientras las plantas se benefician de la fertilización de sus óvulos, los animales que participan en estas interacciones, por lo general obtienen alimento, principalmente polen o néctar (Varassin et al., 2008).

Las angiospermas han desarrollado un conjunto de rasgos florales específicos como la morfología, el color, el olor, la antesis y la producción de néctar, que les permiten atraer ciertos polinizadores (Van der Pijl, 1961), a este conjunto de características florales se les conoce como síndromes de polinización o síndromes florales (Fenster et al., 2004; Ollerton et al., 2009; Rosas-Guerrero et al., 2014) y a menudo se utilizan para inferir qué polinizadores pueden ser atraídos por una especie de planta en particular (Van der Pijl, 1961). Sin embargo, se han planteado algunas críticas a este concepto, ya que las flores pueden atraer un espectro más amplio de visitantes de lo que inicialmente se esperaría (Fenster et al., 2004; Ollerton et al., 2007). No obstante, una revisión reciente (Rosas-Guerrero et al., 2014) respalda la propuesta de los síndromes de polinización, indicando que la evolución floral convergente está fuertemente impulsada por la adaptación al grupo funcional de polinizador más efectivo. En este sentido, Stebins (1970) propuso el principio del “polinizador más efectivo”, donde argumenta que las plantas han desarrollado sus características florales para atraer al polinizador más eficiente para aumentar la adecuación de las plantas. De manera complementaria, los polinizadores secundarios, que son visitantes florales menos frecuentes o eficientes y que en ocasiones corresponden a los polinizadores ancestrales (Jaeger et al.,

2022), pueden desempeñar un papel importante en la reproducción de las plantas cuando los polinizadores primarios están ausentes o escasean (Rosas-Guerrero et al., 2014).

La mayoría de las interacciones de polinización involucran a los insectos, especialmente a especies de abejas de la familia *Apidae*, como las abejas melíferas y los abejorros, quienes son reconocidos como unos de los principales grupos de polinizadores de las angiospermas (Fleming et al., 2009; Winfree et al., 2011). No obstante, los murciélagos también desempeñan un papel crucial en este proceso, debido a que pueden transportar una mayor carga de polen en comparación con los insectos y pueden recorrer mayores distancias (Fleming et al., 2009; Muchhala y Thomson, 2010). El papel de los murciélagos como polinizadores, adquiere mayor relevancia en el caso de especies incompatibles, en las cuales es forzosa la reproducción cruzada para la producción de frutos, como ocurre en varias especies del género *Agave* (Arizaga et al., 2000; Borbón-Palomares et al. 2018).

Los murciélagos polinizadores son especies nectarívoras pertenecientes a la subfamilia Glossophaginae, compuesta por alrededor de 38 especies en el continente americano (von Helversen y Winter, 2003; Fleming y Muchhala, 2008). En el viejo mundo las subfamilias *Pteroponidae* y *Macroglossinae* algunos de sus miembros se alimentan de néctar (Fleming et al., 2009). A diferencia de los insectos, los murciélagos tienden a visitar flores más grandes, que generalmente producen una mayor cantidad de néctar, ya que estos vertebrados tienen mayores requerimientos energéticos (Fleming et al., 2009). Como resultado, las plantas suelen incurrir en costos más elevados para atraer y recompensar a los murciélagos, pero los beneficios de la polinización pueden ser muy positivos para la adecuación de las plantas (Fleming et al., 2009), al promover la polinización cruzada y la gran cantidad de polen que depositan (Tremlett et al., 2020).

Dar y colaboradores (2006) evaluaron la efectividad de los polinizadores nocturnos y diurnos en la reproducción del cactus columnar *Marginatocereus marginatus*, el cual presenta flores rojas que permanecen abiertas tanto de día como de noche. Los resultados mostraron que las flores fueron visitadas por tres especies de colibríes, dos de murciélagos y una especie de polilla, pero solo los murciélagos y colibríes transportaban polen en sus cuerpos y presentaba fuerte limitación de polen cuando faltaba uno de los gremios de polinizadores, concluyendo que *M. marginatus* presenta un sistema de polinización mixto, lo cual asegura la polinización del cactus debido a la baja abundancia de colibríes y la intensa competencia con otros cactus por los servicios de polinización de los murciélagos. Asimismo, otros estudios han reportado que tanto los colibríes como los murciélagos visitan frecuentemente las mismas especies de angiospermas (Young, 2002; Dar et al., 2006; Fleming y Muchhala, 2008; Muchhala y Thomson 2010), siendo los murciélagos los polinizadores más efectivos (*i.e.* mayor transporte y depósito de polen) en la mayoría de los estudios (Muchhala et al., 2009; Muchhala y Thomson, 2010; Queiroz et al., 2016). Esta mayor efectividad se atribuye a que el pelaje de los murciélagos puede retener más polen en comparación con las plumas de los colibríes, donde el polen tiende a desprenderse más fácilmente (Muchhala y Thomson, 2010).

Por otra parte, el aroma floral juega un papel relevante en las flores polinizadas por murciélagos, ya que éstos pueden detectarlo a largas distancias (Raguso, 2004; González-Terrazas et al., 2016). Los compuestos volátiles que atraen a los murciélagos suelen contener azufre, como el disulfuro de dimetilo (Von Helversen et al., 2000) y otros componentes como el benzoato de metilo (González-Terrazas et al., 2016), mientras que las flores polinizadas por aves generalmente no emiten aromas. Varassin y colaboradores (2001) estudiaron la polinización de cuatro especies de *Passiflora* (Passifloraceae), mostrando que aquellas

polinizadas por abejas y murciélagos presentaban mayor abundancia en compuestos volátiles, mientras que las polinizadas por colibríes eran nulos o imperceptibles. Considerando todo lo anterior, se ha propuesto que las diferencias en color, morfología, antesis, producción de néctar y aroma floral, entre otros caracteres, contribuyen en la especialización hacia ciertos tipos de polinizadores y a la diversidad de los sistemas de polinización, principalmente en plantas tropicales.

Una de las familias de plantas que exhiben gran diversidad de características morfológicas, es la familia Convolvulaceae (Stefanović et al., 2002), con alrededor de 60 géneros y 1 900 especies que se distribuyen por todo el mundo, principalmente en zonas tropicales (Mabberley, 1987; Simões y Staples, 2017). Estas plantas son visitadas por diferentes tipos de polinizadores, tales como abejas, mariposas diurnas, esfíngidos, colibríes y murciélagos (McDonald, 1991; Galetto y Bernardello, 2004; Rosas-Guerrero et al., 2011).

Dentro de esta familia, el género *Merremia* que se distribuye en zonas tropicales y subtropicales (Demissew, 2001; Olatunji et al., 2021), incluye plantas trepadoras con flores con corola en forma de campana generalmente blancas o amarillas y con anteras retorcidas en forma de espiral (Lakshminarayana y Raju, 2018). En este género se ha documentado la polinización por abejas en *M. cissoides*, *M. aegyptia*, *M. macrocalyx*, *M. dissecta*, *M. tridentata*, y *M. umbellata* (Maimonia-Rodella y Rodella, 1987; Kill y Ranga, 2000; Raimúndez-Urrutia et al., 2008; Paz y Pigozzo, 2013; Lakshminarayana y Raju, 2018; Paul et al., 2023), así como visitas por colibríes y polinización por esfíngidos (Willmott y Burquez, 1996) en *M. palmeri*, una especie autoincompatible. Hasta el momento, no se ha reportado el síndrome de quiropterofilia en el género (Anexo 1), ni el registro de visitas de murciélagos en el género.

*Merremia platyphylla* presenta flores blancas grandes acampanadas que se encuentran expuestas con abundante producción de néctar y con antesis crepuscular (observación personal), lo cual corresponde con el síndrome de quiropterofilia. En el presente trabajo se determinó el sistema de polinización y la biología reproductiva de *Merremia platyphylla* (Convolvulaceae), con el fin de evaluar la contribución de los visitantes florales a la adecuación de la planta, así como analizar los compuestos volátiles florales y su posible relación con la atracción de murciélagos u otros grupos de polinizadores. El estudio de la biología reproductiva nos permitirá saber si se trata de una especie autocompatible o no, lo cual es un aspecto relevante ya que si se trata de una especie auto incompatible puede resaltar la contribución de los murciélagos en la reproducción de esta especie.

## **2. Hipótesis**

Si los murciélagos son los polinizadores que más contribuyen en la adecuación de *Merremia platyphylla*, se espera que la selección natural haya moldeado los caracteres florales, antesis, producción de néctar, así como los compuestos volátiles para favorecer la interacción con este grupo.

## **3. Objetivos**

### **3.1. Objetivo general**

- Evaluar efectividad de los distintos visitantes florales, la biología reproductiva y los compuestos volátiles florales de *Merremia platyphylla* en poblaciones naturales.

### 3.2. *Objetivos particulares*

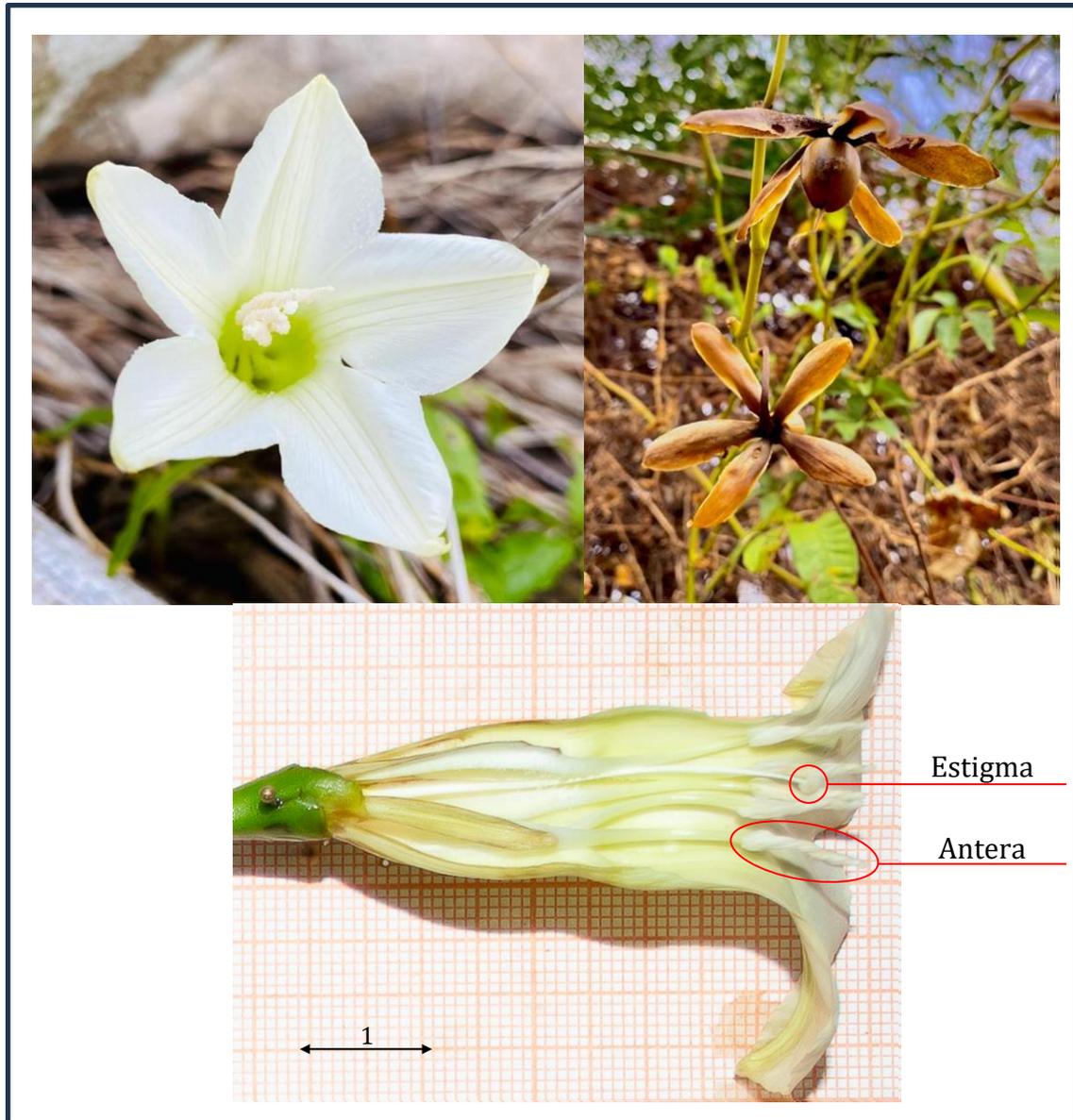
- Identificar a los visitantes florales mediante observaciones directas, filmaciones y captura de ejemplares con redes de niebla.
- Realizar experimentos de polinización y exclusiones para evaluar la efectividad de visitantes diurnos y nocturnos en la adecuación de *M. platyphylla*.
- Determinar la producción de néctar durante la vida de las flores y su posible relación con la tasa de visitas.
- Identificar los compuestos volátiles que producen las flores de *M. platyphylla*, y su posible relación con los polinizadores y visitantes florales.
- Evaluar el sistema de auto compatibilidad de la especie.

