



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO
FACULTAD DE ECOLOGÍA MARINA



MAESTRÍA EN RECURSOS NATURALES Y ECOLOGÍA

**VARIACIÓN EN LA DIETA DE MURCIÉLAGOS
FRUGÍVOROS EN UN BOSQUE TROPICAL SECO DEL
PACÍFICO MEXICANO**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES Y ECOLOGÍA

PRESENTA:

BIOL. KATIA LIZETT BAUTISTA ROMERO

DIRECTOR DE TESIS: DR. VÍCTOR MANUEL ROSAS GUERRERO

CODIRECTOR: DR. LUIS DANIEL ÁVILA CABADILLA

ASESORA: M. C. BLANCA LORENA ALEMÁN FIGUEROA

ASESOR: DR. JOSE JUAN FLORES MARTÍNEZ

ASESOR: DR. AGUSTÍN AUCENCIO ROJAS HERRERA

Acapulco de Juárez, Guerrero, junio 2024

DEDICATORIA

A mis padres, *Enrique* y *Rosy*, mi soporte y refugio en esta vida.

A *Luis* y *Renata*, mis compañeritos de vida.

A *mami Rosa*, mi segunda mamá.

...

***Dr. Vences*, hasta la estrella en la que se encuentre, su enseñanza dejó huella.**

**A todos aquellos que han formado parte de mi vida y dejaron huella
en mi ser con su amor, apoyo y consejos.**

**A quienes marcaron mi formación con sus enseñanzas y
aportaron en mi preparación profesional, por impulsarme a ser
mejor.**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a mis padres por todo el apoyo incondicional que me han brindado, por su amor y esfuerzo por educarme, por enseñarme a ser independiente, valiente y a seguir mis sueños. Por alentarme para convertirme en una profesionista y mejor persona. Los amo. Sin ustedes esto habría sido más complicado y solitario.

A mi familia quienes han sido una gran fuente de aliento para lograr mis metas. Principalmente a mis hermanos, mis compañeros de vida, por hacer más llevaderos mis días. A mi tía Yolanda quien siempre está para mí, con sus consejos y apoyo incondicional. A mi abuelita, por enseñarme a ser valiente como ella, por todo su cariño.

Al Dr. Víctor por ser un impulsor para realizar la maestría y llevar a cabo este proyecto, por la amistad y el apoyo que me ha brindado. Por la ayuda en campo y por compartirme sus conocimientos, por transmitirme su pasión por los murciélagos. Por su dedicación, paciencia y tiempo en la revisión del proyecto. Gracias por todo.

Al Dr. Luis por todo su apoyo, por sus consejos y sugerencias para mejorar este proyecto. Por la paciencia, su tiempo y dedicación para revisar los avances.

A la MC. Lorena por animarme a mejorar profesionalmente, por su amistad, cariño y apoyo brindado. Por sus consejos, observaciones y comentarios para este proyecto. Por esas veces que me acompaño a campo. Muchas gracias, maestra.

A mis asesores, Dr. José Juan por su tiempo empleado en la revisión de este proyecto, por sus comentarios para mejorarlo y por el apoyo para la realización de la estancia de investigación. Al Dr. Agustín por su tiempo y comentarios para mejorar.

Al equipo (Toño, Rodri, Ernesto, Axel, Jesús, José Luna) que estuvo apoyándome durante la etapa de los muestreos, por todos sus desvelos y por hacer más amenas las salidas a campo. Especialmente a Antonio Gama, quien estuvo presente siempre apoyando y por compartirme sus conocimientos, a Rodrigo por apoyarme en varias ocasiones en las salidas a campo, por compartir sus conocimientos y brindarme sugerencias para mejorar mi proyecto. Gracias a todos, sin ustedes no habría logrado sobrevivir ese año en campo.

A mis amigos Elías, Uriel, Naty y Luz por animarme a seguir mi preparación profesional, por darme palabras de aliento y estar pendientes de mí.

A Fer quien ha sido mi soporte desde hace más de diez años, por estar siempre de mi lado, por nunca dejarme sola. Gracias por creer en mí incluso cuando ni yo misma lo hago. A Mayra quien ha sido mi cómplice toda la universidad, quien me ha animado siempre a seguir mis sueños, la persona que siempre me escucha. Gracias por ser parte de mi vida, los amo a la distancia. A Damaris por ser una gran amiga, por formar parte de mi vida y ser como la hermana mayor que me habría gustado tener, por ser mi cómplice y seguir mis locuras muchas veces.

A mis compañeros de la maestría. Principalmente a Mitzi por su apoyo durante la maestría, por compartir sus conocimientos y apoyarme durante mi estadía en el IB, gracias por hacer más llevaderos y divertidos esos meses. A Ernesto Rendón por apoyarme en campo y durante la maestría.

A la Universidad Autónoma de Guerrero y a la Facultad de Ecología Marina por la oportunidad de realizar la maestría y llevar a cabo este proyecto.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología por la beca otorgada durante la maestría.

Al Herbario Nacional (MEXU) y al Instituto de Biología UNAM, por brindarme la oportunidad de realizar la estancia de investigación. Agradezco especialmente a la MC. Martha Olvera por su apoyo en todo momento, por enseñarme y guiarme para identificar las semillas. A los técnicos del Herbario MC. Alberto Reyes y MC. María del Rosario García por todo su apoyo brindado durante mi estadía en el herbario. A la Biol. Susana Guzmán por apoyarme y enseñarme a fotografiar el material vegetal.

Este trabajo ha sido el esfuerzo de varias personas que me han apoyado para realizarlo, todo esto no habría sido posible sin el apoyo de todos ellos. ¡Gracias!

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN..... | 9 |
| INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 14 |
| AREA DE ESTUDIO..... | 14 |
| CAPTURA DE MURCIÉLAGOS..... | 14 |
| COLECTA DE HECES FECALES..... | 15 |
| ANÁLISIS DE LA DIETA..... | 15 |
| ANÁLISIS DE DATOS..... | 16 |
| RESULTADOS..... | 18 |
| COMUNIDAD DE MURCIÉLAGOS..... | 18 |
| COMUNIDAD DE PLANTAS CONSUMIDAS..... | 20 |
| INFLUENCIA DE FACTORES INTRÍNSECOS..... | 21 |
| Sexo..... | 21 |
| Estado reproductivo..... | 23 |
| Edad..... | 25 |
| INFLUENCIA DE FACTORES EXTRÍNSECOS..... | 26 |
| Variación temporal en el consumo de diferentes recursos..... | 26 |
| Variación temporal en el consumo de morfotipos de frutos..... | 28 |
| Interacciones murciélago – planta..... | 28 |
| Solapamiento de nicho..... | 32 |
| DISCUSIÓN..... | 34 |
| COMUNIDAD DE PLANTAS..... | 34 |
| INFLUENCIA DE FACTORES INTRÍNSECOS..... | 35 |
| Sexo y estado reproductivo..... | 35 |
| Edad..... | 35 |
| INFLUENCIA DE FACTORES EXTRÍNSECOS..... | 36 |
| Variación temporal en el consumo de ítems..... | 36 |
| Variación temporal en el consumo de morfotipos de frutos..... | 36 |
| Interacciones murciélago - planta..... | 37 |
| Solapamiento de nicho..... | 39 |
| CONCLUSIONES..... | 41 |

| | |
|-------------------|----|
| REFERENCIAS | 42 |
| ANEXOS..... | 48 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de estudio y de los puntos de captura de murciélagos en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. A: Veinte de Noviembre, B: Vuelta al Barco, C: Las Tunas, D: el Súchil, E: Corintio..... | 14 |
| Figura 2. Curva de acumulación de especies de murciélagos frugívoros-nectarívoros en Tecpan de Galeana, Guerrero. La línea continua negra indica la riqueza de especies observada. Línea continua gris muestra valores del estimador de riqueza Chao-1. Líneas discontinuas grises indican el intervalo de confianza al 95%. | 18 |
| Figura 3. Semillas encontradas en heces fecales de murciélagos en Tecpan de Galeana, Guerrero. Escala: líneas sin asterisco indican escala de 0.5 mm, líneas con asterisco indican escala de 0.2 mm. a) <i>Ficus insipida</i> , b) <i>Ficus pertusa</i> , c) <i>Ficus</i> sp. 1, d) <i>Ficus</i> sp. 2, e) <i>Ficus</i> sp. 3, f) <i>Ficus</i> sp. 4, g) <i>Ficus</i> sp. 5, h) <i>Solanum</i> sp. 1, i) <i>Solanum</i> sp. 2, j) <i>Cecropia obtusifolia</i> , k) <i>Muntingia calabura</i> | 20 |
| Figura 4. Porcentaje de consumo de ítems según el sexo de individuos reproductivamente inactivos. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra. | 22 |
| Figura 5. Porcentaje de consumo de morfotipos de frutos según el sexo de individuos sexualmente inactivos. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra. | 23 |
| Figura 6. Porcentaje de consumo de ítems según el estado reproductivo de los individuos. Números entre paréntesis indican tamaño de muestra..... | 24 |
| Figura 7. Porcentaje de consumo de morfotipos de frutos según el estado reproductivo de los individuos de <i>A. jamaicensis</i> . Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra. | 24 |
| Figura 8. Porcentaje de consumo de ítems según la edad de los individuos. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra. Se utilizaron los datos de todos los individuos con muestras debido a que no se encontraron diferencias en los demás factores intrínsecos. | 25 |

| | |
|--|----|
| Figura 9. Porcentaje de consumo de morfotipos de frutos según la edad de los individuos. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra. | 26 |
| Figura 10. Porcentaje de consumo de ítems a lo largo del año en cuatro de las especies más abundantes. Barras grises indican promedio de precipitación mensual. Números entre paréntesis bajo las barras indican el tamaño de muestra. | 27 |
| Figura 11. Proporción de consumo de ítems según la temporada en el bosque tropical seco. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra. | 27 |
| Figura 12. Proporción de consumo de morfotipos de frutos según la temporada en el bosque tropical seco. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra. | 28 |
| Figura 13. Interacción entre murciélagos consumidores de frutos (rectángulos rojos) y las plantas consumidas (rectángulos verdes). | 29 |
| Figura 14. Red de interacción cuantitativa entre los murciélagos consumidores de frutos (rectángulos rojos) y las plantas consumidas (rectángulos verdes) durante a) temporada seca y b) temporada húmeda. | 31 |
| Figura 15. Solapamiento entre seis especies de murciélagos basado en el índice de Pianka. Las especies con solapamiento menor a 0.3 no presentan líneas. | 32 |
| Figura 16. Porcentaje de capturas de las especies de <i>Glossophaga</i> entre a) meses de captura y b) sitios de captura (ver Figura 1). J-J indica muestreo entre finales del mes de junio y principios de julio. | 33 |
| Figura 17. Porcentaje de capturas de las especies de <i>Artibeus</i> y <i>Dermanura</i> entre a) meses de captura y b) sitios de captura (ver Figura 1). J-J indica muestreo entre finales del mes de junio y principios de julio. | 33 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Especies de murciélagos frugívoros capturadas en Tecpan de Galeana, Guerrero. | 19 |
| Tabla 2. Porcentaje de ocurrencia de morfotipos de semillas registradas en excretas de murciélagos en Tecpan de Galeana, Guerrero. | 21 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Estudios realizados sobre la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos en la dieta de murciélagos frugívoros. Efecto de los factores: ~: similar, ≠: diferente, NS: sin diferencias, <: menor, >: mayor, /: relación positiva, ✓ = si fue realizado. | 48 |
| Anexo 2. Estado reproductivo de machos y hembras de los individuos capturados con muestras de excretas de las seis especies de murciélagos frugívoros más abundantes. | 51 |
| Anexo 3. Análisis de la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos en la dieta de murciélagos frugívoros. | 51 |
| Anexo 4. Dendograma de solapamiento entre seis especies de murciélagos basado en el índice de Pianka. | 52 |
| Anexo 5. Matriz de solapamiento entre seis especies de murciélagos de acuerdo con el índice de Pianka. | 52 |

RESUMEN

Los murciélagos de la familia Phyllostomidae muestran una gran diversidad en cuanto a hábitos alimentarios, incluyendo frugívoros, los cuales son un grupo importante de dispersores de semillas, principalmente en los trópicos. Los hábitos alimentarios pueden ser afectados por diversos factores intrínsecos (características propias de los individuos) y extrínsecos (relacionados con características ambientales). El objetivo de este estudio es analizar la influencia de factores intrínsecos como el sexo, estado reproductivo y edad, así como factores extrínsecos como la estacionalidad y la competencia interespecífica, sobre los hábitos alimentarios de una comunidad de murciélagos frugívoros en un bosque tropical seco de Tecpan de Galeana, Guerrero. Se capturaron murciélagos durante un año utilizando redes de niebla para colectar sus muestras fecales e identificar los componentes e identificar las semillas. Se capturaron 1 984 murciélagos frugívoros pertenecientes a 18 especies de la familia Phyllostomidae, de los cuales *Artibeus jamaicensis* fue la especie más abundante. Se registraron 11 morfotipos de semillas, de las cuales el género *Ficus* fue el más abundante. En el caso de los factores intrínsecos, no se registraron diferencias entre sexos, ni edad ni estados reproductivos, a excepción de las hembras gestantes de *A. jamaicensis*, quienes hicieron uso más restringido de morfotipos de frutos en comparación con hembras inactivas. La estacionalidad influyó en la dieta principalmente de las especies de *Glossophaga*, ya que durante la temporada seca se presentó mayor consumo de polen (néctar), mientras que en la húmeda se registró mayor consumo de frutos. No obstante, las redes de interacción en ambas temporadas fueron similares considerando toda la comunidad. Finalmente, a pesar de encontrarse alto traslape en la dieta en las tres especies de *Glossophaga*, su poca coexistencia en los distintos sitios de muestreo sugiere poca competencia por los recursos alimentarios. Estos resultados indican que la estacionalidad fue el factor que más influyó en la variación de la dieta más que los factores intrínsecos. Por lo tanto, es probable que los cambios en los patrones climáticos puedan alterar los procesos estacionales en el bosque tropical seco y por consiguiente, afectar la dieta de los murciélagos frugívoros.