## 4. Materiales y métodos

### 4.1. *Especie de estudio*

*Merremia platyphylla* Fernald O'Donell, es una planta anual, trepadora de flores blancas solitarias (Figura 1A), con corola de 4—6 cm de longitud y de 6—7.5 cm de diámetro, tubo floral de 38 mm de longitud y 15 mm de ancho. Es glabra exteriormente y con líneas notables al centro de los pétalos, desde el ápice hasta la base (Figura 1A). Los estambres están poco insertos y son iguales con filamentos glandulosos en la base de 35 a 39 mm de longitud y anteras retorcidas helicoidalmente de 10 a 13 mm de longitud con polen elipsoidal (Figura 1C). El pistilo posee un estilo de 41 a 45 mm de longitud y ovario con dos lóculos y 4 óvulos. Los frutos son en forma de cápsula (Figura 1B), acompañada por sépalos ampliados y separados, en la cara interna presenta pequeños orificios glandulares y presentan dehiscencia longitudinal con 1 o 2 semillas oscuras con pubescencia fina, aterciopelada (O'Donell, 1941;

Austin y Pedraza, 1983), aunque se han encontrado frutos hasta con 4 semillas (observación personal). Tiene tallos cilíndricos y lisos, aproximadamente 5—7 mm de ancho. Presenta hojas con 5 folíolos con peciolo de 2 a 4 cm de longitud. Se han encontrado registros en Guerrero, Puebla, Morelos y Oaxaca. En las poblaciones de estudio, se ha observado que la floración ocurre desde fin de noviembre hasta fin de abril ubicadas en Técpan de Galeana, Guerrero, México. Sin embargo, se desconocen aspectos básicos de sus visitantes florales polinizadores y de biología reproductiva.

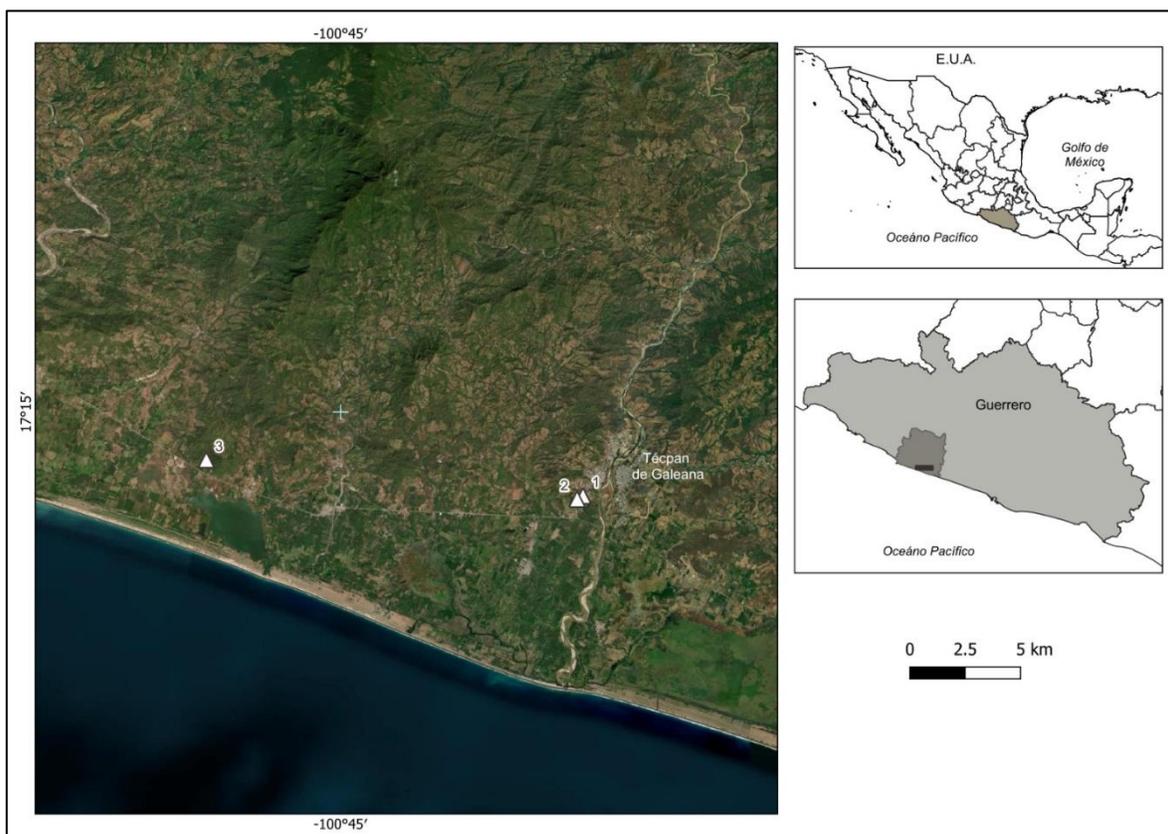


**Figura 1.** Morfología de flor y fruto de *Merremia platyphylla*. **A)** Aspecto de la flor al momento de la apertura floral. **B)** Frutos maduros donde se distinguen los sépalos secos y separados. **C)** Corte longitudinal de la flor al momento de la apertura floral donde se observa el contacto que hay entre las anteras retorcidas y el estigma globoso.

#### ***4.2. Sitio de estudio***

El estudio se realizó en el municipio de Tecpán de Galeana, Guerrero, México en las localidades del Súchil (17°12'52" N, 100°38'50" W, 47 msnm), El ventarrón (17°12'25" N, 100°38'59" W, 26 msnm) y 20 de noviembre (17°13'47" N, 100°48'25" W, 40 msnm;Figura

2). Las condiciones climáticas de la región son cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media-alta. La precipitación y temperatura media anual son, respectivamente de 1 050 mm y de 26 °C. En los sitios de estudio predomina la selva baja caducifolia, aunque presentan distintos grados de perturbación y antropización, así como, distintos tipos de cultivos, entre los que destacan la producción de mango.



**Figura 2.** Localización geográfica de los sitios de estudio en el municipio de Técpan de Galeana, Guerrero, México. El sitio 1, está ubicado en la localidad del Súchil; el sitio 2, en la localidad del Ventarrón y el sitio 3, en la localidad 20 de noviembre.

### ***4.3. Visitantes florales***

Para identificar a los visitantes florales, se llevaron a cabo filmaciones durante los meses de febrero y marzo de 2022, así como de enero a marzo de 2023. Estas filmaciones se realizaron

desde el inicio de la antesis floral hasta el final de vida de las flores, con una duración de 30 minutos cada 2 horas. En total, se filmaron 39 y 38 horas para los años 2022 y 2023, respectivamente. Los datos registrados para cada visita fueron: tipo de visitante floral, hora de visita, duración de la visita y si hacían contacto con las estructuras reproductivas de la flor.

Con la finalidad de identificar a nivel de especie los murciélagos que visitaban las flores y registrar si llevaban polen de la especie de estudio, durante los meses de enero y febrero de 2023, se colocaron 2 redes de niebla con una longitud de 6 y 10 m, cerca de las flores de *M. platyphylla*, iniciando desde la antesis floral hasta 5h después (~23:00 h). A cada individuo capturado se les pasó por todo el cuerpo una preparación de gelatina teñida con fucsina (Beattie, 1971) para capturar los granos de polen adheridos al pelo del murciélago. Dicha gelatina se colocaba en un portaobjetos, se fijaba con fuego bajo y se cubría con cubreobjetos. Posteriormente fueron analizados con un microscopio óptico para comparar las muestras con muestras de polen de *M. platyphylla*.

En la floración de febrero-marzo 2024 solo se realizaron observaciones directas de los visitantes florales en las poblaciones del Ventarrón y 20 de noviembre, durante 4 días (del 1-4 de febrero, 8 h en total) y se registró la tasa de visitas únicamente de los visitantes que no se habían documentado durante los años anteriores.

#### ***4.4. Biología reproductiva***

Los experimentos de polinización se realizaron en la floración de 2023, utilizando un total de 322 flores distribuidas en los tres sitios de estudio antes mencionados. Se seleccionaron y marcaron distintos botones florales a punto de abrir, tratando de que fueran de plantas distintas y alejadas entre sí. Los tratamientos realizados fueron los siguientes: (1)

polinización natural (N=30), cuyas flores no se embolsaron y se dejaron expuestas a los visitantes florales; (2) autopolinización natural (N=45), flores mantenidas embolsadas hasta su senescencia; (3) autopolinización artificial (N=30), se depositó polen de la misma flor en su estigma y posteriormente se embolsaron; (4) polinización natural diurna (N=93), flores expuestas desde la antesis (5-6 pm) y embolsadas al anochecer (7-8 pm dependiendo del sitio de estudio); (5) polinización natural nocturna (N=64), las flores estuvieron descubiertas desde su apertura (5-6 pm) y posteriormente se cubrían al amanecer (6 am); (6) exocruza (N=30), se tomó polen de diferentes individuos y se depositó en el estigma de flores de distintos individuos que fueron inmediatamente embolsados; (7) finalmente dada la alta tasa de visitas de la abeja *Apis mellifera*, se agregó un tratamiento más, se marcaron 30 flores de 5 individuos y solo se permitió la visita de *A. mellifera*, después se embolsaron y se cuantifico la producción de frutos.

Estos experimentos nos ayudan a saber el papel de los distintos gremios de visitantes en la polinización de *M. plathyphylla* (exclusiones diurnas y nocturnas, tratamientos 4, 5 y 7), así como a conocer si se trata de una especie auto compatible o no (tratamiento 3). También nos permitió saber el porcentaje de frutos que se produce en condiciones naturales (tratamiento 1) y en caso de que se tratara de una especie auto compatible, evaluar si ocurre la autopolinización autónoma. En los tratamientos 4, 5 y 6, las flores se emasculaban previamente para evitar la autofecundación, dada la cercanía de las anteras con el estigma. Posteriormente, se mantuvieron embolsadas hasta la producción de los frutos. Al llegar a la madurez, se recolectaron los frutos y se pusieron a secar para facilitar la manipulación y el conteo de semillas. Los experimentos se realizaron a finales de enero y durante febrero de 2023, cerca del pico de floración.

Adicionalmente, se realizaron pruebas para determinar el momento de receptividad estigmática, con la finalidad de saber si los visitantes diurnos podían contribuir en la adecuación de la planta de estudio. Se utilizaron flores abiertas (N=24) y se sumergió el estigma en peróxido de hidrogeno. La receptividad se cuantificó en 5 categorías (1-5, siendo 5 la mayor cantidad de burbujas). Cuando el estigma se cubría de burbujas, se consideraba receptivo.

#### ***4.5. Producción de néctar***

Evaluar la producción de néctar es relevante para conocer si el volumen y la concentración corresponden a lo que se espera para una especie quiropterofílica, y saber si el pico de producción corresponde con la actividad de los murciélagos o de otros gremios. La producción de néctar y su concentración se evaluó durante 2023 y 2024 en 20 flores de diferentes individuos cada año utilizando el método de “cosecha en pie”. El néctar se extrajo a partir de que la flor estaba totalmente abierta (16:00-17:00 hrs), y se volvió a muestrear la misma flor cada dos horas hasta que la flor se cerró o se desprendió de la planta. Además, en enero 2024 se cuantificó la producción acumulada en flores que permanecieron embolsadas desde la antesis hasta las 02:30 horas (hora en que se registró el fin de la producción de néctar; n = 20). Para la extracción de néctar se utilizaron tubos capilares de 20  $\mu$ L, y la concentración se calculó con un refractómetro portátil (Atago 0-50%, Japón).

#### ***4.6. Compuestos volátiles florales***

Con la finalidad de determinar si las flores de *M. platyphylla* producen volátiles y si éstos varían según la hora del día y/o se relacionan con la atracción de murciélagos u otros grupos, se realizó la extracción de compuestos orgánicos volátiles (COV) de las flores en los meses

de enero y febrero de 2023 en dos horarios: al momento de la antesis floral, entre 17:00–18:00 h y en otras flores a las 0:00 h con cinco repeticiones para cada horario. Las flores se colocaron en un recipiente con agua hasta el momento de la extracción (después de cortar el tallo, se esperó una hora para hacer la extracción). De manera similar, se colectaron muestras de néctar floral, para explorar la posibilidad de que éste contenga compuestos volátiles.

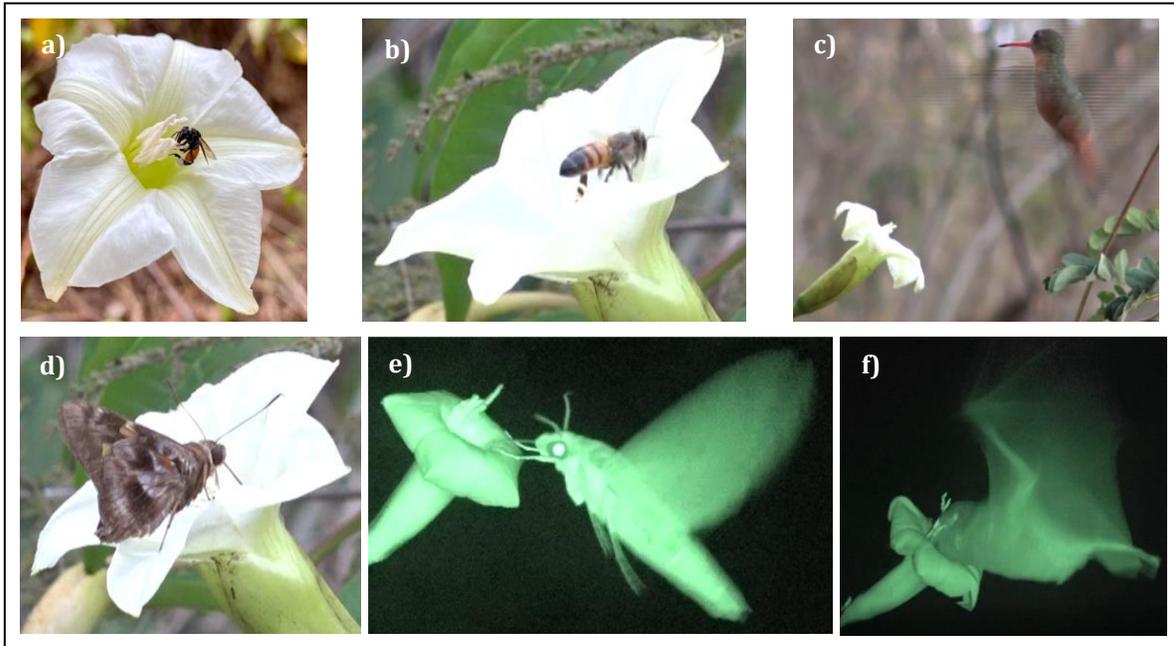
Debido a que se requiere un volumen de al menos 2ml, el néctar se recolectó de varias flores para completar el volumen requerido. Se tomaron 5 muestras de 2ml de néctar, colocándolas en viales separados y almacenándolas en recipientes tratando de mantener una baja temperatura, hasta el momento de la extracción. El néctar se extrajo con ayuda de capilares de 20µl. La extracción se realizó de manera similar a la descrita previamente para las flores. La extracción de los COVs se realizó después de una hora de haber hecho el corte

de las flores y de acuerdo con el protocolo de Gervasi & Schiestl (2017) con modificaciones. Para corroborar la identidad de cada uno de los compuestos volátiles se calcularon los índices de retención Kovats.

## **5. Resultados**

### ***5.1. Visitantes florales***

En 2022, durante el día se observaron diferentes gremios de visitantes florales, incluyendo las abejas *Trigona fulviventris* (Figura 3a) y *Apis mellifera* (Figura 3b), el colibrí *Amazilia rutila* (Figura 3c) y una especie de lepidóptero diurno de la familia Hesperidae (Figura 3d). Por la noche, solo se registraron visitas de murciélagos de la subfamilia Glossophaginae (Figura 3f). En 2023, además de los visitantes mencionados anteriormente, se registraron visitas de una avispa de la familia Vespidae y un lepidóptero nocturno de la familia Sphingidae (Figura 3e).

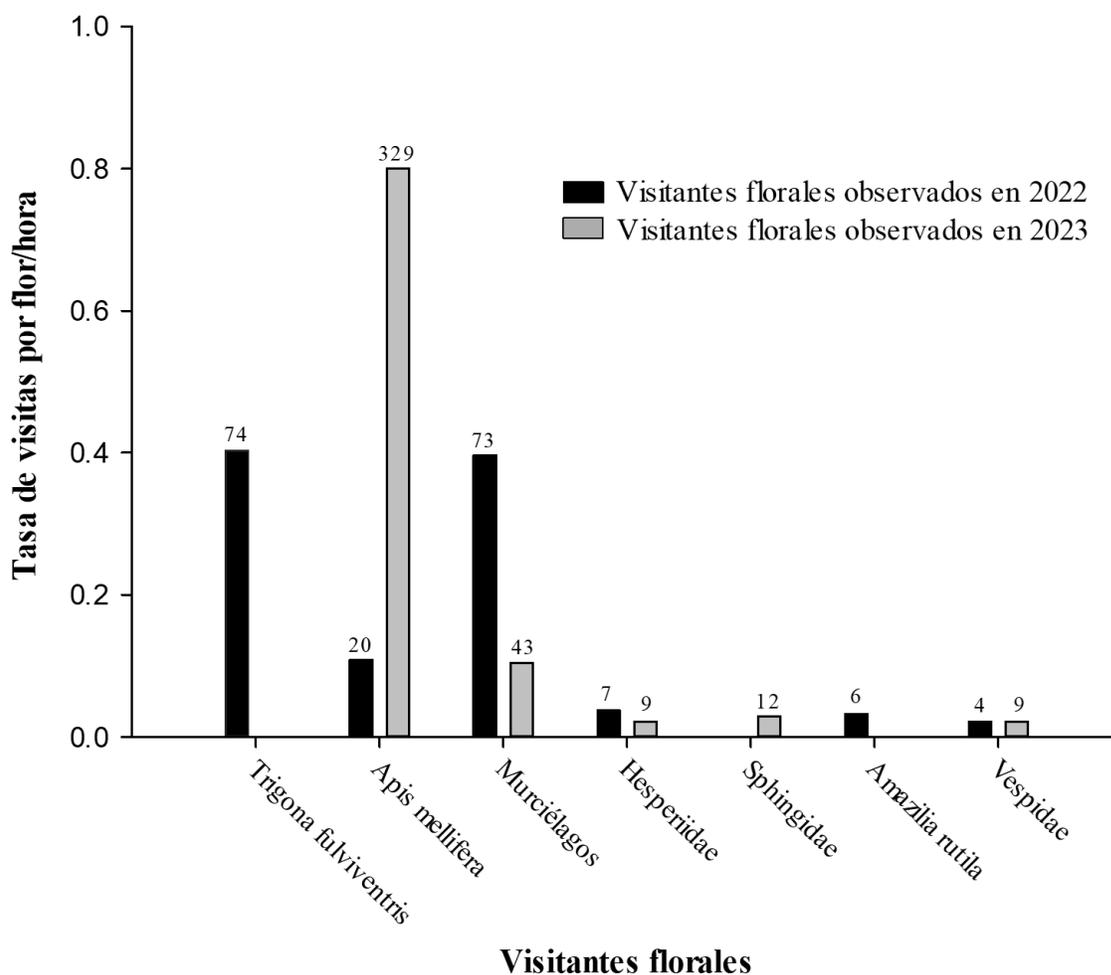


**Figura 3.** Visitantes florales observados en *Merremia platyphylla*. a) *Trigona fulviventris*, b) *Apis mellifera*, c) colibrí canelo (*Amazilia rutila*), d) mariposa de la familia Hesperíidae, e) polilla de la familia Sphingidae, f) murciélago (subfamilia Glossophaginae).