Palabras clave: edad, estacionalidad, estado reproductivo, factores extrínsecos, factores intrínsecos, Phyllostomidae, sexo.

INTRODUCCIÓN

Los murciélagos son un grupo de mamíferos con gran importancia ecológica debido a las diversas funciones que cumplen como dispersores de semillas, polinizadores y controladores de poblaciones de insectos (Oria y Manchado, 2007; Caballero, et al., 2009; Amponsah, et al., 2019; Arias y Pacheco, 2019). Dentro de este grupo, la familia Phyllostomidae muestra una gran diversidad en cuanto a hábitos alimentarios, incluyendo los murciélagos frugívoros, los cuales son un grupo importante de dispersores de semillas en el Neotrópico (Novoa, et al., 2011; Sánchez, et al., 2012).

Los hábitos alimentarios de estos murciélagos pueden ser afectados por diversos factores intrínsecos y extrínsecos (Loayza, et al., 2006; Saldaña, et al., 2013; Bohlendder, et al., 2018; Arias y Pacheco, 2019). Los factores intrínsecos constituyen características propias de los individuos, tales como el tamaño, edad, sexo o estado reproductivo (Loayza, et al., 2006; Saldaña, et al., 2013; Saldaña, 2014; Bohlendder, et al., 2018). Por otro lado, los factores extrínsecos están relacionados con características ambientales, tales como la competencia interespecífica y la disponibilidad, accesibilidad, fenología y características nutricionales de los recursos alimentarios, entre otros (Loayza, et al., 2006; Saldaña, et al., 2013; Saldaña, 2014).

Por ejemplo, en *Carollia perspicillata* se ha encontrado que las hembras lactantes tienden hacia una dieta más restringida a ciertas especies de plantas a diferencia de los machos o hembras gestantes (Bohlendder, et al., 2018; Alviz y Pérez, 2020). Asimismo, Maynard y colaboradores (2019), reportaron que la composición de la dieta de las hembras de tres especies de *Carollia* era más restringida a especies de *Piper*, mientras que los machos consumían una mayor variedad de plantas de otros géneros. Por otro lado, algunos estudios no han encontrado variación en la dieta entre sexos de *Artibeus jamaicensis*, *Sturnira lilium* (Herrera et al. 2001) y *C. perspicillata* (Alviz y Pérez, 2020).

En etapas reproductivas, los requerimientos nutricionales pueden variar por el aumento de la demanda energética y nutricional (Alviz y Pérez, 2020). En este sentido, el embarazo y lactancia son costosos energéticamente para las hembras (Barclay, 1994; Bohlendder, et al., 2018). Por lo tanto, se espera que no existan diferencias entre machos y

hembras no reproductivos, mientras que hembras gestantes y lactantes se espera que muestren dietas restringidas a ítems más específicos a diferencia de las hembras inactivas.

De igual manera, se ha demostrado variación de la dieta con respecto a la edad. Por ejemplo, en *Lasiurus cinereus*, un murciélago insectívoro, se encontró que los juveniles consumían en mayor medida dípteros y coleópteros, mientras que los adultos consumían principalmente odonatos (Rolseth, et al., 1994). De igual manera, Hamilton y Barclay (1998), reportaron que los juveniles consumieron más hemípteros y menos coleópteros, comparado con los adultos que consumieron más coleópteros. Maynard, et al. (2019), reportaron en tres especies de *Carollia* diferencias en el consumo de especies de *Piper* entre adultos y juveniles, siendo los adultos más propensos a consumir especies de sucesión temprana.

Muchos animales cambian con la edad su comportamiento de búsqueda, habilidades de alimentación, necesidades fisiológicas o energéticas o en su capacidad competitiva por el alimento (Hamilton y Barclay, 1998). Debido a todo lo anterior, se espera que los juveniles consuman una mayor variedad de ítems y morfotipos de plantas que los adultos.

En el caso de los murciélagos frugívoros, la mayoría de los estudios sobre los factores intrínsecos se han enfocado principalmente en especies del género *Carollia* (e.g., Bohlender, et al., 2018; Maynard, et al. 2019; Alviz y Pérez, 2020; ver anexo 1). Aunado a esto, el análisis de la dieta está principalmente enfocado en las especies de plantas consumidas, sin incluir otros recursos usados por los murciélagos (e.g., polen insectos). Finalmente, la mayoría de los estudios que evalúan la dieta de comunidades de murciélagos analizan principalmente la amplitud de nicho y/o solapamiento de nicho con otras especies similares (e.g., Lou y Yurrita, 2005; Loayza, et al., 2006; López y Vaughan, 2007; Suárez y Montenegro, 2015).

En especies similares tanto morfológica como ecológicamente que coexisten en el mismo hábitat, sus hábitos alimentarios pueden superponerse y llegar a competir potencialmente por el alimento (Morningstar, et al., 2019; Salinas, et al., 2019). Sin embargo, existen estrategias de coexistencia como la diferenciación de nicho o la partición de recursos que pueden minimizar dicha competencia (Delaval, et al., 2005; Salinas, et al., 2015; Morningstar, et al., 2019; Salinas, et al., 2019). Por ejemplo, Delaval y colaboradores (2005), a pesar de que encontraron alto solapamiento de dieta entre diversas especies de frugívoros, observaron una división espacio/tiempo entre las especies. De igual manera, Salinas y

colaboradores (2015) reportaron que especies congéneres de *Pteronotus* presentaron alto solapamiento de dieta durante una temporada y cuando su recurso alimenticio (i.e, insectos) disminuyó, su diversidad dietética aumentó. Por esto, se espera que especies similares morfológica y ecológicamente presenten un solapamiento de nicho alimentario mayor, pero que presenten menor solapamiento espacial o temporal.

Dentro de los factores extrínsecos, se han registrado en varias especies la influencia de la estacionalidad en la dieta. Por ejemplo, se ha encontrado un aumento del consumo de frutos en la temporada húmeda en murciélagos frugívoros como *Artibeus jamaicensis* y especies de los géneros *Carollia* y *Dermanura* (López y Vaughan, 2007) y en especies nectarívoras como *Leptonycteris yerbabuenae* (Sperr, et al., 2011). Por otro lado, durante la temporada seca el murciélago frugívoro *Epomophorus gambianus* consume predominantemente néctar y/o polen debido a la escasez de frutos (Amponsah, et al., 2019). Asimismo, se ha reportado que diversas especies del género *Glossophaga* varían el consumo de polen, insectos y frutos durante el año, dependiendo de su abundancia (Rosas-Guerrero, 2000; Tschapka, 2004; Caballero, et al., 2009; Sperr, et al., 2011).

Debido a lo anterior, se ha registrado un mayor número de interacciones entre frugívoros y las plantas consumidas durante la temporada húmeda en comparación con la temporada seca (Carrillo-Villamizar, et al., 2022). Las interacciones entre plantas y frugívoros son de gran importancia para el funcionamiento de diversos ecosistemas y su estudio es fundamental para comprender los mecanismos que se llevan a cabo (Jordano, et al., 2009; Ramos-Robles, et al., 2018; Carrillo-Villamizar, et al., 2022). Dado que la marcada estacionalidad del bosque tropical seco influye en los ritmos de floración y fructificación, se espera que durante la temporada húmeda las interacciones entre especies de plantas y murciélagos sea mayor en comparación a la temporada seca. No obstante, existen muy pocos estudios a nivel comunidad que evalúen las interacciones entre los murciélagos frugívoros y los recursos (e.g. insectos, polen, frutos) que consumen durante todo el año. Asimismo, se desconoce para muchas especies de frugívoros la influencia de factores extrínsecos e intrínsecos sobre su dieta.

En este estudio se pretende aportar información sobre la influencia de factores intrínsecos como el sexo, estado reproductivo y edad, así como factores extrínsecos como la

estacionalidad y la competencia interespecífica en el consumo de recursos por murciélagos frugívoros en un bosque tropical seco. Particularmente se pretende analizar la dieta de los murciélagos frugívoros a través de muestras de heces fecales, identificar tanto los ítems (polen, semillas e insectos) como los morfotipos de semillas consumidos por los murciélagos, comparar el consumo de éstos entre sexos, estado reproductivo, edad y estacionalidad, determinar el solapamiento de nicho y la partición de éste en términos de espacio – tiempo y analizar las interacciones entre murciélagos frugívoros y las plantas que consumen.

MATERIALES Y MÉTODOS

AREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la cabecera municipal de Técpan de Galeana, la cual se encuentra ubicada al suroeste del estado de Guerrero, México ($17^{\circ} 13' 27.695''$ N, $100^{\circ} 37' 42.945''$ O; Figura 1), en el cual predomina selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia principalmente en estado secundario, además de extensas áreas de cultivos, principalmente mango, coco, plátano, papaya, maíz y sandía (SIAP, 2021). Presenta clima cálido-subhúmedo y el régimen de lluvias abarca los meses de junio a octubre (INAFED, 2010).

En el sitio se seleccionaron cinco puntos de captura con poca perturbación antrópica y vegetación conservada de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia, con arroyos permanentes o intermitentes.

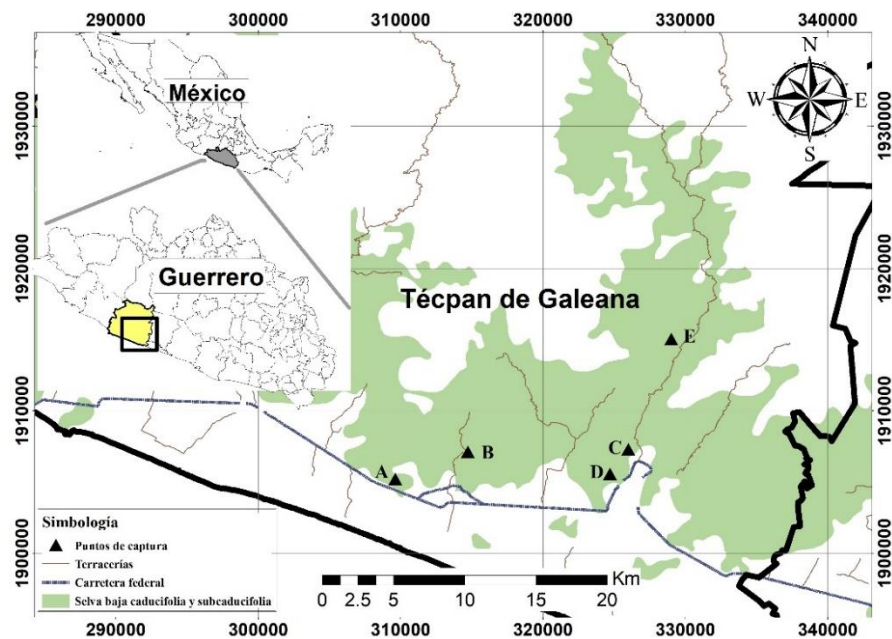


Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de estudio y de los puntos de captura de murciélagos en Técpan de Galeana, Guerrero, México. A: Veinte de Noviembre, B: Vuelta al Barco, C: Las Tunas, D: el Súchil, E: Corintio.

CAPTURA DE MURCIÉLAGOS.

Los muestreos fueron realizados durante cinco noches consecutivas (una noche para cada punto de captura) durante la fase de luna nueva (aproximadamente cada 28 días),

durante un año, resultando un total de 65 noches de captura. Para la captura de murciélagos se utilizaron seis redes de niebla (dos de 6 m, tres de 10 m y una de 12 m), las cuales se colocaron en sitios óptimos de captura (cerca de plantas en fructificación, arroyos, veredas o cerca de posibles refugios). Las redes se abrieron a nivel del suelo y con una altura de 2.5 m durante cuatro horas y media, a partir del atardecer, las cuales se revisaban continuamente.

Todos los murciélagos capturados se colocaron en bolsas de tela por 20 minutos para favorecer la defecación. En el sitio de captura se llevó a cabo la identificación de las especies. Para cada individuo se registraron los siguientes datos: **(1)** especie – utilizando claves taxonómicas (i.e., Alvarez y López, 1994; Medellín, et al., 2007; Mora, 2016); **(2)** longitud del antebrazo con un calibrador digital; **(3)** gremio – basado en los rasgos morfológicos característicos del rostro; **(4)** sexo – macho o hembra; **(5)** estado reproductivo – escrotado, gestante, lactante o inactivos (Zortea, 2003; Bohlender, et al., 2018; Alviz y Pérez, 2020); **(6)** edad relativa – adulto o juvenil (Brunet y Wilkinson, 2009). Cada individuo fue marcado para evitar tomar datos de recapturas y fue liberado.

COLECTA DE HECES FECALES.

Para evaluar la dieta de los murciélagos frugívoros se colectaron muestras fecales de las bolsas de tela, de plásticos colocados bajo las redes de 60 cm de ancho (Jacomassa, et al., 2021) o directamente del individuo mientras estaba en la red. Dichas muestras se colocaron en bolsas de celofán para su posterior revisión en laboratorio.

Para facilitar la identificación de las semillas encontradas en las excretas, se colectaron plantas quiropterocóricas en fructificación en los sitios de captura. Dicho material fue debidamente prensado y secado.

ANÁLISIS DE LA DIETA

Para el análisis de la dieta, las heces se colocaron en placas Petri y fueron observadas con la ayuda de un estereoscopio. Los restos observados se separaron en tres ítems: semillas/pulpa, insectos y polen (el consumo de este regularmente se produce cuando los individuos visitan las flores para consumir el néctar (Howell, 1974; Galván, 2010). Sin embargo, a lo largo del texto se denominará de esta manera debido a que es lo que se obtiene en las muestras de heces fecales). De cada muestra se determinó la proporción de los ítems contenidos. Las semillas fueron lavadas con agua destilada para eliminar los residuos de

materia fecal y se secaron a temperatura ambiente (Ribeiro, et al., 2004). Posteriormente fueron agrupadas en morfotipos según sus características morfológicas.