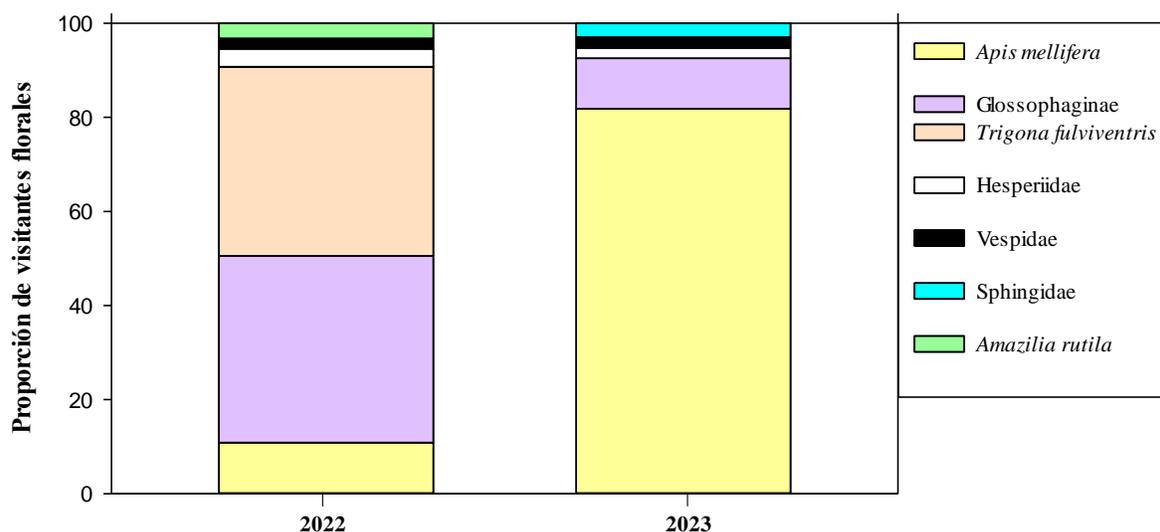
En 2022, las abejas *Trigona fulviventris* y los murciélagos destacaron por presentar la mayor tasa de visitas por flor, con una tasa de visita de 0.40 y 0.39 flor/h, respectivamente, mientras que *Apis mellifera*, la mariposa diurna y el colibrí canelo mostraron una tasa de visita menor (Figura 4). En 2023, *Apis mellifera* fue la especie con la mayor tasa de visitas (0.80 flor/h; Figura 5). En ese año, aunque el colibrí no fue registrado en las filmaciones, se observaron de manera directa. En 2024, el colibrí tuvo una tasa de visitas de 0.48 flor/h, incluso se observó visitando botones florales. Durante estas observaciones también se registraron visitas de la polilla y otra especie de colibrí (*Cyananthus doubledayi*), con una tasa de visita de 0.38 y 0.13 flor/h, respectivamente.

De acuerdo con las observaciones directas y el análisis de los videos, las abejas, colibrís y murciélagos tuvieron contacto con las estructuras reproductivas de *M. platyphylla* la mayoría de las veces, mientras que los lepidópteros no contactaban las estructuras reproductivas de las flores.

De 18 murciélagos nectarívoros capturados, cinco transportaban polen de *Merremia platyphylla* en su cuerpo de los cuales solo se pudieron identificar a nivel de especie: *Glossophaga soricina*, *G. morenoi* y *G. commissarisi*.



**Figura 4.** Visitantes florales observados y tasa de visitas por flor por especie de visitante floral durante el periodo de floración 2022 y 2023. El número arriba de cada barra representa el número de visitas de cada gremio o visitante floral.



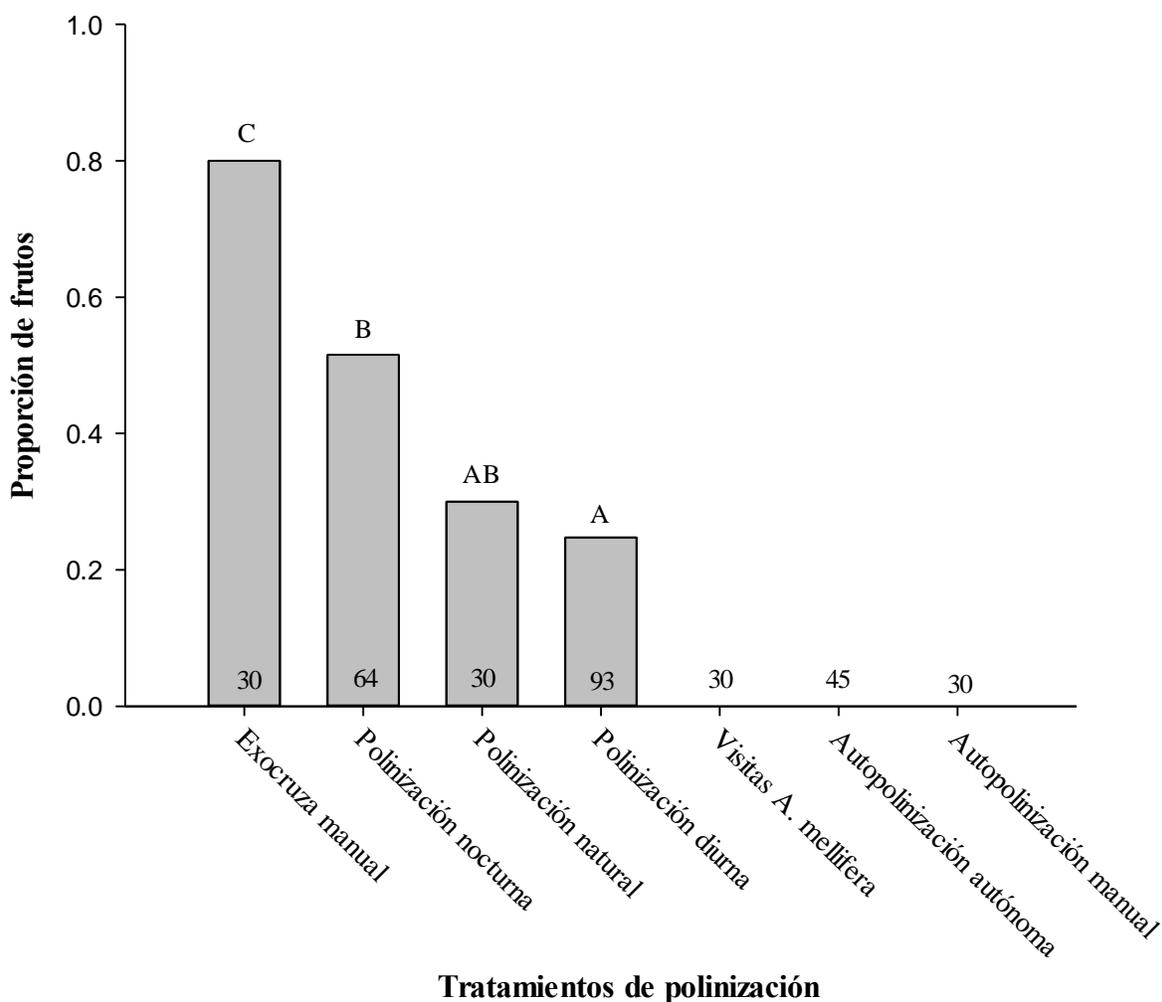
**Figura 5.** Proporción de visitas florales realizadas por los diferentes visitantes florales observados en 2022 y 2023.

## 5.2. *Biología reproductiva*

Durante 2022, la antesis floral comenzó aproximadamente a las 17:00 h y en enero de 2023, entre las 17:30 y 18:30 h. Cabe señalar que en ambos años empezaba a oscurecer a partir de las 19 h. En promedio, la longevidad de las flores fue de 12 h, aunque en 2023 algunas flores permanecieron abiertas hasta por 15 h. La receptividad estigmática está presente desde el momento de la antesis (18:00 h) hasta el final del tiempo de vida de las flores y las anteras y estigma están en contacto desde el momento de la antesis (Figura 1).

En 2023, las flores excluidas de los polinizadores, tanto las de autopolinización autónoma como las de autopolinización artificial no produjeron frutos, lo que indica que se trata de una especie auto incompatible y dependiente de los polinizadores para la producción

de frutos. Las flores expuestas solo a visitas de *Apis mellifera* tampoco produjeron frutos. En el tratamiento de polinización diurna, se observó una fructificación, de 24%, mientras que en la polinización nocturna fue de 50%. En las flores exocruzas manuales se obtuvo una tasa de fructificación de 80% mientras que la tasa de fructificación de las flores de polinización natural fue de 30% (Figura 6), lo que indica que presenta limitación de polinizadores. Se detectaron diferencias significativas entre las proporciones de los distintos tratamientos antes mencionados  $\chi^2 = 36.3$ ,  $P < 0.001$ . Desafortunadamente, no se pudo realizar la colecta de los frutos maduros ni el conteo de semillas de los tratamientos de exocruzas y polinización natural (control), ya que los sitios de trabajo fueron quemados.

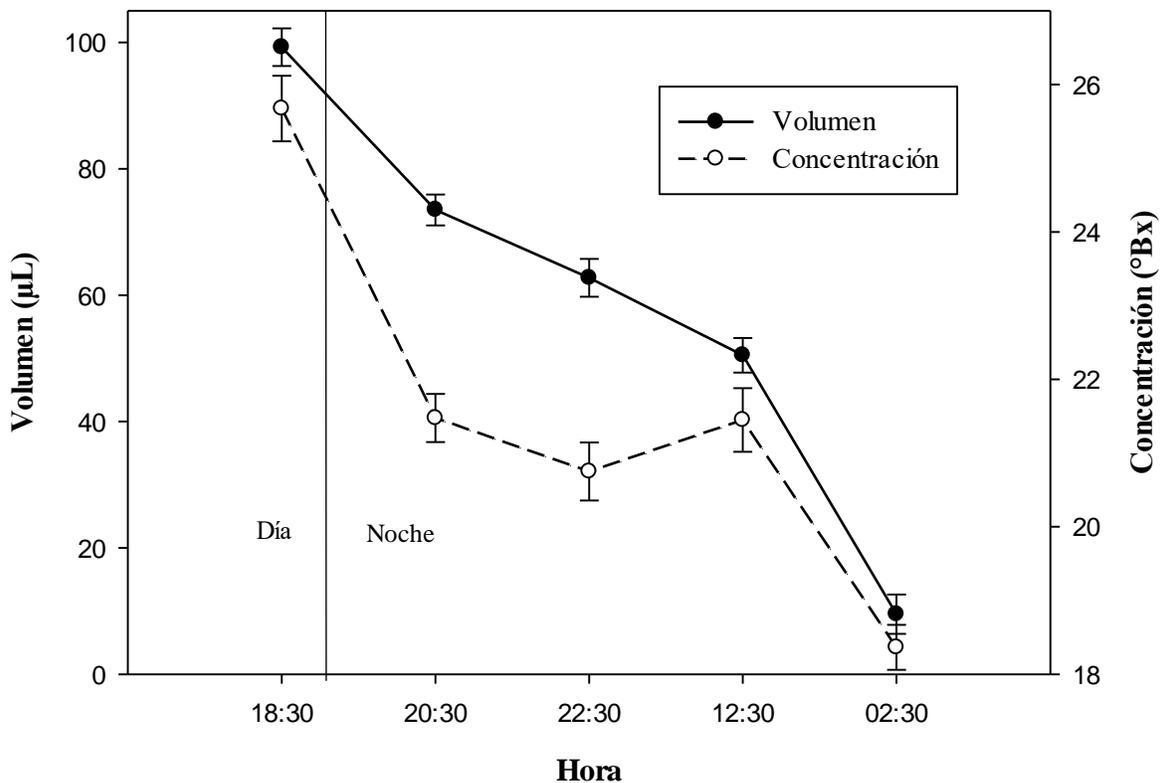


**Figura 6.** Proporción de flores que pasaron a frutos en los experimentos de polinización y las exclusiones realizadas en la floración de 2023. Las letras diferentes significan que hay diferencias entre los tratamientos ( $P < 0.01$ ). Los números en cada barra representan el número de flores utilizadas en cada tratamiento.

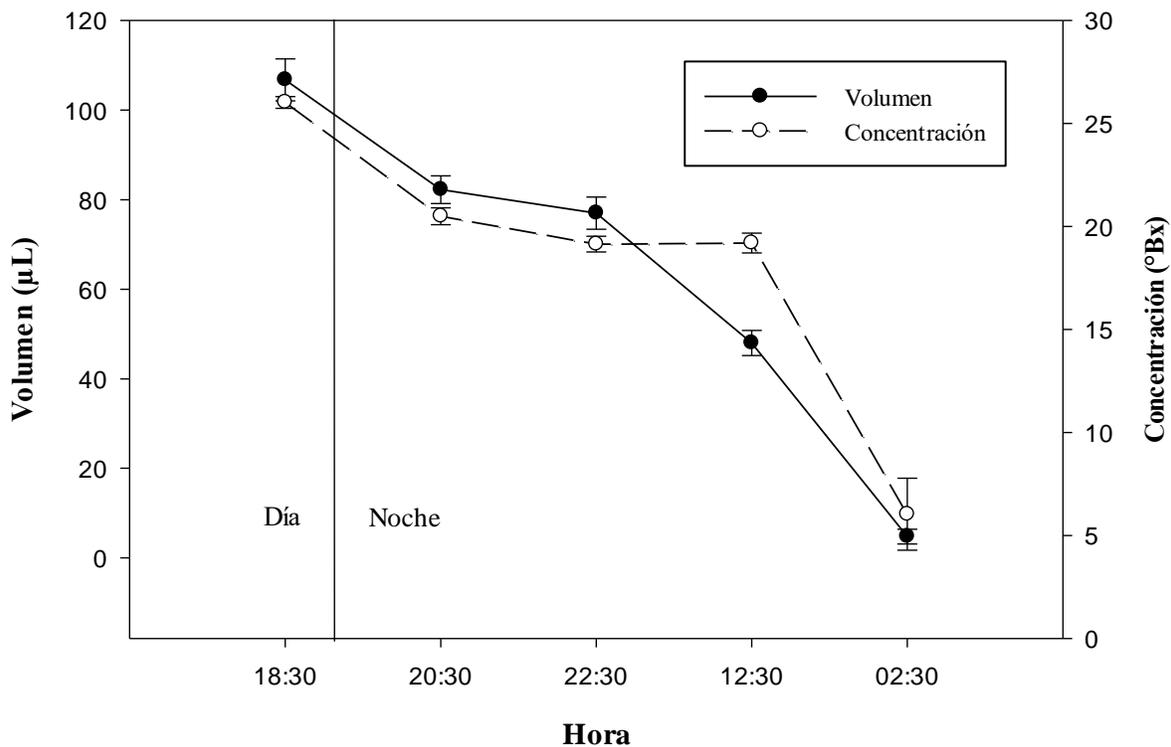
### 5.3. Producción de néctar

En 2023, el pico de producción de néctar se registró alrededor de las 18:30 h, con un volumen promedio de  $99.3 \pm 2.9 \mu\text{L}$  (promedio  $\pm 1$  E.E) y una concentración promedio de azúcares de  $25.7 \pm 0.4$  °Brix. La producción promedio de néctar durante todo el tiempo de vida de las flores fue de  $80 \pm 3.6 \mu\text{L}$ , con una concentración de  $21.8 \pm 0.2$  °Brix (Figura 7). Para el 2024,

el pico de producción de néctar también se observó alrededor de las 18:30 h, con un volumen promedio de  $106.7 \pm 4.6 \mu\text{L}$  y una concentración promedio de azúcares de  $26 \pm 0.2 \text{ }^\circ\text{Brix}$  (Figura 8). Además, en 2024 la producción de néctar acumulada durante todo el tiempo de vida de las flores fue de  $328 \pm 24.5 \mu\text{L}$  y una concentración de  $24 \pm 0.1 \text{ }^\circ\text{Brix}$  (N=20).



**Figura 7.** Producción de néctar y su concentración durante el tiempo de vida de las flores de *Merremia platyphylla* en el periodo de floración enero – febrero 2023.

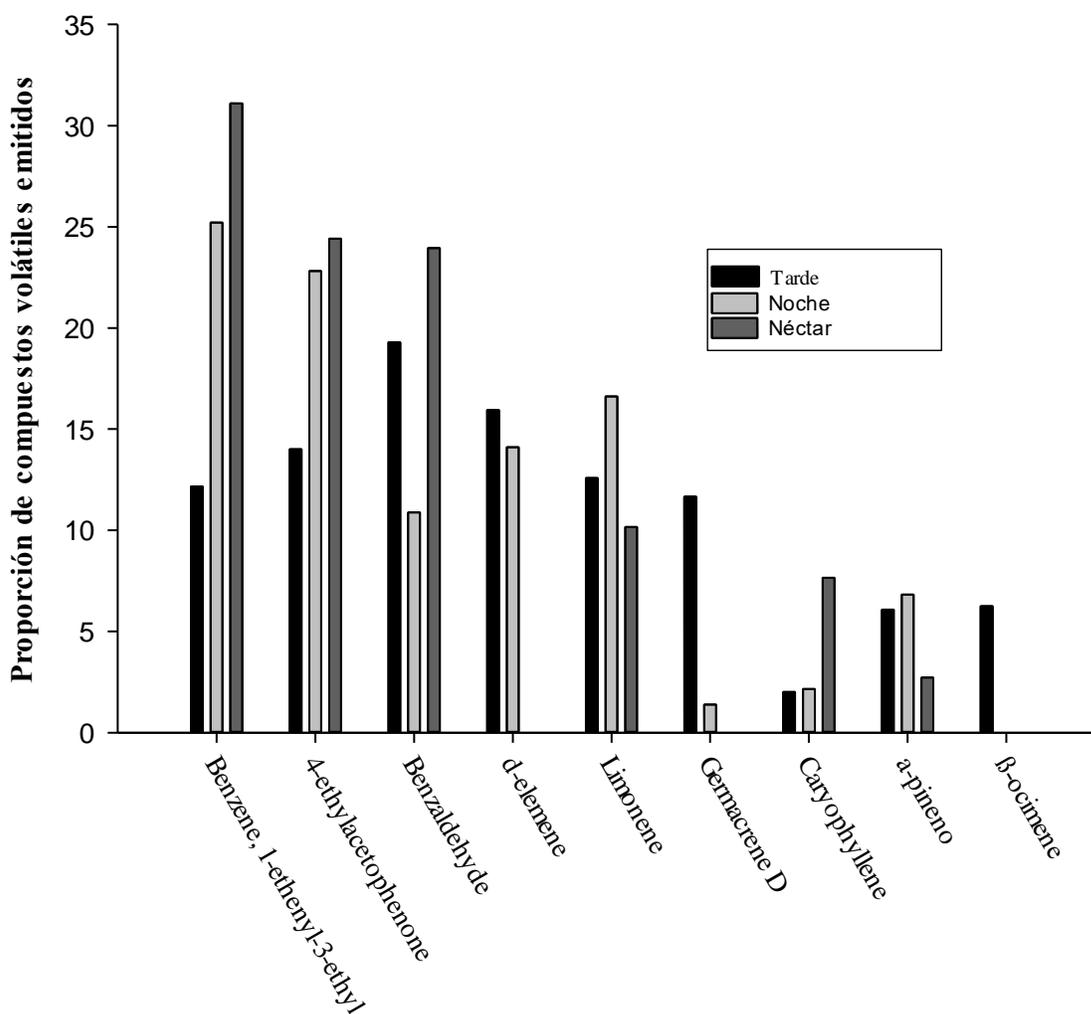


**Figura 8.** Producción de néctar y su concentración durante el tiempo de vida de las flores de *Merremia platyphylla* en el periodo de floración enero 2024.

#### 5.4. Compuestos volátiles florales

Se identificaron un total de nueve compuestos volátiles florales, de los cuales seis estuvieron presentes en todas las flores utilizadas (extracciones diurnas y nocturnas), así como en el néctar. El compuesto más abundante fue el benzene, 1-ethenyl-3-ethyl, seguido por 4-ethylacetophenone, benzaldehído, limoneno,  $\delta$ -elemene y  $\alpha$ -pineno (Figura 9). En cuanto al número de compuestos reportados por muestra, fue mayor en las flores de las extracciones de la tarde (9), seguido de los emitidos en las flores nocturnas (8) y en el néctar (6). En las extracciones de la tarde, los compuestos volátiles florales más abundantes fueron el

benzaldehído y  $\delta$ -elemene, mientras que en las nocturnas fueron el benzene, 1-ethenyl-3-ethyl y 4-ethylacetophenone, coincidiendo también con el néctar, junto con el benzaldehído.



**Figura 9.** Porcentaje de los compuestos volátiles florales emitidos por *Merremia platyphylla* durante la tarde y la noche, así como en el néctar.

## 6. DISCUSIÓN

El presente trabajo representa el primer reporte de visita y evidencia de polinización efectiva de murciélagos en una especie del género *Merremia*. Asimismo, nuestros datos soportan la hipótesis de los síndromes florales y como se predijo, los caracteres florales corresponden con la quiropterofilia y los murciélagos fueron los polinizadores que más aportaron en la producción de frutos.

Hasta el momento, en el género solo se había registrado polinización por abejas (Maimoni-Rodella y Rodella, 1986; Kiill y Ranga, 2000; Raimúndez-Urrutia et al., 2008; Paul et al., 2023), esfíngidos y colibríes (Willmott y Búrquez, 1996).

Aunque diversos caracteres florales de *Merremia platyphylla* (e.g., flores grandes en forma de campana de color blanco con abundante producción de néctar), sugieren polinización mediada por murciélagos, la antesis crepuscular y la accesibilidad a las recompensas florales permitió la llegada de visitantes florales que no están relacionados con el síndrome quiropterofílico como colibríes, abejas, mariposas diurnas y nocturnas, los cuales hicieron contacto con las estructuras reproductivas de la flor, con excepción de las especies de mariposas diurnas y nocturnas. No obstante, las autopolinizaciones manuales indican que *M. platyphylla* es una especie incompatible, por lo que ni la cercanía de anteras y estigma ni el contacto de los visitantes florales con las estructuras reproductivas garantiza siempre la producción de frutos. Por ejemplo, a pesar de la gran cantidad de visitas y contacto con las partes reproductoras por *A. mellifera*, no contribuyó en la reproducción de *M. platyphylla*.

Se registró que las flores expuestas exclusivamente a visitantes nocturnos producen casi el doble de frutos que las expuestas a visitantes diurnos, lo cual indica que los murciélagos juegan un papel determinante, ya que las polillas no hicieron contacto con las partes reproductivas de la flor.

Debido a que, si hubo producción de frutos en las flores expuestas únicamente a visitantes diurnos, y al descartar a las *Apis* y a las mariposas diurnas (estas últimas no contactan las estructuras reproductivas) los únicos polinizadores diurnos podrían ser los colibríes *Amazilia rutila* y *Cynanthus doubledayi*, que podrían estar cumpliendo el rol de polinizadores secundarios y/o complementando la polinización, como se ha reportado en otros estudios (Dar et al., 2006; Sahley 1996). Sin embargo, se requieren experimentos detallados para conocer la contribución específica de los colibríes en la adecuación de esta especie.

Los colibríes podrían corresponder a los polinizadores ancestrales (Rosas-Guerrero, 2014), ya que es probable que las flores polinizadas por murciélagos hayan evolucionado a partir de especies polinizadas por colibríes (Fleming et al., 2009). Esto podría explicar por qué es común en varias especies observar a los colibríes visitando flores con síndrome quiropterofílico (Buzato et al., 1994; Sazima et al., 1994; Fleming et al., 2001; Dar et al., 2006; Borbón-Palomares et al., 2018; Sahley 1996).