Cada semilla encontrada se fotografió con un microscopio estereoscópico equipado para fotografía multifocal modelo Leica Z16 ApoA y se cotejó con las semillas de la colección de Frutos y Semillas del Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los ejemplares colectados de plantas quiropterocóricas fueron usados para cotejo con ejemplares de la colección del Herbario Nacional, con el fin de apoyo en la identificación de las semillas.

Las semillas identificadas y los ejemplares colectados en campo fueron depositados en la colección de Frutos y Semillas y en la colección de ejemplares del Herbario Nacional, respectivamente.

ANÁLISIS DE DATOS

Comunidad de murciélagos. Para observar la representatividad del muestreo se realizó una curva de acumulación de especies usando el estimador Chao-1, con Estimates (Colwell, 2013). La diversidad de especies en el sitio se calculó mediante el índice de diversidad de Margalef, además se calcularon índices de dominancia de Simpson y de equitatividad, usando Past 4.1 (Hammer, 2001). El esfuerzo de muestreo fue calculado según lo propuesto por Straube y Bianconi (2002).

Algunas especies de murciélagos considerados nectarívoros por la literatura (i.e., especies del género *Glossophaga*) fueron incluidos en los análisis como murciélagos frugívoros debido al alto consumo de frutos que se encontraron. De aquí en adelante dichas especies fueron consideradas también frugívoras.

Influencia de factores intrínsecos y extrínsecos sobre la dieta de murciélagos. Se realizaron tablas de contingencia a las cuales se les aplicó una prueba de Fisher para detectar diferencias entre factores (i.e., sexo, estado reproductivo, edad, temporadas) usando la paquetería Stats 4.3 del programa estadístico R (R Core Team). El consumo de los recursos se analizó de dos maneras: como ítems (i.e., frutos, insectos o polen) y en el caso de los frutos, como morfotipos (i.e., distintas especies de plantas).

En algunos casos no se consideraron todos los individuos con muestra para evitar efectos confundidos (e.g., en el análisis de sexo solo se consideraron individuos inactivos para evitar efectos confundidos con el estado reproductivo), mientras que en otros factores se consideraron todas las muestras, puesto que no se registraron diferencias significativas en otros factores (e.g., temporadas).

Se registraron datos de precipitación de una estación meteorológica (EMA) de la CONAGUA cercana al sitio de estudio (Zortea, 2003). Para asignar las dos temporadas a utilizar en el análisis de factores extrínsecos y para analizar el consumo de los ítems a lo largo del año con relación a la precipitación. Se realizaron trece muestreos en el año, de los cuales, uno se realizó entre los meses de junio y julio (J-J), se usaron datos de precipitación de los meses de junio y julio (dos semanas antes y dos semanas después del muestreo).

Para conocer el grado en el que las especies comparten recursos y de esa forma inferir la posible competencia entre las especies, se calculó el índice de solapamiento de nicho usando el método de Pianka (Ríos y Pérez, 2015; Arias y Pacheco, 2019). Dicho análisis se llevó a cabo con el programa EcoSim 7.71 (Gotelli).

En dichos análisis solo se consideraron a las seis especies más abundantes en el sitio de estudio: *Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Dermanura phaeotis*, *Glossophaga commissarisi*, *G. morenoi*, y *G. soricina*. Se excluyeron de los análisis aquellas especies que presentaran un tamaño de muestra inferior a 6, por lo tanto, algunas especies no fueron incluidas en algunos análisis.

Interacciones planta-murciélago frugívoro. Para analizar las interacciones mutualistas entre las especies de murciélagos y las plantas se utilizaron redes de interacción bipartitas cuantitativas. Se obtuvo una matriz de interacciones a partir de las interacciones registradas en la dieta. Posteriormente se representó la matriz con redes bipartitas cualitativa y cuantitativa. Se calcularon métricas para describir la estructura de la red, incluyendo el número de interacciones, anidamiento (NODF), especialización complementaria (H_2), conectancia, modularidad y robustez (Jordano, et al., 2009; Ramos-Robles, et al., 2018). Dichos análisis se llevaron a cabo utilizando la paquetería Bipartite 2.18 (Dormann, et al., 2008) del programa estadístico R.

RESULTADOS

COMUNIDAD DE MURCIÉLAGOS

Fueron capturados 1 984 murciélagos frugívoros pertenecientes a 18 especies de la familia Phyllostomidae, de los cuales *Artibeus jamaicensis* fue la especie más abundante del sitio, seguida de *Glossophaga soricina* y *A. lituratus* (Tabla 1). El esfuerzo de muestreo fue de 39 487 h·m². El índice de diversidad de Margalef mostró una diversidad media en el sitio ($D_{Mg} = 2.24$), mientras que el valor del índice de dominancia de Simpson ($D = 0.67$) y el índice de equitatividad ($J = 0.26$) indicaron que en el sitio había dominancia y baja equitatividad. La curva de acumulación de especies indicó que la representatividad del muestreo estuvo alrededor del 94%, el estimador predijo una especie más de las observadas (Figura 2).

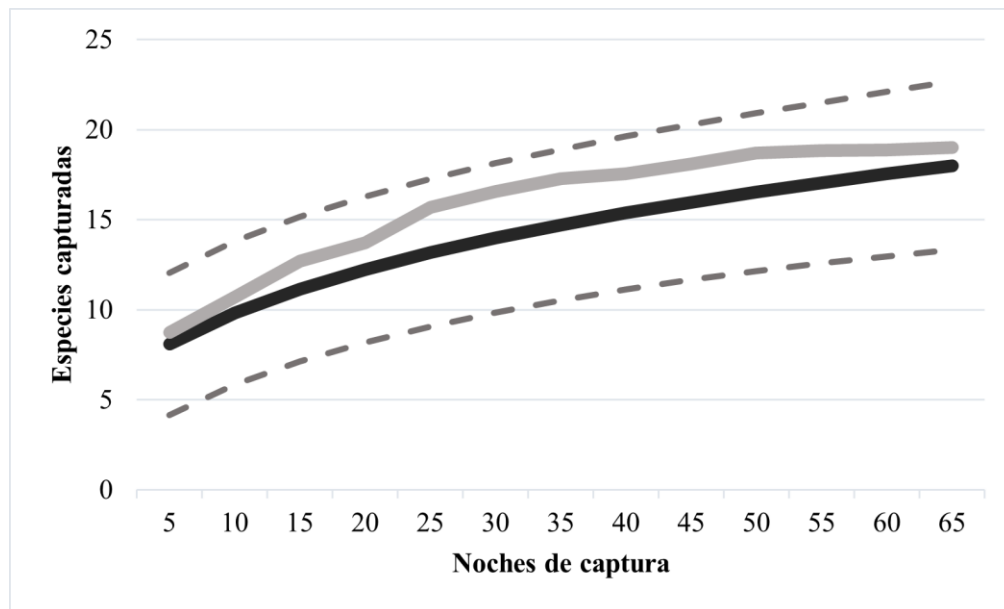


Figura 2. Curva de acumulación de especies de murciélagos frugívoros-nectarívoros en Tecpan de Galeana, Guerrero. La línea continua negra indica la riqueza de especies observada. Línea continua gris muestra valores del estimador de riqueza Chao-1. Líneas discontinuas grises indican el intervalo de confianza al 95%.

Tabla 1. Especies de murciélagos frugívoros capturadas en Tecpan de Galeana, Guerrero.

| SUBFAMILIA | ESPECIE | N | MUESTRAS ¹ |
|-----------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------|
| Stenodermatinae | <i>Artibeus jamaicensis</i> | 1 054 | 445 |
| | <i>Artibeus lituratus</i> | 182 | 50 |
| | <i>Dermanura phaeotis</i> | 150 | 49 |
| | <i>Dermanura tolteca</i> | 26 | 11 |
| | <i>Sturnira lillium</i> | 11 | 3 |
| | <i>Dermanura watsoni</i> | 3 | 0 |
| | <i>Uroderma bilobatum</i> | 3 | 1 |
| | <i>Centurio senex</i> | 2 | 1 |
| | <i>Dermanura azteca</i> | 2 | 0 |
| | <i>Sturnira ludovici</i> | 1 | 0 |
| Carolliinae | <i>Carollia subrufa</i> | 9 | 7 |
| Glossophaginae | <i>Glossophaga soricina</i> | 274 | 182 |
| | <i>Glossophaga commissarisi</i> | 135 | 83 |
| | <i>Glossophaga morenoi</i> | 116 | 72 |
| | <i>Glossophaga sp.</i> ² | 8 | 5 |
| | <i>Choeroniscus godmani</i> | 3 | 2 |
| | <i>Leptonycteris yerbabuenae</i> | 3 | 2 |
| | <i>Musonycteris harrisoni</i> | 1 | 0 |
| | <i>Anoura geoffroyi</i> | 1 | 0 |
| | | 1984 | 913 |

¹Número de muestras fecales obtenidas por especie. ²Individuos identificados a nivel de género por falta de algunos dientes incisivos inferiores.

De las especies registradas en la comunidad, *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *Dermanura phaeotis*, *G. soricina*, *G. commissarisi* y *G. morenoi* fueron las especies más abundantes, capturándose un total de 1 911 individuos. De éstos, se capturaron 784 individuos con muestras fecales, con un total de 405 hembras, de las cuales el 18% eran gestantes, 18% estaban lactando y el resto mostraron inactividad reproductiva. Para el caso de machos, se registraron 379 individuos, de los cuales 45% fueron activos reproductivamente y los restantes inactivos (Anexo 2).

COMUNIDAD DE PLANTAS CONSUMIDAS

Se registraron 11 morfotipos de semillas en las excretas, de los cuales se identificaron siete morfotipos dentro del género *Ficus*, dos morfotipos del género *Solanum* y las especies *Muntingia calabura* y *Cecropia obtusifolia* (Figura 3). Los morfotipos más consumidos por los murciélagos fueron *Ficus pertusa*, *Ficus insipida* y *M. calabura* (Tabla 2).

A. jamaicensis y *A. lituratus* consumieron principalmente semillas de *F. insipida* y *F. pertusa*, mientras que *D. phaeotis*, *G. commissarisi* y *G. soricina* consumieron *M. calabura* y *Ficus* sp. 4 en mayor proporción. *G. morenoi* consumió en mayor proporción *M. calabura*, seguido de *Ficus* sp. 4 y *F. insipida*. En el caso de *Dermanura tolteca* consumió principalmente *Ficus* sp. 4 y *Ficus* sp. 3 (Tabla 2).

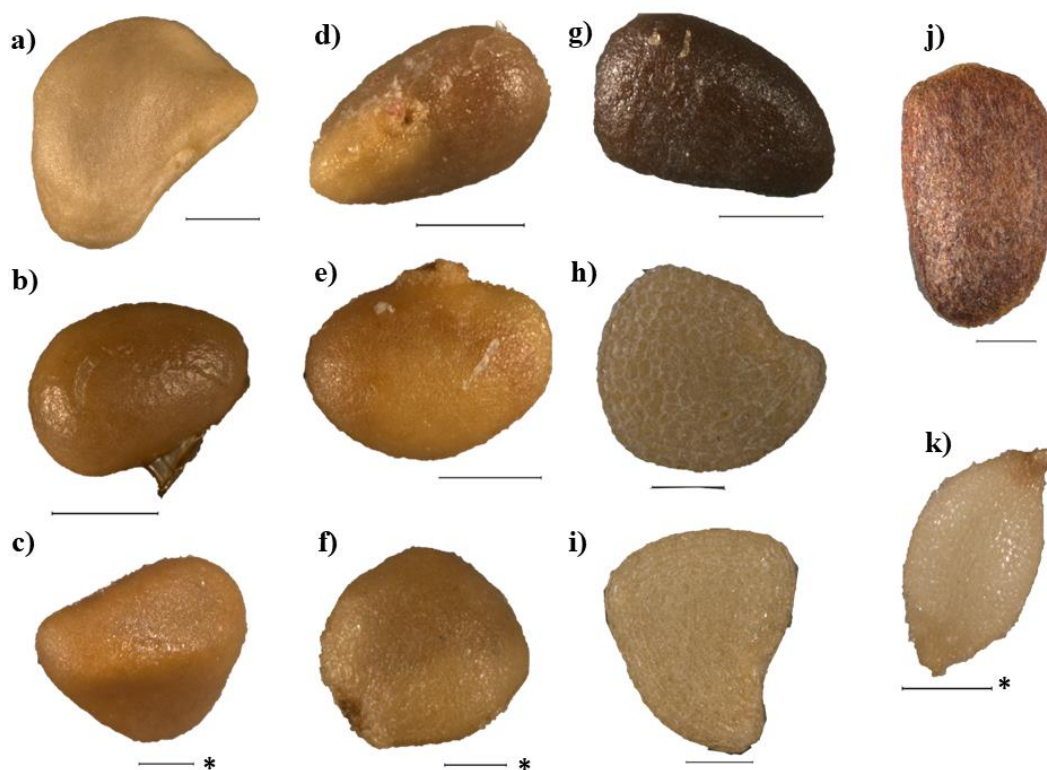


Figura 3. Semillas encontradas en heces fecales de murciélagos en Tecpan de Galeana, Guerrero. Escala: líneas sin asterisco indican escala de 0.5 mm, líneas con asterisco indican escala de 0.2 mm. a) *Ficus insipida*, b) *Ficus pertusa*, c) *Ficus* sp. 1, d) *Ficus* sp. 2, e) *Ficus* sp. 3, f) *Ficus* sp. 4, g) *Ficus* sp. 5, h) *Solanum* sp. 1, i) *Solanum* sp. 2, j) *Cecropia obtusifolia*, k) *Muntingia calabura*.