Uno de los resultados no esperados y que difiere con lo que se esperaría en una especie con síndrome quiropterofílico (Piechowski et al., 2009; Rocha et al., 2020; Slauson 2010), es que la mayor producción de néctar se presenta al momento de la antesis cuando todavía hay luz y los murciélagos no han empezado su actividad. Esto puede deberse a que la evolución de la quiropterofilia sea evolutivamente reciente o a que existan limitaciones filogenéticas que no permitan ajustar la producción de néctar con la actividad de los murciélagos. Sin embargo, hay que considerar que la producción de néctar es frecuentemente afectada por factores ambientales, por lo que es posible que en algunos años se de un mejor ajuste con la actividad de los murciélagos. Otra posibilidad es que la abundante producción de néctar sea una estrategia para atraer primero a los colibríes y después a los murciélagos.

El sistema de polinización mixto (aves y murciélagos) descrito en *M. platyphylla* es similar al reportado en *Inga sessilis*, algunos cactus (Sahley 1996) y en varios agaves (Rocha et al. 2005). Amorim y colaboradores (2012) observaron que *Inga sessilis* presenta una baja producción de frutos en condiciones naturales por limitación de polen, lo que promueve adaptaciones florales a distintos grupos de polinizadores, incluyendo gran producción de néctar y cambios en la concentración de azúcares del mismo, lo que favorece la aparición de sistemas de polinización generalistas como una tendencia evolutiva exitosa. De manera similar en algunas cactáceas se ha reportado la polinización por colibríes y murciélagos (Sahley 1996). Además, en *M. platyphylla* se encontró que presenta limitación por polinizadores y produce gran cantidad de néctar, lo cual aunado a su apertura crepuscular favorece la atracción de aves y murciélagos. Cabe mencionar que el volumen de néctar acumulado encontrado en *M. platyphylla* ( $> 300 \mu\text{L}$  por flor) es uno de los más altos registrados en flores polinizadas por murciélagos, en donde la producción de néctar en algunos agaves fluctúa de desde menos de  $1 \mu\text{L}$  hasta los  $250 \mu\text{L}$  por flor (Sahley 1996; Rocha et al. 2005).

Otra característica de *M. platyphylla* que no corresponde con lo reportado en flores visitadas por murciélagos, son los compuestos volátiles florales. Generalmente los volátiles que producen las flores visitadas por murciélagos contienen compuestos azufrados con olores fétidos (Knudsen y Tollsten, 1993; Knudsen, 1999; von Helversen et al., 2000; Petterson et al., 2004). Sin embargo, algunos compuestos encontrados también se han reportado en otras especies visitadas por murciélagos, como el  $\alpha$ -pineno, benzaldehído, limoneno y  $\beta$ -ocimeno (Gonzalez-Terrazas et al., 2016; Farré-Armengol et al., 2020). Piechowski y colaboradores (2009), estudiaron la biología de la polinización de *Parkia pendula*, especie visitada por murciélagos y encontraron que en el aroma floral de esta especie predomina el  $\beta$ -ocimeno

con el 84% y no produce compuestos azufrados, similar a lo encontrado en el presente estudio, aunque el  $\beta$ -ocimeno no pasó del 10% en *M. plathyphylla*. Por otro lado, se han registrado compuestos similares en flores visitadas por esfingidos, como el germacreno,  $\beta$ -ocimeno y benzaldehído (Miyake et al., 1998; Albuquerque-Lima et al., 2020). En ese sentido, Steen y colaboradores (2019) estudiaron la composición química de los aromas florales en la orquídea *Platanthera chlorantha* polinizada casi exclusivamente por la polilla *Sphinx pinastri*, destacando el  $\beta$ -ocimeno como uno de los principales compuestos aromáticos. En *M. platyphylla* este compuesto solo se detectó en las extracciones de la tarde (5-7 pm), lo que corresponde con la actividad de los esfingidos observados (7-7:30 pm). Sin embargo, su tasa de visitas fue baja y no contribuyen a la polinización de la planta, ya que no hicieron contacto con las estructuras reproductivas. Es posible que en otros años otras especies de esfingidos que sí contribuyan en la polinización de *Merremia* estén presentes y sean atraídas por este compuesto.

Por otra parte, Willmott y Búrquez (1996) documentaron la polinización por esfingidos, además de visitas por colibríes en *Merremia macrocalix*, una de las pocas especies del género con incompatibilidad similar a lo encontrado en *M. platyphylla*. Recientemente se ha demostrado que el olfato en las aves también juega un papel en la búsqueda de alimento (Caro et al., 2015; Kim et al., 2021).

Desafortunadamente aún existe poca información sobre el tema, por lo tanto, no se puede afirmar que los compuestos volátiles encontrados en *M. platyphylla* atraigan a *Amazilia rutila* y *Cynanthus doubledayi*.

Cabe mencionar que también se ha reportado la visita por murciélagos en flores que no emiten compuestos azufrados (Knudsen y Klitgaard, 1998; Petersson et al., 2004; Gonzalez-Terrazas et al., 2016), por lo que la atracción de los quirópteros en estas plantas

puede relacionarse con otros COVs u otras características de los murciélagos como la ecolocalización, que juega un papel importante en localizar las fuentes de alimento (von Helversen y von Helversen, 2003). Es probable que el acople entre la corola de *M. platyphylla* y los murciélagos sea un factor importante en la polinización, ya que la posición del estigma y la abundante cantidad de polen en las anteras facilitan la deposición de polen y su remoción por parte de los murciélagos. Sin embargo, el estigma y las anteras están a la misma altura (Figura 1C), lo que no se esperaría en una especie auto incompatible. Esta característica se ha propuesto como un mecanismo que facilita la autofecundación en especies auto compatibles de *Ipomoea*, género cercano a *Merremia* (Rosas-Guerrero et al. 2011)

Es posible que *M. platyphylla* se encuentre en una transición evolutiva lo cual explicaría por qué no todas las características concuerdan con el síndrome quiropterofílico, como la hora de la máxima producción de néctar, los compuestos volátiles florales y la separación de anteras y estigma (hercogamia). En varias especies de *Agave*, polinizadas por murciélagos (Arizaga et al, 2000, Molina-Freanaer y Eguiarte 2006) se ha reportado la presencia de dicogamia (separación temporal en la maduración de anteras y estigma), pero a diferencia de las flores de *Merremia*; las flores de los agaves tienen longevidades de varios días. Alternativamente, las características observadas pueden representar un sistema mixto estable en donde tanto los murciélagos como los colibríes sean los principales polinizadores. No obstante, se requieren estudios más detallados para comprobarlo.

7. Anexo 1. Revisión de estudios sobre biología reproductiva y polinización en el género *Merremia*.

Especie	Largo tubo floral / diámetro corola	Distribucion mundial/Lugar de estudio	Síndrome floral	Hora de la Dehiscencia floral/longevidad floral	Color de la flor	Visitantes florales	Polinizadores	Autocompatible/Incompatible
<i>M. tridentata</i>	 20.8 mm / 18.2 mm	África tropical, Asia y Australia/India	melitofilia, psicofilia, tripsofilia	07:00 - 09:00 horas del día	Blanco o amarillo limon con mancha roja en el centro	trips	abejas melíferas, abejas sin aguijón y mariposas	Autocompatible/autógama facultativa
<i>M. palmeri</i>	 67.8 mm / 55.8 mm	Chihuahua, Sinaloa, Sonora/Sonora	esfingofilia	al atardecer / la corola se desprendio a la mañana siguiente	Blanco	colibríes, escarabajos	Esfingidos	Autoincompatible
<i>M. aegyptia</i>		Américas y viejo continente/Brasil	melitofilia	4 - 5 am/7 horas	Blanco		Apis mellifera y Trigona spinipes	Autocompatible/autógama facultativa
<i>M. dissecta</i> var. <i>edentata</i>		Sur de EU, México y Sudamérica/Brasil	melitofilia	08:00/ 7 horas	Blanco	escarabajos	Trigonas	autocompatible
<i>M. macrocalyx</i>	 37.3 mm / 51 mm	Sudamerica y Centroamérica/Venezuela	melitofilia	05:30 - 08:00 / 24 horas	Corola blanca y tubo floral amarillo	escarabajos, moscas, hormigas y avispas	Apis mellifera, Bombus atratus y Trigona sp.	Autocompatible/autógama facultativa
<i>M. cissoides</i>		México y Sudamérica/Brasil	melitofilia	/ 24 horas	Blanco	Lepidópteros, coleópteros, otras especies de abejas	Ancyloscelis apiiformis y Exomalopsis fulvofasciata	Autocompatible/autógama facultativa
<i>M. cielsensis</i>	 1.6 cm / 3 cm	México / Tamaulipas			Amarillo			
<i>M. umbellata</i>	 / 2.5 cm a 5 cm	Américas, África y Asia	melitofilia	08:00 / 6-8 horas	Amarillo	abejas y moscas	abejas y moscas	Autocompatible/autógama facultativa
<i>M. platyphylla</i>	 3.8 cm / 6-7.5 cm	Guerrero, Michoacán, Oaxaca, México	Quiroptero filia	5 pm / 24 horas	Blanco	Apis mellifera, Trigona fulviventris, Mariposa (Hesperiidae), Esfingidos	Murciélagos, colibríes	Autoincompatible

Continuación.

Especie	Compuestos volátiles	Exclusiones	Tiempo de estudio	Filmaciones	método para determinar polinizadores	Año del estudio/ revista	Referencia
<i>M. tridentata</i>					observaciones directas, 1x1, 10 min/hora	2018/JDT	Lakshminarayana, G., & Solomon Raju, A. J. (2018). Pollination ecology of <i>Merremia tridentata</i> (L.) Hallier f. (Convolvulaceae). <i>Journal of Threatened Taxa</i> , 10(2), 11339–11347. <a href="https://doi.org/10.11609/jott.3252.10.2.11339-11347">https://doi.org/10.11609/jott.3252.10.2.11339-11347</a>
<i>M. palmeri</i>		autopolinización, polinización cruzada, control y polinización natural	ago - sep 1991 - 1992		observaciones directas, 10 flores, 6 horas, 8 noches	1996/American Journal of Botany	Willmott, A. P., & Durquez, A. (1996). The pollination of <i>Merremia palmeri</i> (Convolvulaceae): Can hawk moths be trusted? <i>American Journal of Botany</i> , 83(8), 1050–1056. <a href="https://doi.org/10.2307/2445994">https://doi.org/10.2307/2445994</a>
<i>M. aegyptia</i>			mar 1995 - jul 1997			2000/Naturalia Rio Claro	Kill, L. H. P., & Ranga, N. T. (2000). Biología de polinización de <i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb. (Convolvulaceae) no sertão de Pernambuco. <i>Naturalia Rio Claro</i> , 25, 149–158.
<i>M. dissecta</i> var. <i>edentata</i>			jun 2007 - jun 2008		observaciones directas	2013/Lundiana	Paz, J. R. L., & Pigozzo, C. M. (2013). Floral biology and pollination of <i>Merremia dissecta</i> var. <i>edentata</i> (Meisn.) O'Donnell (Convolvulaceae) in an urban fragment of Atlantic Forest, Bahia. <i>Lundiana</i> , 11(1–2).
<i>M. macrocalyx</i>		autopolinización inducida, polinización cruzada, control y polinización natural,			Observación directa y captura de ejemplares	2008/Journal of the Torrey Botanical Society	Raimúndez-Urrutia, E., Avendaño, L., & Velázquez, D. (2008). Reproductive biology of the morning glory <i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pavon) O'Donnell (convolvulaceae). <i>Journal of the Torrey Botanical Society</i> , 135(3), 299–308. <a href="https://doi.org/10.3159/08-RA-027.1">https://doi.org/10.3159/08-RA-027.1</a>
<i>M. cissoides</i>						1986 / Naturalia	Maimoni-Rodella, R. C. S., & Rodella, R. A. (1986). Floral biology of <i>Merremia cissoides</i> . <i>Naturalia</i> , 117-123 <a href="https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19890226649">https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19890226649</a>
<i>M. cielsensis</i>						2008 / Systematic Botany	McDonald, J. A. (2008). <i>Merremia cielsensis</i> (Convolvulaceae: Merremieae): A new species and narrow endemic from tropical northeast Mexico. <i>Systematic Botany</i> , 33(3), 552–555. <a href="https://doi.org/10.1600/036364408785679833">https://doi.org/10.1600/036364408785679833</a>
<i>M. umbellata</i>		Polinización cruzada, emasculación en bolsa, polinización natural y autopolinización	2021			2023 / Plant Ecology	Paul, S., Das, R., Chetry, K. et al. Permanent floral closure enhances the reproductive efficiency in <i>Merremia umbellata</i> subsp. <i>orientalis</i> (Hallier f.) Ooststr. (Convolvulaceae). <i>Plant Ecol</i> 224, 491–500 (2023). <a href="https://doi.org/10.1007/s11258-023-">https://doi.org/10.1007/s11258-023-</a>
<i>M. platyphylla</i>		si	Autopolinización autónoma, autopolinización manual, polinización cruzada manual, polinización diurna, polinización nocturna	Febrero 2022; enero, febrero y marzo 2023	77 horas de filmaciones	Filmaciones y captura de ejemplares	2023