Tabla 2. Porcentaje de ocurrencia de morfotipos de semillas registradas en excretas de murciélagos en Tecpan de Galeana, Guerrero.

| Morfotipo de semilla | Especie de murciélago ¹ | | | | | | | Total ³ |
|-----------------------------|------------------------------------|----|----|------|----|----|----|--------------------|
| | Aj | Al | Dp | Dt | Gc | Gm | Gs | |
| Muntingiaceae | | | | | | | | |
| <i>Muntingia calabura</i> | 9 | 3 | 37 | | 46 | 65 | 64 | 19.5 |
| Moraceae | | | | | | | | |
| <i>Ficus insipida</i> | 26 | 29 | 7 | | 12 | 12 | | 20.6 |
| <i>Ficus pertusa</i> | 39 | 55 | 10 | | 4 | 6 | 4 | 31.1 |
| <i>Ficus</i> sp. 1 | 0 ² | | | | 4 | | | 0.5 |
| <i>Ficus</i> sp. 2 | 6 | | | 12.5 | 4 | | | 3.7 |
| <i>Ficus</i> sp. 3 | 7 | 3 | 10 | 37.5 | 8 | 6 | 4 | 7.2 |
| <i>Ficus</i> sp. 4 | 8 | 6 | 23 | 50 | 23 | 12 | 25 | 12.6 |
| <i>Ficus</i> sp. 5 | 4 | 3 | | | | | | 2.6 |
| Solanaceae | | | | | | | | |
| <i>Solanum</i> sp. 1 | | | 10 | | | | | 0.8 |
| <i>Solanum</i> sp. 2 | | | 3 | | | | 4 | 0.5 |
| Urticaceae | | | | | | | | |
| <i>Cecropia obtusifolia</i> | 1 | | | | | | | 0.5 |

¹Aj: *Artibeus jamaicensis*, Al: *Artibeus lituratus*, Dp: *Dermanura phaeotis*, Dt: *Dermanura tolteca*, Gc: *Glossophaga commissarisi*, Gm: *Glossophaga morenoi*, Gs: *Glossophaga soricina*. ²Valor (0.4) redondeado a cero. ³Valores obtenidos del número de semillas registradas por cada morfotipo de semillas entre el total de todos los morfotipos de plantas.

INFLUENCIA DE FACTORES INTRÍNSECOS.

Sexo

No existieron diferencias significativas entre machos y hembras en el consumo de ítems en ninguna de las especies analizadas (*A. jamaicensis*: $P = 0.21$. *A. lituratus*: $P = 0.24$, *G. commissarisi*: $P = 0.84$, *G. soricina*: $P = 0.95$; Figura 4). Asimismo, no se encontraron diferencias significativas entre hembras y machos en el consumo de los distintos morfotipos de frutos en *A. jamaicensis* ($P = 0.64$) ni en *G. commissarisi* ($P = 0.24$) (Figura 5).

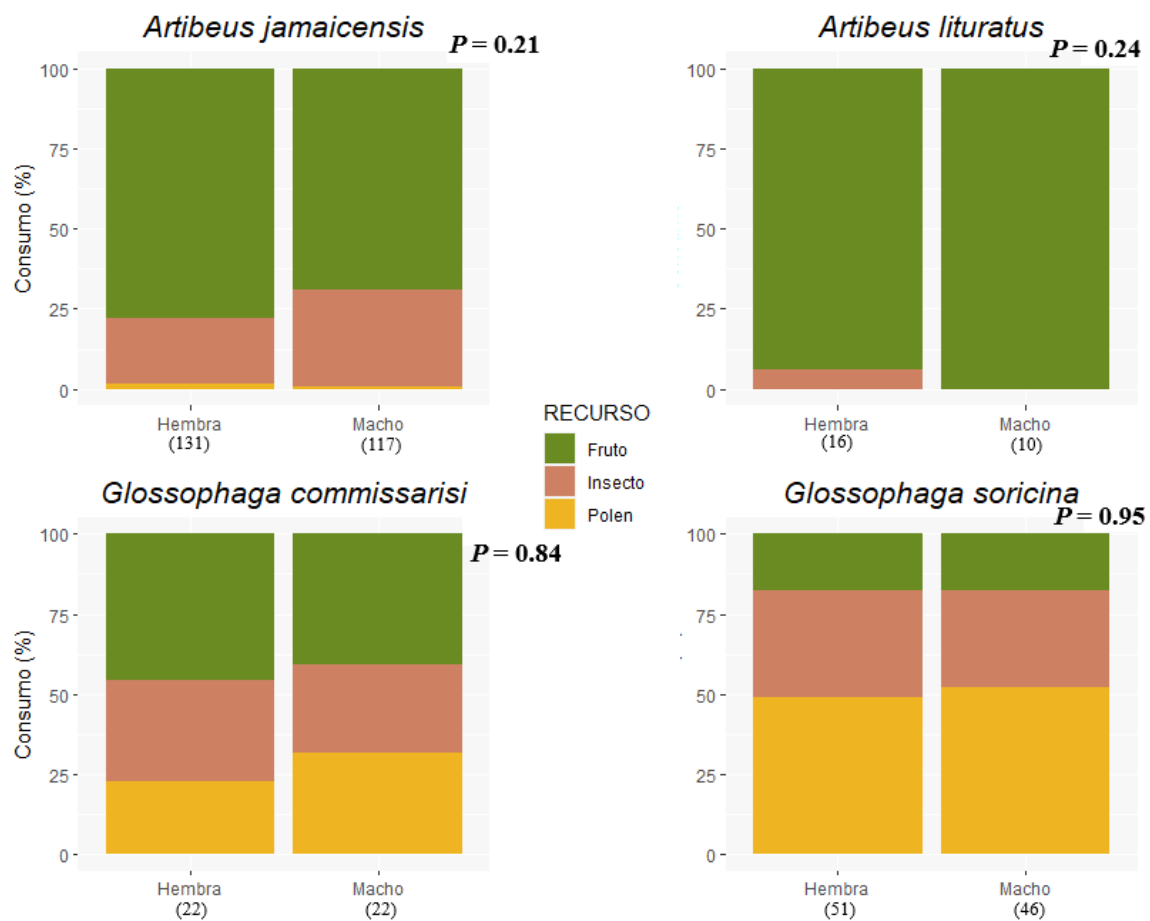


Figura 4. Porcentaje de consumo de ítems según el sexo de individuos reproductivamente inactivos. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra.

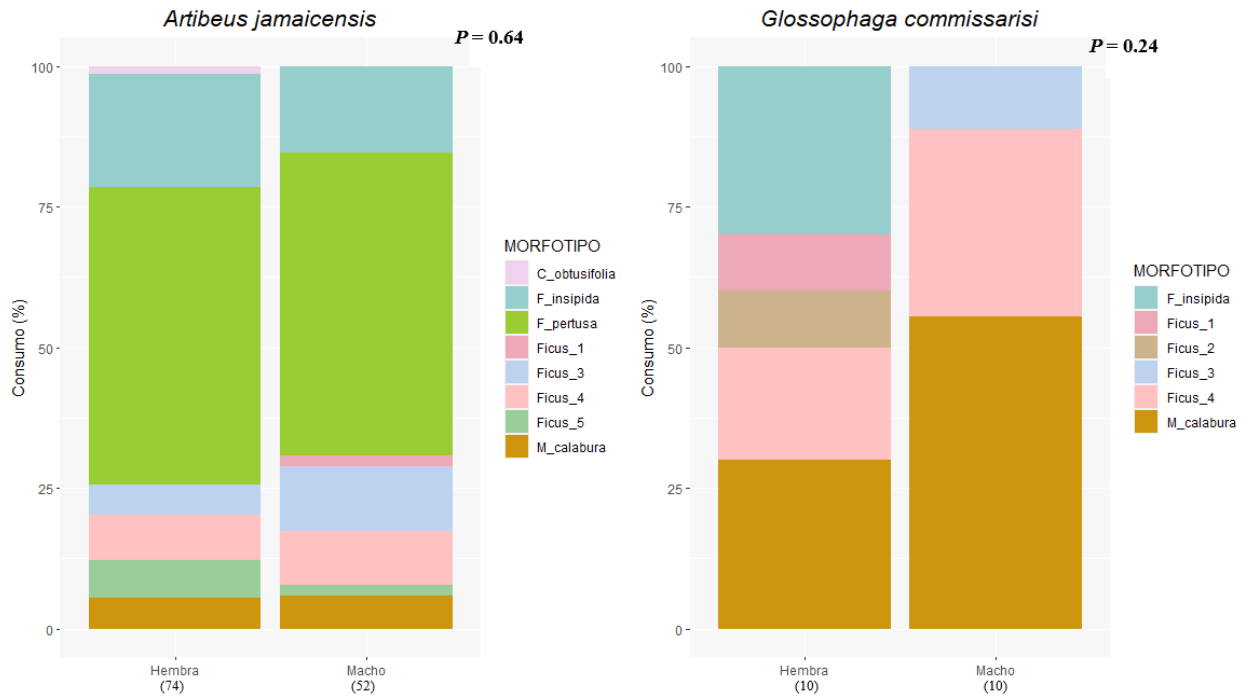


Figura 5. Porcentaje de consumo de morfotipos de frutos según el sexo de individuos sexualmente inactivos. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra.

Estado reproductivo

Las hembras gestantes, lactantes e inactivas de las cinco especies con mayor cantidad de muestras fecales no presentaron diferencias en el consumo de los tres ítems evaluados (*A. jamaicensis*: $P = 0.59$, *D. phaeotis*: $P = 0.66$, *G. commissarisi*: $P = 0.60$, *G. morenoi*: $P = 0.14$, *G. soricina*: $P = 0.12$; Figura 6). En contraste, considerando el consumo de los distintos morfotipos de frutos, las hembras gestantes de *A. jamaicensis* presentaron un consumo más restringido de morfotipos de frutos en comparación con las hembras inactivas ($P < 0.001$; Figura 7).

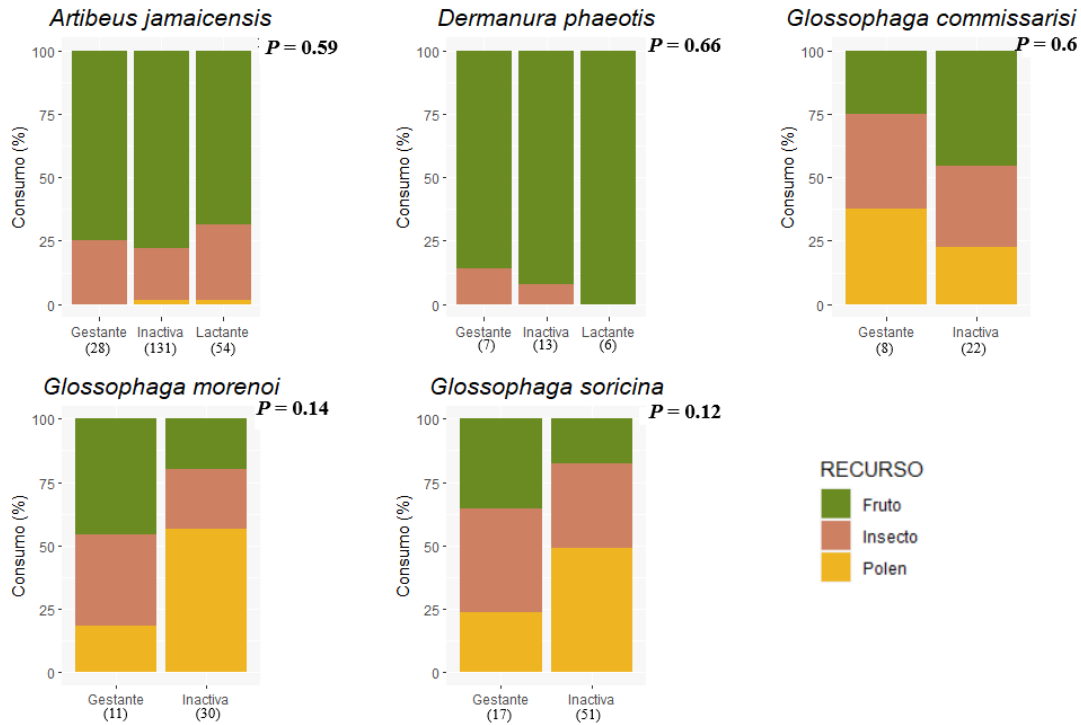


Figura 6. Porcentaje de consumo de ítems según el estado reproductivo de los individuos. Números entre paréntesis indican tamaño de muestra.

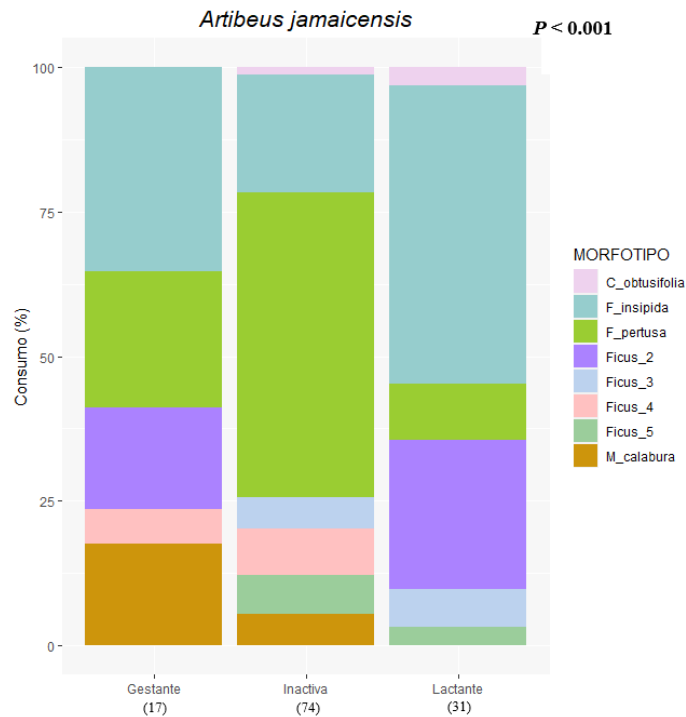


Figura 7. Porcentaje de consumo de morfotipos de frutos según el estado reproductivo de los individuos de *A. jamaicensis*. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra.

Edad

El consumo de los distintos ítems fue similar entre los adultos y juveniles de las especies analizadas (*A. jamaicensis*: $P = 0.16$, *G. commissarisi*: $P = 0.92$, *G. soricina*: $P = 0.75$; Figura 8). De igual manera, no existieron diferencias significativas en el consumo de los distintos morfotipos de frutos entre adultos y juveniles de *A. jamaicensis* ($P = 0.32$) ni de *G. commissarisi* ($P = 0.11$; Figura 9).

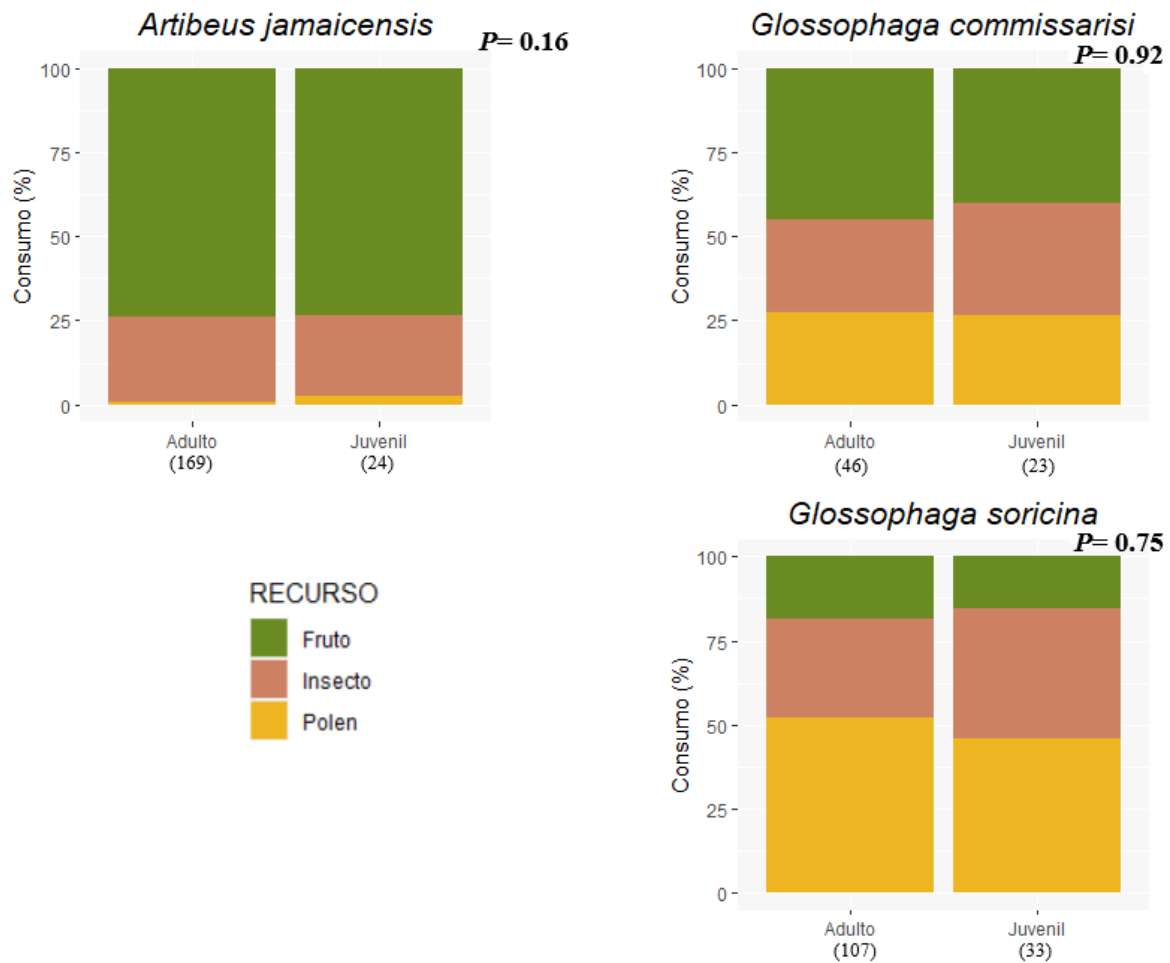


Figura 8. Porcentaje de consumo de ítems según la edad de los individuos. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra. Se utilizaron los datos de todos los individuos con muestras debido a que no se encontraron diferencias en los demás factores intrínsecos.

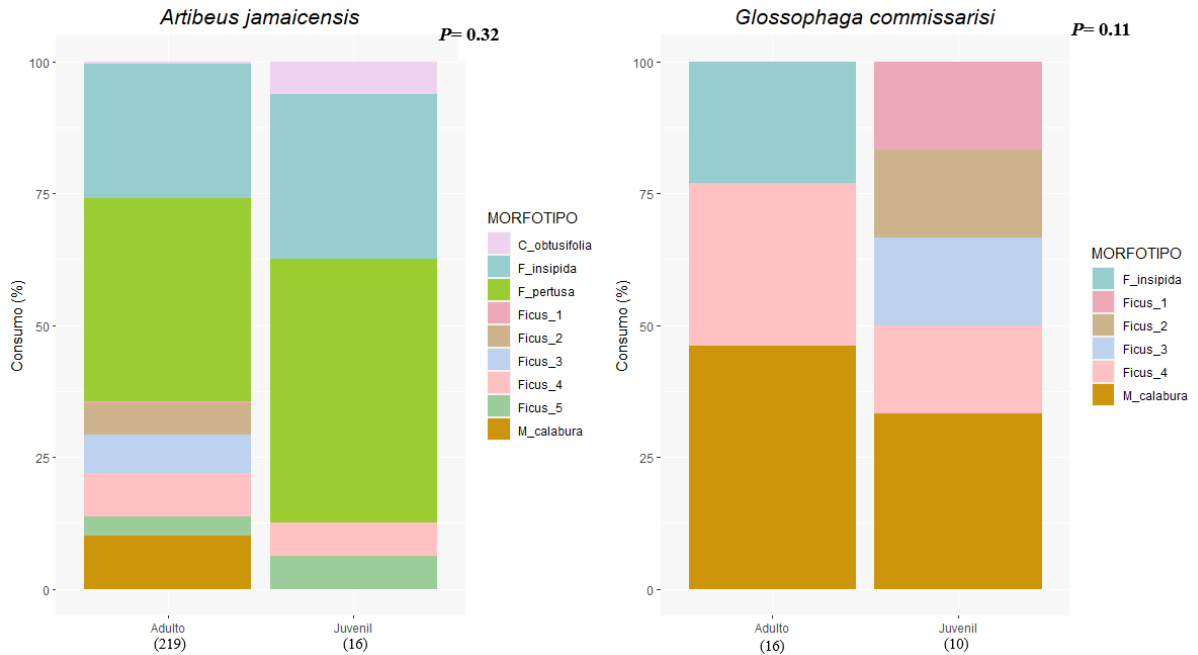


Figura 9. Porcentaje de consumo de morfotipos de frutos según la edad de los individuos. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra.

INFLUENCIA DE FACTORES EXTRÍNSECOS.

Variación temporal en el consumo de diferentes recursos

Analizando el consumo de frutos, polen e insectos en las cuatro especies más abundantes, *A. jamaicensis* mostró dos picos de consumo de frutos (uno a fines de la temporada húmeda y otro durante la temporada seca), mientras que *G. soricina* consume frutos principalmente durante la temporada húmeda y polen durante la temporada seca (Figura 10). En contraste *G. commissarisi* y *G. morenoi* presentaron consumo de frutos en ambas temporadas. Con relación al consumo de polen, *G. morenoi* ($P < 0.001$), *G. soricina* ($P < 0.001$), y *G. commissarisi* ($P < 0.001$) presentaron mayor consumo durante la temporada seca (Figura 11). Finalmente, se observó un aumento en el consumo de insectos durante la temporada húmeda en las cuatro especies (Figura 10).

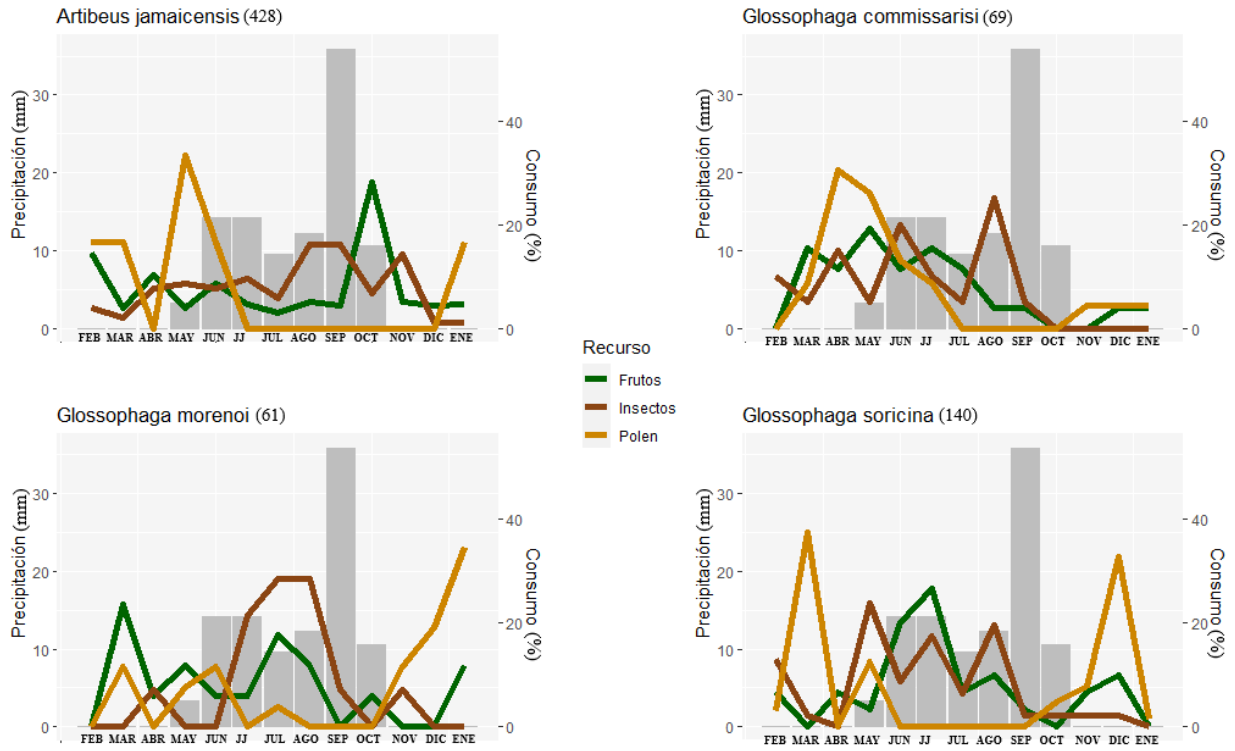


Figura 10. Porcentaje de consumo de ítems a lo largo del año en cuatro de las especies más abundantes. Barras grises indican promedio de precipitación mensual. Números entre paréntesis en cada especie indican el tamaño de muestra.

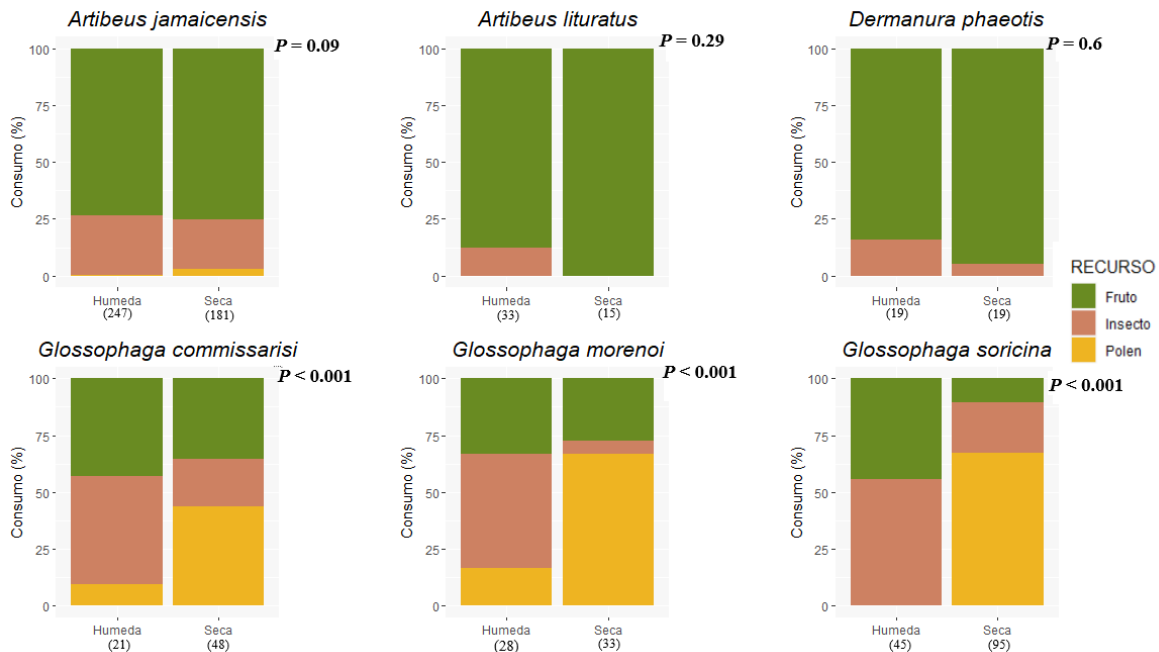


Figura 11. Proporción de consumo de ítems según la temporada en el bosque tropical seco. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra.