## 8. Bibliografía citada

- Albuquerque-Lima, S., Domingos-Melo, A., Nadia, T. C. L., Bezerra, E. L. S., Navarro, D. M. A. F., Milet-Pinheiro, P., y Machado, I. C. (2020). An explosion of perfume: Mass flowering and sphingophily in the Caatinga dry region in Brazil. *Plant Species Biology*, 35(3), 243–255. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12277>
- Amorim, F. W., Galetto, L., y Sazima, M. (2012). Beyond the pollination syndrome: Nectar ecology and the role of diurnal and nocturnal pollinators in the reproductive success of *Inga sessilis* (Fabaceae). *Plant Biology*, 15(2), 317–327. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00643.x>
- Arizaga, S., Ezcurra, E., Peters, E., de Arellano, F. R., & Vega, E. (2000). Pollination ecology of *Agave macroacantha* (Agavaceae) in a Mexican tropical desert. I. Floral biology and pollination mechanisms. *American Journal of Botany*, 87(7), 1004-1010.
- Ashworth, L., Aguilar, R., Martén-Rodríguez, S., Lopezaraiza-Mikel, M., Avila-Sakar, G., Rosas-Guerrero, V., y Quesada, M. (2015). Pollination syndromes: A global pattern of convergent evolution driven by the most effective pollinator. In *Evolutionary Biology: Biodiversification from Genotype to Phenotype* (pp. 203–224). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-19932-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-19932-0_11)
- Austin, D. F., y Pedraza, R. A. (1983). Los géneros de Convolvulaceae en México. *Botanical Sciences*, 44, 3–16. <https://doi.org/10.17129/botsci.1279>
- Beattie, A. J. (1971). A technique for the study of insect-borne pollen. *Pan Pacific Entomologist*, 47, 82.
- Borbón-Palomares, D. B., Laborin-Sivirian, F., Tinoco-Ojanguren, C., Peñalba, M. C., Reyes-Ortega, I., y Molina-Freaner, F. (2018). Reproductive ecology of *Agave colorata*: the importance of nectar-feeding bats and the germination consequences of self-pollination. *Plant Ecology*, 219, 927-939.
- Buzato, S., Sazima, M., & Sazama, I. (1994). Pollination of three species of *Abutilon* (Malvaceae) intermediate between bat and hummingbird flower syndromes. *Flora*, 189(4), 327–334. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30613-8](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30613-8)
- Caro, S. P., Balthazart, J., y Bonadonna, F. (2015). The perfume of reproduction in birds: Chemosignaling in avian social life. *Hormones and Behavior*. Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2014.06.001>
- Arizmendi, M. D. C Berlanga, H. A., y Pineda Maldonado, M. A. (2014). Colibríes de México y Norteamérica Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://doi.org/10.5962/bhl.title.112129>

- Dar, S., Arizmendi, M. D. C., y Valiente-Banuet, A. (2006). Diurnal and nocturnal pollination of *Marginatocereus marginatus* (Pachycereeae: Cactaceae) in Central Mexico. *Annals of Botany*, 97(3), 423–427. <https://doi.org/10.1093/aob/mcj045>
- Dellinger, A. S., Chartier, M., Fernández-Fernández, D., Penneys, D. S., Alvear, M., Almeda, F., ... Schönenberger, J. (2019). Beyond buzz-pollination – departures from an adaptive plateau lead to new pollination syndromes. *New Phytologist*, 221(2), 1136–1149. <https://doi.org/10.1111/nph.15468>
- Demissew, S. (2001). A synopsis of the genus *Merremia* (Convolvulaceae) in the Flora of Ethiopia and Eritrea. *Kew Bulletin*, 56(4), 931–943. <https://doi.org/10.2307/4119304>
- Denzinger, A., y Schnitzler, H. U. (2013). Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology*, 4 JUL. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00164>
- Farré-Armengol, G., Fernández-Martínez, M., Filella, I., Junker, R. R., y Peñuelas, J. (2020, July 31). Deciphering the Biotic and Climatic Factors That Influence Floral Scents: A Systematic Review of Floral Volatile Emissions. *Frontiers in Plant Science*. Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01154>
- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., y Thomson, J. D. (2004). Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347>
- Fleming, T. H., y Muchhala, N. (2008, May). Nectar-feeding bird and bat niches in two worlds: Pantropical comparisons of vertebrate pollination systems. *Journal of Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01833.x>
- Fleming, T. H., Geiselman, C., y Kress, W. J. (2009). The evolution of bat pollination: A phylogenetic perspective. *Annals of Botany*, 104(6), 1017–1043. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp197>
- Fleming, T. H., Sahley, C. T., Holland, J. N., Nason, J. D., y Hamrick, J. L. (2001). Sonoran Desert columnar cacti and the evolution of generalized pollination systems. *Ecological Monographs*, 71(4), 511–530. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2001\)071\[0511:SDCCAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2001)071[0511:SDCCAT]2.0.CO;2)
- Galetto, L., y Bernardello, G. (2004). Floral nectaries, nectar production dynamics and chemical composition in six *Ipomoea* species (Convolvulaceae) in relation to pollinators. *Annals of Botany*, 94(2), 269–280. <https://doi.org/10.1093/aob/mch137>
- Gonzalez-Terrazas, T. P., Martel, C., Milet-Pinheiro, P., Ayasse, M., Kalko, E. K. V., y Tschapka, M. (2016). Finding flowers in the dark: Nectar-feeding bats integrate olfaction and

echolocation while foraging for nectar. *Royal Society Open Science*, 3(8).  
<https://doi.org/10.1098/rsos.160199>

Helversen O von (1993) Adaptations of flowers to the pollination by glossophagine bats. In: Barthlott W, Naumann CM, K. S-L, Schuchmann KL (eds) *Animal-plant interaction in tropical environments*. Museum Koenig, Bonn, pp 41–59.

Helversen O von, Y Winter (2003) Glossophagine bats and their flowers: costs and benefits for plants and pollinators. In: Kunz T, Fenton B (eds) *Ecology of bats*. University of Chicago Press, Chicago, pp 346–397.

Hodgkison, R., Ayasse, M., Kalko, E. K. V., Häberlein, C., Schulz, S., Mustapha, W. A. W., ... Kunz, T. H. (2007). Chemical ecology of fruit bat foraging behavior in relation to the fruit odors of two species of paleotropical bat-dispersed figs (*Ficus hispida* and *Ficus scortechinii*). *Journal of Chemical Ecology*, 33(11), 2097–2110.  
<https://doi.org/10.1007/s10886-007-9367-1>

Holderied, M. W., y Von Helversen, O. (2003). Echolocation range and wingbeat period match in aerial-hawking bats. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1530), 2293–2299. <https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2487>

Jaeger, S., Girvin, C., Demarest, N., y LoPresti, E. (2023, April 1). Secondary pollinators contribute to reproductive success of a pink-flowered sand verberna population. *Ecology*. Ecological Society of America. <https://doi.org/10.1002/ecy.3977>

Kiill, L. H. P., y Ranga, N. T. (2000). Biología da polinização de *Merremia aegyptia* (L.) Urb. (Convolvulaceae) no sertão de Pernambuco. *Naturalia Rio Claro*, 25, 149–158.

Kim, A. Y., Rankin, D. T., y Rankin, E. E. W. (2021). What is that smell? Hummingbirds avoid foraging on resources with defensive insect compounds. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 75(9). <https://doi.org/10.1007/s00265-021-03067-4>

Knudsen, J. T. (1999). Floral scent differentiation among coflowering, sympatric species of *Geonoma* (Arecaceae). *Plant Species Biology*, 14(2), 137–142.  
<https://doi.org/10.1046/j.1442-1984.1999.00017.x>

Knudsen, J. T., y Klitgaard, B. B. (1998). Floral scent and pollination in *Browneopsis disepala* (Leguminosae: Caesalpinioideae) in western Ecuador. *Brittonia*, 50(2), 174–182.  
<https://doi.org/10.2307/2807848>

. Knudsen, J. T y Tollsten, L. (1993). Trends in floral scent chemistry in pollination syndromes: floral scent composition in moth-pollinated taxa. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 113(3), 263–284. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1993.tb00340.x>

Korine, C., y Kalko, E. K. V. (2005). Fruit detection and discrimination by small fruit-eating bats (Phyllostomidae): Echolocation call design and olfaction. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59(1), 12–23. <https://doi.org/10.1007/s00265-005-0003-1>