Variación temporal en el consumo de morfotipos de frutos.

Con relación al consumo de los distintos morfotipos de frutos, *A. jamaicensis* ($P < 0.001$) consumió en mayor proporción *F. pertusa* en temporada húmeda, pero menor proporción de *Ficus sp. 2*. En el caso de *G. soricina*, éste consumió una mayor variedad de morfotipos durante la temporada seca ($P < 0.001$), mientras que en *G. commissarisi* no se notaron diferencias entre temporadas (Figura 12).

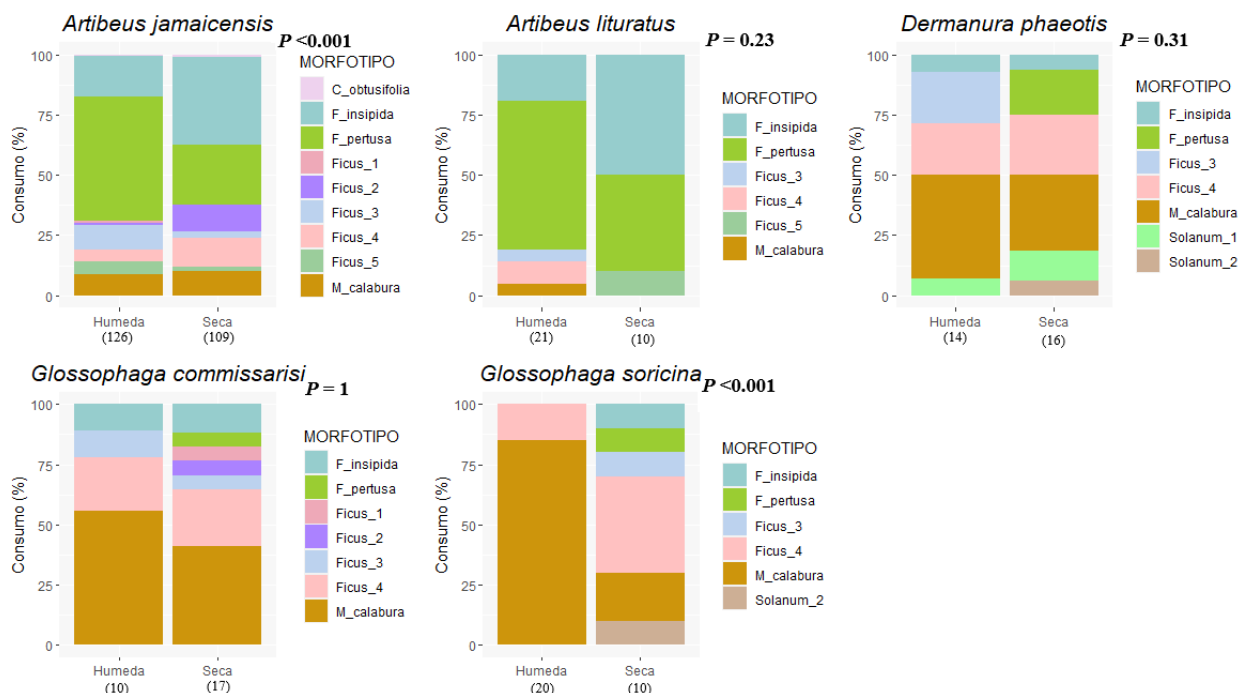


Figura 12. Proporción de consumo de morfotipos de frutos según la temporada en el bosque tropical seco. Números entre paréntesis bajo las barras indican tamaño de muestra.

Interacciones murciélago – planta.

Se registró la interacción entre 10 especies de murciélagos consumidores de frutos y 11 plantas con frutos consumidos. *A. jamaicensis* fue la especie consumidora en la que se registró un mayor número de interacciones con diferentes plantas (9), seguida por *D. phaeotis* (7) y *G. commissarisi* (7). Las plantas consumidas por más especies de murciélagos fueron *Ficus sp. 3* (7), *Ficus sp. 4* (7), *F. insipida* (7), *M. calabura* (6) y *F. pertusa* (6). Tres especies de murciélagos (*S. lilium*, *C. godmani* y *U. bilobatum*), solo interactuaron con una especie de planta, mientras que las semillas de *C. obtusifolia* y *Solanum sp. 1* solo interactuaron con una especie de murciélago (Figura 13). La red presenta una estructura anidada (NODF = 68.04), además se encontró una baja especialización ($H_2 = 0.21$). el valor de conectancia fue de 0.40,

la modularidad fue de 0.24 y los valores de robustez para murciélagos y plantas fueron de 0.66 y 0.67, respectivamente.

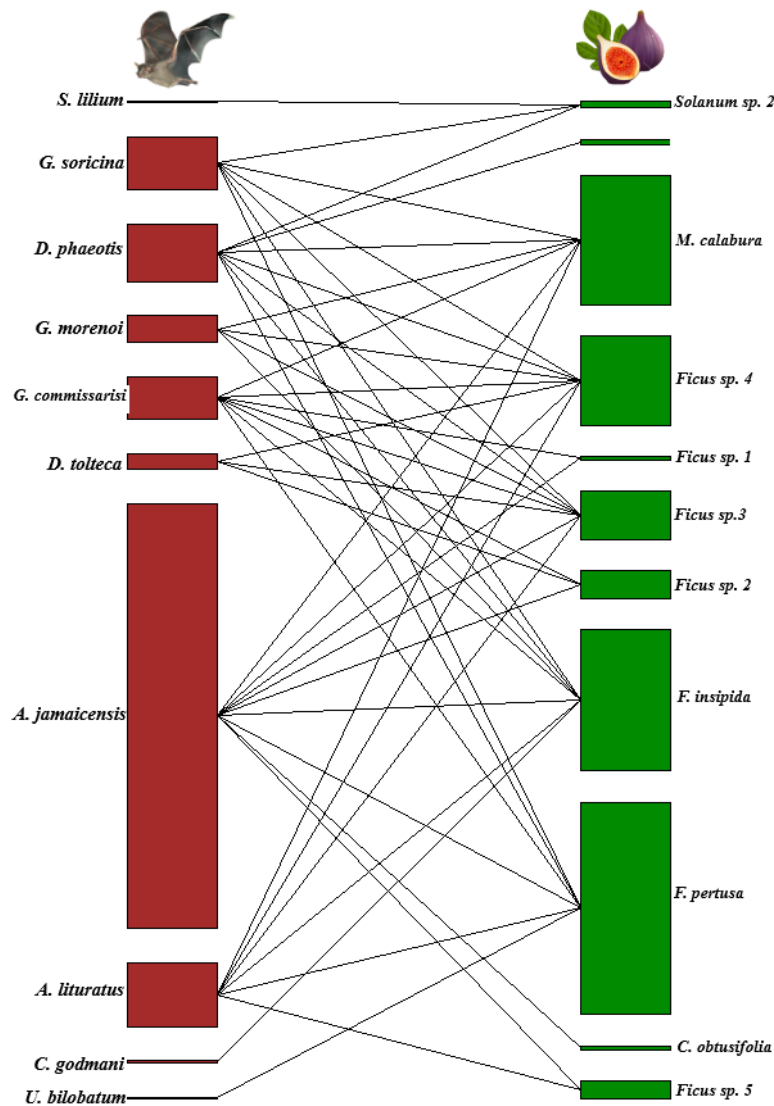
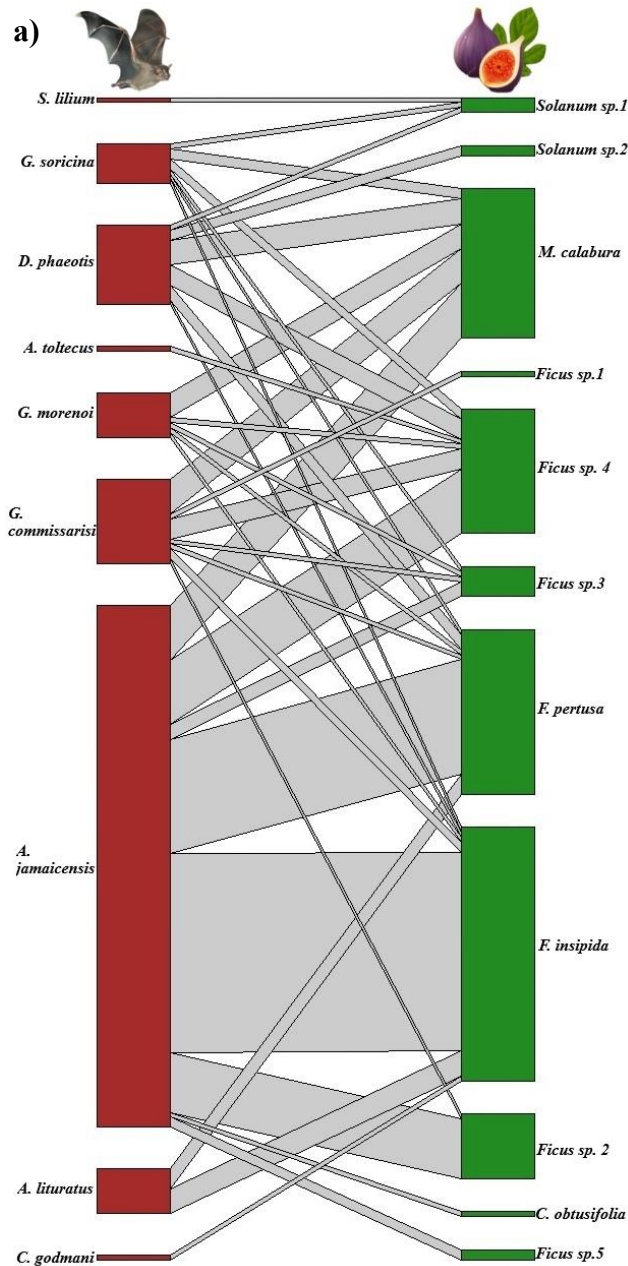


Figura 13. Interacción entre murciélagos consumidores de frutos (rectángulos rojos) y las plantas consumidas (rectángulos verdes), el tamaño de los rectángulos esta dado por el tamaño de muestra de individuos de cada especie interactuante.

Las redes de interacción durante las dos temporadas en el bosque tropical seco fueron similares. Durante la temporada húmeda se encontró la interacción entre ocho especies de murciélagos y diez especies de plantas, mientras que durante la temporada seca se registró la interacción entre nueve especies de murciélagos y once especies de plantas. Durante la temporada seca se registró un mayor consumo de *F. insipida*, principalmente por *A. jamaicensis* (Figura 14a), mientras que en la temporada húmeda el consumo de *F. pertusa*

y *M. calabura* fue mayor (Figura 14b). Ambas redes presentan una estructura anidada (NODF secas = 71.96, NODF húmeda = 70.28), asimismo, se registró una baja especialización en ambas temporadas (H_2 seca = 0.20, H_2 húmeda = 0.30). El valor de conectancia en las dos temporadas fue de 0.37, la modularidad fue de 0.22 en la temporada seca y de 0.29 en la húmeda. Los valores de robustez para murciélagos y plantas fueron de 0.61 y 0.66, respectivamente en la temporada seca y de 0.60 y 0.65 en la húmeda.



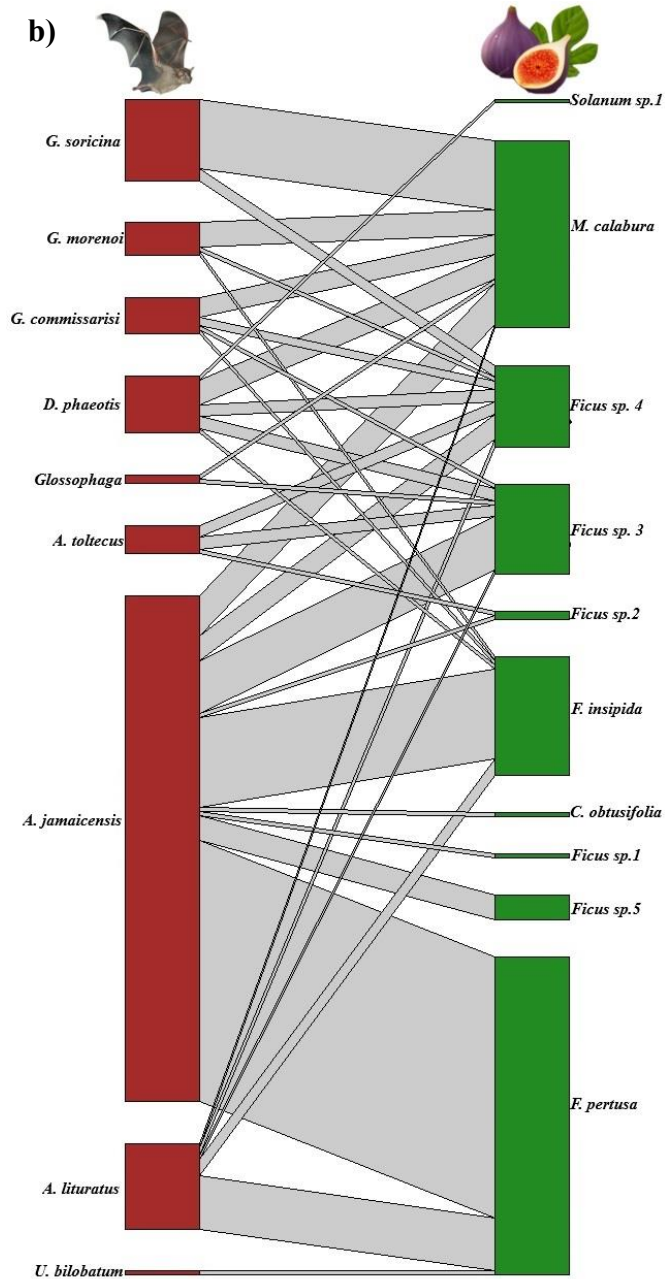


Figura 14. Red de interacción cuantitativa entre los murciélagos consumidores de frutos (rectángulos rojos) y las plantas consumidas (rectángulos verdes) durante a) temporada seca y b) temporada húmeda. El tamaño de los rectángulos está dado por el tamaño de muestra de individuos de cada especie interactuante. El ancho de los enlaces muestra la intensidad del enlace.

Solapamiento de nicho

El análisis de similitud formó dos grupos, de los cuales, en uno se congregaron a las tres especies de *Glossophaga* con mayor solapamiento entre sí y en otro grupo a las tres especies de *Artibeus* con menor solapamiento entre sí (Anexo 4). Las especies entre las cuales se registró el mayor solapamiento de nicho alimentario fueron las tres especies de *Glossophaga* seguidas de *A. jamaicensis* y *A. lituratus*. (Figura 15; Anexo 5).

Las dos especies de *Glossophaga* con mayor traslape de nicho (i.e. *G. morenoi* y *G. soricina*) presentaron picos de abundancia similar durante el año (Figura 16a) pero diferente entre sitios (Figura 16b). De igual manera, para el caso de las especies de *Artibeus* con mayor traslape (i.e., *A. jamaicensis* y *A. lituratus*), presentaron picos de abundancia similar durante el año (Figura 17a) pero contratante entre sitios (Figura 17b).

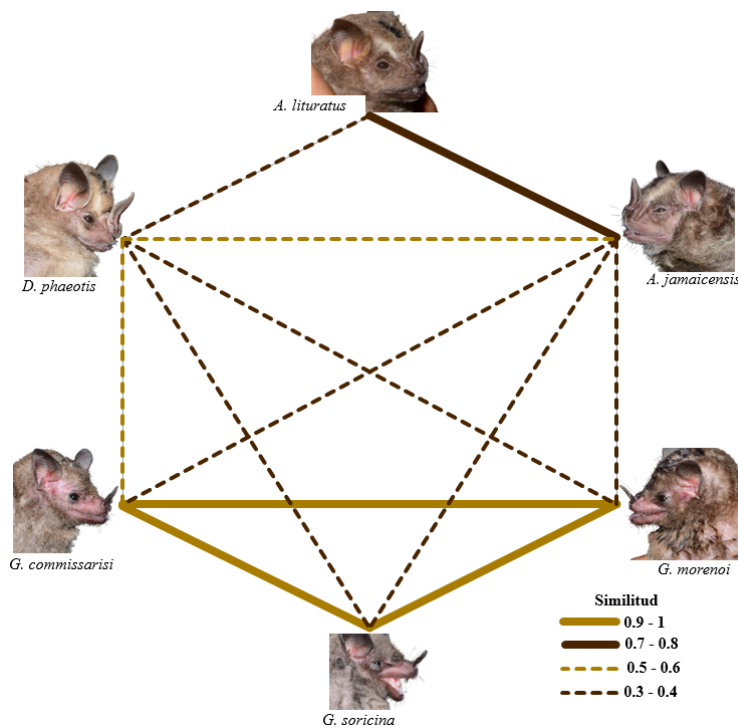


Figura 15. Solapamiento entre seis especies de murciélagos basado en el índice de Pianka. Las especies con solapamiento menor a 0.3 no presentan líneas.

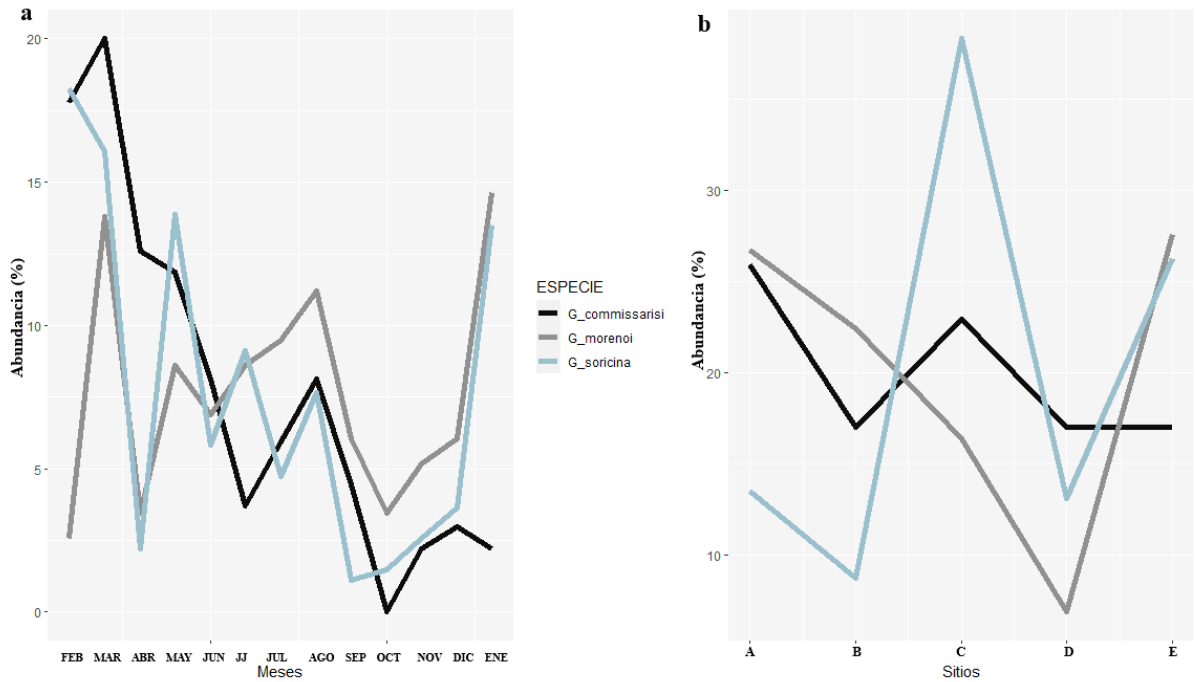


Figura 16. Porcentaje de capturas de las especies de *Glossophaga* entre a) meses de captura y b) sitios de captura (ver Figura 1). J-J indica muestreo entre finales del mes de junio y principios de julio.

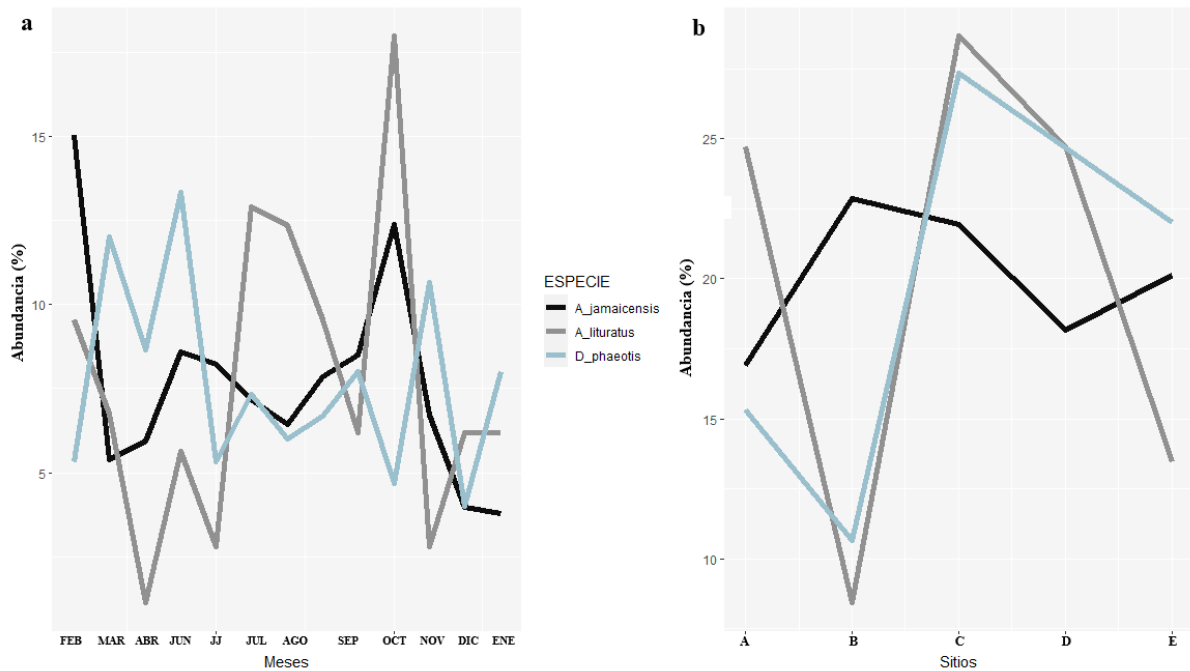


Figura 17. Porcentaje de capturas de las especies de *Artibeus* y *Dermanura* entre a) meses de captura y b) sitios de captura (ver Figura 1). J-J indica muestreo entre finales del mes de junio y principios de julio.

DISCUSIÓN

Este es el primer estudio en el neotrópico que evalúa la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos en la variación de la dieta en una comunidad de murciélagos frugívoros. Contrario a lo esperado, no se encontró influencia de los factores intrínsecos en la dieta de los murciélagos frugívoros, a excepción de las hembras gestantes de *A. jamaicensis*. Además, se encontró que la estacionalidad si influyó en la dieta, este hecho nos da un panorama más amplio sobre el papel que juega este factor extrínseco, en comparación con los factores intrínsecos.

La comunidad de murciélagos presente está dominada por especies del género *Artibeus*, *Dermanura* y *Glossophaga*, lo cual difiere en parte con lo encontrado en otras comunidades de frugívoros de bosque tropical seco, donde dominan especies del género *Artibeus*, *Uroderma* y *Carollia* (Ríos y Pérez, 2015), *Artibeus*, *Sturnira* y *Glossophaga* (Novoa, et al., 2011), *Leptonycteris* y *Sturnira* (Cornejo, 2007) y *Artibeus* y *Glossophaga* (Avila-Cabadilla, et al., 2009). Algunas de estas diferencias pueden estar atribuidas a la diferente composición vegetal, factores abióticos o geográficos de cada uno de estos sitios.

COMUNIDAD DE PLANTAS

La comunidad de plantas consumidas por la comunidad de murciélagos estuvo dominada por el género *Ficus*, el cual es un género común encontrado en la dieta de murciélagos frugívoros (Lou y Yurrita, 2005; Novoa, et al., 2011; Ríos y Pérez, 2015; Aroca, et al., 2016; Ramos y Cevillano, 2019). Asimismo, se observó un alto consumo de *Muntingia calabura*, especie cuyo consumo también ha sido reportado para diversos murciélagos frugívoros (e.g. *Carollia perspicillata*, *C. subrufa*, *G. soricina* y *D. phaeotis*) (Fleming, et al., 1985). Sin embargo, nunca había sido registrada previamente en heces fecales. Otros géneros de plantas registradas usualmente consumidas por murciélagos frugívoros son *Piper* y *Solanum* (López y Vaughan, 2007; Sánchez, et al., 2012; Suárez y Montenegro, 2015; Vleut, et al., 2015; Casallas-Pabón, et al., 2017; Castaño, et al., 2018; Hinojosa, et al., 2021). De éstos, solo el último fue registrado en el presente estudio, pero en bajo porcentaje, lo cual puede estar relacionado con diferencias en la comunidad de plantas existentes en el sitio.

Una de las limitantes observadas en este estudio, es la nula información sobre la comunidad de plantas presentes en la región, así como la identificación de las semillas a nivel

de especie, lo cuál coincide con otros estudios (Novoa, et al., 2011; Vleut, et al., 2015; Ramos y Cevillano, 2019; Carrillo-Villamizar, et al., 2022), especialmente con semillas del género *Ficus* (Ibarra-Manríquez, et al., 2012).

INFLUENCIA DE FACTORES INTRÍNSECOS

Sexo y estado reproductivo

De acuerdo con lo esperado e igual a lo reportado en otras especies frugívoras (*A. jamaicensis* (Herrera, et al., 2001) y *Carollia perspicillata* (Alviz y Pérez, 2020)), las hembras y machos inactivos presentaron dietas similares, lo cual se puede atribuir a que sus necesidades fisiológicas son similares.

Por otro lado, se esperaba que las hembras durante la temporada reproductiva (gestación y lactancia) presentaran dietas distintas a las hembras no reproductivas y que fuese restringida a recursos más específicos. Sin embargo, aunque no se encontraron diferencias en cuanto al consumo de los tres tipos de recursos en las cinco especies analizadas, en *A. jamaicensis* se encontró que las hembras gestantes consumen una menor variedad de morfotipos en comparación con las hembras inactivas y lactantes. Herrera et al. (2001) reportaron que *A. jamaicensis* obtiene proteínas principalmente de las plantas, lo cual puede explicar la poca variación en su alimentación en cuanto al tipo de ítem consumido y la mayor especificidad en cuanto al morfotipo de fruto que consume.

De igual manera, Bohlender y colaboradores (2018) y Alvis y Pérez (2020), han reportado que las hembras lactantes hacen un uso más restringido de plantas en comparación con hembras gestantes y machos. A diferencia de esos estudios, no se ha encontrado diferencias en las hembras lactantes, mientras que en las gestantes sí, esto podría deberse a la especie o a la composición de la vegetación en la cual se estudiaron.

Edad

Se ha documentado que muchos animales cambian con la edad su comportamiento de búsqueda, habilidades de alimentación, necesidades fisiológicas o energéticas o en su capacidad competitiva por el alimento, por ende, pueden existir diferencias en la dieta entre juveniles y adultos (Hamilton y Barclay, 1998). Con relación a esto, algunos estudios han observado diferencias en la alimentación de adultos y juveniles (Rolseth, et al., 1994;

Hamilton y Barclay, 1998; Maynard, et al., 2019). Por ejemplo, Maynard, et al., 2019 mencionan que los juveniles buscan alimento en áreas más densas y con mayor cobertura.