- Lagomarsino, L. P., Forrestel, E. J., Muchhala, N., y Davis, C. C. (2017). Repeated evolution of vertebrate pollination syndromes in a recently diverged Andean plant clade. *Evolution*, 71(8), 1970–1985. <https://doi.org/10.1111/evo.13297>
- Lakshminarayana, G., y Solomon Raju, A. J. (2018). Pollination ecology of *Merremia tridentata* (L.) Hallier f. (Convolvulaceae). *Journal of Threatened Taxa*, 10(2), 11339–11347. <https://doi.org/10.11609/jott.3252.10.2.11339-11347>
- Mabberley, D. J. 1987. *The plant book*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Maimonia-Rodella, R.C.S. & R.A. Rodella (1987). Biología floral de *Merremia cissoides* (Lam.) Hall F. (Convolvulaceae). *Naturalia* 11–12: 117–124.
- Martén-Rodríguez, S., Almarales-Castro, A., y Fenster, C. B. (2009). Evaluation of pollination syndromes in Antillean Gesneriaceae: Evidence for bat, hummingbird and generalized flowers. *Journal of Ecology*, 97(2), 348–359. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01465.x>
- McDonald, A. (1991). Origin and diversity of Mexican Convolvulaceae. *Anales - Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 62(1), 65–82.
- Miyake, T., Yamaoka, R., y Yahara, T. (1998). Floral scents of Hawkmoth-pollinated flowers in Japan. *Journal of Plant Research*, 111(2), 199–205. <https://doi.org/10.1007/bf02512170>
- Molina-Freaner, F., y Eguiarte, L. E. (2003). The pollination biology of two paniculate agaves (Agavaceae) from northwestern Mexico: contrasting roles of bats as pollinators. *American Journal of Botany*, 90(7), 1016–1024.
- Muchhala, N. (2003). Exploring the boundary between pollination syndromes: Bats and hummingbirds as pollinators of *Burmeistera cyclostigmata* and *B. tenuiflora* (Campanulaceae). *Oecologia*, 134(3), 373–380. <https://doi.org/10.1007/s00442-002-1132-0>
- Muchhala, N. (2006). The pollination biology of *Burmeistera* (Campanulaceae): Specialization and syndromes. *American Journal of Botany*, 93(8), 1081–1089. <https://doi.org/10.3732/ajb.93.8.1081>
- Muchhala, N. (2007). Adaptive trade-off in floral morphology mediates specialization for flowers pollinated by bats and hummingbirds. *American Naturalist*, 169(4), 494–504. <https://doi.org/10.1086/512047>
- Muchhala, N., Caiza, A., Vizuete, J. C., y Thomson, J. D. (2009). A generalized pollination system in the tropics: Bats, birds and *Aphelandra acanthus*. *Annals of Botany*, 103(9), 1481–1487. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn260>

- Muchhala, N., y Thomson, J. D. (2010). Fur versus feathers: Pollen delivery by bats and hummingbirds and consequences for pollen production. *American Naturalist*, 175(6), 717–726. <https://doi.org/10.1086/652473>
- O'Donnell, C.A. (1941). Revision de las especies americanas de *Merremia* (Convolvulaceae) Lilloa 6: 467-554. Universidad Nacional de Tucuman, Instituto 'Miguel Lillo'.
- Olatunji, T. L., Adetunji, A. E., Olisah, C., Idris, O. A., Saliu, O. D., y Siebert, F. (2021, October 1). Research progression of the genus *Merremia*: A comprehensive review on the nutritional value, ethnomedicinal uses, phyto-chemistry, pharmacology, and toxicity. *Plants*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/plants10102070>
- Ollerton, J., Killick, A., Lamborn, E., Watts, S., y Whiston, M. (2007). Multiple meanings and modes: On the many ways to be a generalist flower. In *Taxon* (Vol. 56, pp. 717–728). International Association for Plant Taxonomy. <https://doi.org/10.2307/25065856>
- Paul, S., Das, R., Chetry, K. et al. Permanent floral closure enhances the reproductive efficiency in *Merremia umbellata* subsp. *orientalis* (Hallier f.) Ooststr. (Convolvulaceae). *Plant Ecol* 224, 491–500 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11258-023-01316-2>
- Pettersson, S., Ervik, F., y Knudsen, J. T. (2004). Floral scent of bat-pollinated species: West Africa vs. the New World. *Biological Journal of the Linnean Society*, 82(2), 161–168. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2004.00317.x>
- Piechowski, D., Dötterl, S., y Gottsberger, G. (2010). Pollination biology and floral scent chemistry of the Neotropical chiropterophilous *Parkia pendula*. *Plant Biology*, 12(1), 172–182. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2009.00215.x>
- Queiroz, J. A., Quirino, Z. G. M., Lopes, A. V., y Machado, I. C. (2016). Vertebrate mixed pollination system in *Encholirium spectabile*: A bromeliad pollinated by bats, opossum and hummingbirds in a tropical dry forest. *Journal of Arid Environments*, 125, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.09.015>
- Raguso, R. A. (2004, August). Flowers as sensory billboards: Progress towards an integrated understanding of floral advertisement. *Current Opinion in Plant Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2004.05.010>
- Raimúndez-Urrutia, E., Avendaño, L., y Velázquez, D. (2008). Reproductive biology of the morning glory *Merremia macrocalyx* (Ruiz & Pavon) O'Donnell (convolvulaceae). *Journal of the Torrey Botanical Society*, 135(3), 299–308. <https://doi.org/10.3159/08-RA-027.1>
- Rocha, E. A., Domingos-Melo, A., Zappi, D. C., y Machado, I. C. (2019). Reproductive biology of columnar cacti: are bats the only protagonists in the pollination of *Pilosocereus*, a typical chiropterophilous genus? *Folia Geobotanica*, 54(3–4), 239–256. <https://doi.org/10.1007/s12224-019-09357-0>

- Rocha, M., Valera, A., y Eguiarte, L. E. (2005). Reproductive ecology of five sympatric *Agave littaea* (Agavaceae) species in central Mexico. *American Journal of Botany*, 92(8), 1330-1341.
- Rosas-Guerrero, V., Aguilar, R., Martén-Rodríguez, S., Ashworth, L., Lopezaraiza-Mikel, M., Bastida, J. M., y Quesada, M. (2014, March). A quantitative review of pollination syndromes: Do floral traits predict effective pollinators? *Ecology Letters*. <https://doi.org/10.1111/ele.12224>
- Rosas-Guerrero, V., Quesada, M., Armbruster, W. S., Pérez-Barrales, R., y Smith, S. D. W. (2011). Influence of pollination specialization and breeding system on floral integration and phenotypic variation in ipomoea. *Evolution*, 65(2), 350–364. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2010.01140.x>
- Sazima, M., Sazima, I., & Buzato, S. (1994). Nectar by day and night: *Siphocampylus sulfureus* (Lobeliaceae) pollinated by hummingbirds and bats. *Plant Systematics and Evolution*, 191(3–4), 237–246. <https://doi.org/10.1007/BF00984668>
- [Sahley, C. T. \(1996\). Bat and hummingbird pollination of an autotetraploid columnar cactus, \*Weberbauerocereus weberbaueri\* \(Cactaceae\). \*American Journal of Botany\*, 83\(10\), 1329-1336.](#)
- Simoës, A. R., Culham, A., & Carine, M. (2015). Resolving the unresolved tribe: A molecular phylogenetic framework for the Merremieae (Convolvulaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 179(3), 374–387. <https://doi.org/10.1111/boj.12339>
- Simões, A. R., & Staples, G. (2017). Dissolution of Convolvulaceae tribe Merremieae and a new classification of the constituent genera. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 183(4), 561–586. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/box007>
- Slauson, L. A. (2000). Pollination biology of two chiropterophilous agaves in Arizona. *American Journal of Botany*, 87(6), 825–836. <https://doi.org/10.2307/2656890>
- Stebbins, G. L. (1970). Adaptive Radiation of Reproductive Characteristics in Angiosperms, I: Pollination Mechanisms. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1(1), 307–326. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.01.110170.001515>
- Steen, R., Norli, H. R., & Thöming, G. (2019). Volatiles composition and timing of emissions in a moth-pollinated orchid in relation to hawkmoth (Lepidoptera: Sphingidae) activity. *Arthropod-Plant Interactions*, 13(4), 581–592. <https://doi.org/10.1007/s11829-019-09682-3>
- Stefanović, S., Krueger, L., & Olmstead, R. G. (2002). Monophyly of the Convolvulaceae and circumscription of their major lineages based on DNA sequences of multiple chloroplast loci. *American Journal of Botany*, 89(9), 1510–1522. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.9.1510>

- Tremlett, C. J., Moore, M., Chapman, M. A., Zamora-Gutierrez, V., & Peh, K. S. H. (2020). Pollination by bats enhances both quality and yield of a major cash crop in Mexico. *Journal of Applied Ecology*, 57(3), 450–459. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13545>
- Van der Pijl, L. (1961). *Ecological Aspects of Flower Evolution. II. Zoophilous Flower Classes. Evolution*, 15(1), 44. <https://doi.org/10.2307/2405842>
- Varassin, I. G., Penneys, D. S., & Michelangeli, F. A. (2008). Comparative anatomy and morphology of nectar-producing Melastomataceae. *Annals of Botany*, 102(6), 899–909. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn180>
- Varassin, I. G., Trigo, J. R., & Sazima, M. (2001). The role of nectar production, flower pigments and odour in the pollination of four species of *Passiflora* (Passifloraceae) in south-eastern Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 136(2), 139–152. <https://doi.org/10.1006/bojl.2000.0438>
- Von Helversen, D., & Von Helversen, O. (2003). Object recognition by echolocation: A nectar-feeding bat exploiting the flowers of a rain forest vine. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 189(5), 327–336. <https://doi.org/10.1007/s00359-003-0405-3>
- Von Helversen, O., Winkler, L., & Bestmann, H. J. (2000). Sulphur-containing “perfumes” attract flower-visiting bats. *Journal of Comparative Physiology - A Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 186(2), 143–153. <https://doi.org/10.1007/s003590050014>
- Wester, P., Cairampoma, L., Haag, S., Schramme, J., Neumeyer, C., & Claßen-Bockhoff, R. (2020). Bee exclusion in bird-pollinated salvia flowers: The role of flower color versus flower construction. *International Journal of Plant Sciences*, 181(8), 770–786. <https://doi.org/10.1086/709132>
- Wester, P., & Lunau, K. (2017). Plant–Pollinator Communication. *Advances in Botanical Research*, 82, 225–257. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2016.10.004>
- Willmott, A. P., y Búrquez, A. (1996). The pollination of *Merremia palmeri* (Convolvulaceae): Can hawk moths be trusted? *American Journal of Botany*, 83(8), 1050–1056. <https://doi.org/10.2307/2445994>
- Winfree, R., Bartomeus, I., y Cariveau, D. P. (2011). Native pollinators in anthropogenic habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145042>
- Young, H. J. (2002). Diurnal and nocturnal pollination of *Silene alba* (Caryophyllaceae). *American Journal of Botany*, 89(3), 433–440. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.3.433>

NOMBRE DEL TRABAJO

**Biología reproductiva y polinización de una planta con síndrome quiropterofílico**

AUTOR

**Edgar Emilio Medina Rocha**

RECUENTO DE PALABRAS

**9504 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**51504 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**38 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 5, 2024 7:53 AM CST**

FECHA DEL INFORME

**Sep 5, 2024 7:55 AM CST****● 37% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 36% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 28% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
<b>Programa educativo</b>	Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas	
<b>Título del trabajo</b>	Biología reproductiva y polinización de una planta con síndrome quiropterofílico	
	<b>Nombre</b>	<b>Correo electrónico</b>
<b>Autor/es</b>	Biol. Edgar Emilio Medina Rocha	1208622X@umich.mx
<b>Director</b>	Dr. Eduardo Cuevas García	eduardo.cuevas@umich.mx
<b>Codirector</b>	Dr. Víctor Manuel Rosas Guerrero	victor_rosas@yahoo.com
<b>Coordinador del programa</b>	Dra. Martha Elena Pedraza Santos	martha.elena.pedraza@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	No	

# Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	No	
Traducción a otra lengua	Si	Ayuda para traducir algunas oraciones a inglés
Revisión y corrección de estilo	No	
Análisis de datos	Si	Uso de software como Rstudio, SigmaPlot y JMP para análisis de datos y creación de gráficos, así como, paquetería office para organización de datos.
Búsqueda y organización de información	No	
Formateo de las referencias bibliográficas	No	
Generación de contenido multimedia	No	
Otro		

Datos del solicitante	
Nombre y firma	Edgar Emilio Medina Rocha 
Lugar y fecha	Morelia, Michoacán a 03 de septiembre de 2024