Sin embargo, en este estudio, contrario a lo que se esperaba, en las tres especies que fueron analizadas, los murciélagos adultos y juveniles consumieron ítems y frutos similares. Posiblemente esto se deba a la composición de plantas o la abundancia del recurso en el bosque estudiado, lo cual le brinda la posibilidad a adultos y juveniles de aprovechar recursos similares. Por otro lado, si las habilidades de búsqueda de alimento o competencia por este no sean necesariamente impedimento para que los juveniles exploten los recursos que están disponibles a su alrededor, posiblemente por esa razón pudieron presentar dietas similares.

INFLUENCIA DE FACTORES EXTRÍNSECOS

Variación temporal en el consumo de ítems

En general, se observó que a lo largo del año el consumo de frutos es continuo, presentando picos de consumo en distintos meses, dependiendo de la especie. Esto puede deberse a que su principal alimento (diversas especies de *Ficus*) suele fructificar a lo largo del año (Ibarra-Manríquez, et al., 2012), al igual que *Muntingia calabura*, otra de las principales plantas consumidas (Fleming, et al., 1985).

Por otro lado, el mayor consumo de insectos y polen fue durante la temporada húmeda y seca respectivamente. Esto puede responder a que la estacionalidad del bosque tropical seco influye en los ritmos de floración (Sperr, et al., 2011) y emergencia de diversos insectos (Rúa-Rivillas y Roldán-Pérez, 2008; Trapero-Quintana, et al., 2021).

Contrario a *A. jamaicensis*, *A. lituratus* y *D. phaeotis*, se encontraron diferencias en el consumo de los diferentes ítems en las tres especies de *Glossophaga* en ambas temporadas. Lo anterior puede deberse a que las especies de este género consumen polen indirectamente en busca del néctar, cuyo recurso depende de la estacionalidad del bosque tropical seco, puesto que durante la temporada húmeda fue nulo su consumo.

Variación temporal en el consumo de morfotipos de frutos

La variedad de morfotipos de frutos consumidos en general fue menor durante la temporada húmeda en especies de *Glossophaga*. A diferencia de *A. lituratus*, *G. commissarisi* y *G. soricina* consumieron una menor variedad de morfotipos de frutos en la temporada

húmeda. Esto puede deberse a que las especies *Glossophaga* durante la temporada seca complementaron su alimentación con frutos que había disponibles, mientras que, en la temporada húmeda, cuando los frutos son más abundantes su dieta la basaron ciertas especies (e.g., *M. calabura*) que posiblemente eran más abundantes y el recurso era suficiente. Por otro lado, *A. lituratus*, consumió principalmente dos especies de *Ficus* (*F. insipida* y *F. pertusa*) disponibles a lo largo del año e incluyó otras especies que pudieron encontrarse probablemente más abundantes durante la temporada húmeda.

Se encontraron diferencias en la proporción de frutos consumidos entre temporadas en *A. jamaicensis* y *G. soricina*. Lo anterior puede ser debido a que ambas especies durante la temporada húmeda consumieron en mayor porcentaje ciertas especies de plantas (frutos de *F. pertusa* y *M. calabura* respectivamente). En el resto de las especies no existieron diferencias en la proporción de frutos consumidos entre temporadas, quizá porque las plantas que consumieron suelen fructificar a lo largo del año. De igual manera, otros estudios tampoco han encontrado diferencias en el consumo de plantas durante la temporada seca y húmeda (e. e., Suárez y Montenegro, 2015).

Interacciones murciélago - planta

Similar a lo reportado en otros estudios (e.g., Zapata-Mesa, et al., 2017; Carrillo-Villamizar, et al., 2022), se observó que las especies de murciélagos interactuaron con varias especies de plantas, siendo solo unas pocas especies de éstas las que interaccionan con una especie de murciélago. Aunado a esto, se encontró que las especies de murciélagos más abundantes mantienen interacciones con un mayor número de especies de plantas, lo cual coincide con Carrillo-Villamizar, et al., 2022 y Zapata-Mesa, et al., 2017. Esto puede estar relacionado a las capturas, puestos que esas especies fueron mayormente capturadas. Las especies de plantas que fueron más comunes en la dieta interactuaron con varias especies de murciélagos, contrario a esto, Zapata-Mesa, et al., 2017 encontraron que las especies de plantas más comunes no interactuaron con muchas especies de murciélagos. Esta diferencia puede deberse a la composición vegetal y a la disponibilidad a lo largo del año de las plantas consumidas.

La estructura anidada que ha sido encontrada en este estudio suele ser común en las redes mutualistas, lo cual puede implicar la perpetuación de la comunidad ya que interactúan

especies generalistas con otras generalistas y especies especialistas interactuando con especies generalistas, lo que puede promover la perpetuación de especies raras y alternativas para que el sistema responda a las perturbaciones (Bascompte, et al., 2003; Jordano, et al., 2009; Zapata-Mesa, et al., 2017). Sin embargo, en otros estudios no se ha registrado este patrón en redes de interacción de murciélagos frugívoros, indicando que, dado que los frugívoros son generalistas que consumen frutos de varias plantas, la dispersión de semillas se considera un mutualismo difuso, por lo tanto, no necesariamente las redes de interacción planta – frugívoros serán anidadas (Zapata-Mesa, et al., 2017). Por otro lado, se observó una baja especialización, lo cual también puede contribuir a la perpetuación del sistema, debido a que las especies no dependen de ciertas especies de plantas o viceversa.

Los valores de conectancia y modularidad no fueron altos, mientras que los de robustez fueron más altos que los anteriores. Los valores registrados han sido similares a los encontrados en otros estudios, considerados como altos. Se ha documentado que la conectividad y la robustez están relacionadas, lo cual es importante para el mantenimiento de las interacciones, por tanto, los valores de robustez y anidamiento indican que la red puede ser estable, pero los cambios en la conectividad podrían traer pérdidas de esta estabilidad y tener implicaciones en el ecosistema (Gilbert, 2009; Zapata-Mesa, et al., 2017; Carrillo-Villamizar, et al., 2022).

En lo que respecta a las redes por temporada se observó poca diferencia entre el número de especies interactuantes entre cada temporada, puesto que la mayoría de las especies de murciélagos y plantas están presentes en ambas temporadas. Sin embargo, se observó que las tres especies de *Glossophaga*, presentaron un mayor número de interacciones durante la temporada seca, mientras que *A. lituratus* presentó lo contrario. A pesar de que las especies de *Glossophaga* durante la temporada seca disminuyen el consumo de frutos incrementan la variedad de estos, mientras que durante la temporada húmeda se vuelven más especialistas. Posiblemente las especies de *Glossophaga* durante dicha temporada, cuando disminuye la oferta de néctar, interactúan con pocas especies de plantas, puesto que aumenta la oferta de ese alimento y pueden consumir lo que esté disponible y abundante.

No se encontró diferencias entre la estructura de las redes temporales, ambas presentaron valores de anidamiento similares y altos, además la especialización fue baja

también para ambas temporadas. Por otro lado, los valores de conectancia, modularidad y robustez también fueron similares. En ambas temporadas la estructura de las redes es estable y puede ser resistente a las perturbaciones.

Por otro lado, en un estudio realizado por Carrillo-Villamizar y colaboradores (2022) reportaron un mayor número de interacciones y de especies interactuantes durante la temporada húmeda, a diferencia de este estudio. Sin embargo, en dicho estudio las temporadas fueron consideradas en distintos años.

Solapamiento de nicho

Las tres especies del género *Glossophaga* registraron un alto índice de solapamiento del nicho alimenticio, lo cual puede explicarse por su gran similitud morfológica (e.g., tamaño corporal y de hocico) y similar amplitud de dieta, ya que utilizan otros tipos de recursos además del néctar. Por otro lado, en las dos especies de *Artibeus*, aunque son de tamaño similar, *A. lituratus* basa su dieta casi exclusivamente de frutos, mientras que en *A. jamaicensis* hace uso de otros recursos. *D. phaeotis* fue la que difirió más con el resto de las especies, quizá debido a que sus características son más disimilares del resto, ya que son mucho más pequeños que las especies de *Artibeus* y aunque es similar en el tamaño a las especies de *Glossophaga*, su hocico es más corto y consume menor variedad de ítems.

Debido al alto solapamiento de nicho alimentario de las especies de *Glossophaga*, se podría inferir que éstas puedan competir por el mismo recurso, cuando el recurso sea escaso, los individuos sean abundantes y se encuentren coexistiendo en tiempo y espacio. A pesar de que las tres especies de *Glossophaga* presentan abundancias similares a lo largo del año, dichas abundancias son muy diferentes entre sitios. En el caso de las especies de *Artibeus*, aunque presentan abundancias muy similares entre meses, presentan abundancias muy diferentes a nivel espacial. En contraste, *D. phaeotis* presenta abundancias muy similares a nivel espacial pero diferentes a nivel temporal. Lo anterior indica que, a pesar del alto índice de similitud en la dieta, existe muy poco traslape temporal o espacial, lo cual sugiere que la competencia entre dichas especies es baja o nula favoreciendo su coexistencia dentro de la región. De igual manera, otros estudios han reportado altos valores de solapamiento alimentario entre especies simpátricas (Lou y Yurrita, 2005; Maguiña, et al., 2012; Sánchez,

et al., 2012), pero con una separación espacial o temporal (Delaval, et al., 2005; Salinas, et al., 2015).

CONCLUSIONES

La estacionalidad si influyó en la variación de la dieta a diferencia de los factores intrínsecos como el sexo, estado reproductivo y edad. Dada la marcada estacionalidad del bosque tropical seco en el cual se llevó a cabo el estudio, las especies parecen responder principalmente a esto.

La especie de murciélago más abundante fue *Artibeus jamaicensis*, seguido *A. lituratus*, *D. phaeotis* y las tres especies de *Glossophaga*, mientras que los frutos consumidos principalmente fueron los del género *Ficus* y la especie *M. calabura*. Las especies hicieron uso de tres tipos de recursos, siendo la temporada húmeda donde hubo mayor consumo de frutos e insectos, mientras que durante la temporada seca aumentó el consumo de néctar (polen). Las especies más abundantes presentaron mayor número de interacciones de varias plantas y las redes de interacción entre estos son estables y pueden ser resistentes a perturbaciones. Además, solo las especies de *Glossophaga* interaccionaron con mayor variedad de plantas durante la temporada seca. Las tres especies de *Glossophaga* presentaron un solapamiento de la dieta mayor, sin embargo, presentaron abundancias espaciotemporal distintas.

No se encontró lo esperado respecto a los factores intrínsecos, sin embargo, esto nos brinda información de la importancia que presenta el ambiente en el que coexisten las especies sobre su desarrollo. Además, nos muestra la importancia que presentan las especies estudiadas, puesto que, son vitales para el funcionamiento de los ecosistemas y de cómo las interacciones entre las especies son importantes para el mantenimiento de los ecosistemas y la perpetuación de la comunidad. El conocer esta información nos servirá para reconocer la importancia de los bosques y de su conservación para el mantenimiento de las especies. Por otro lado, en futuros estudios podría incluirse un análisis más profundo de la influencia de la estacionalidad, incluyendo un análisis en diferentes años, debido a las fluctuaciones en las precipitaciones anuales.

REFERENCIAS

- Alvarez, S., y López, J. C. (1994). Claves para murciélagos mexicanos (Segunda ed.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México.
- Alviz, A., y Pérez, J. (2020). A difference between sexes: temporal variation in the diet of *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) at the Macaregua cave, Santander (Colombia). **Animal Biodiversity and Conservation**, **43**(1), 27-35.
- Amponsah, K., Cunningham, A., Wood, J., y Ntiamoa, Y. (2019). Seasonal variation in food availability and relative importance of dietary items in the Gambian epauletted fruit bat. **Ecology and Evolution**, **9**, 5683-5693.
- Arias, E., y Pacheco, V. (2019). Dieta y estructura trófica de un ensamblaje de murciélagos en los bosques montanos del Santuario Nacional Pampa Hermosa, Junín, Perú. **Revista Peruana de Biología**, **26**(2), 169-182.
- Aroca, A. K., González, L., Hurtado, M., y Murillo, O. (2016). Diet preference in frugivorous bats (Phyllostomidae) within a fragment of dry tropical forest. **Revista de Ciencias**, **20**(2), 139-146.
- Avila-Cabadilla, L. D., Stoner, K. E., Henry, M., y Alvarez-Añorve, M. Y. (2009). Composition, structure and diversity of Phyllostomid bat assemblages in different successional stages of a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, **258**, 986-996.
- Bascompte, J., Jordano, P., Melian, C., y Olesen, J. (2003). The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, **100**(16), 9383-9387.
- Barclay, R., (1994). Constraints on Reproduction by Flying Vertebrates: Energy and Calcium. **The American Naturalist**, **144**(6), 1021-1031.
- Bohlender, E., Pérez, J., Borray, N., y Stevens, R. (2018). Dietary variation during reproduction in Seba's short-tailed fruit bat. **Journal of Mammalogy**, **99**(2), 440-449.
- Brunet, A., y Wilkinson, G. (2009). Methods for age estimation and the study of senescence in bats. En S. P. TH Kunz (Ed.), **Ecological and behavioral methods for the study of bats** (pp. 315-325). Maryland: Johns Hopkins University Press.

- Caballero, L. A., Rivas, I., y Aguilera, L. (2009). Hábitos alimentarios de *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Ixtapan del Oro, Estado de México. **Acta Zoológica Mexicana**, **25**(1), 161-175.
- Carrillo-Villamizar, J., Jiménez-Ramírez, J., y López-Arévalo, H. (2022). Análisis de dieta y variación temporal de las redes de interacción mutualista de murciélagos frugívoros del nororiente de la Amazonia de Colombia. **Caldasia**, **44**(2), 394-407.
- Casallas-Pabón, D., Calvo-Roa, N., y Rojas-Robles, R. (2017). Murciélagos dispersores de semillas en gradientes sucesionales de la Orinoquia (San Martín, Meta, Colombia). **Acta Biológica Colombiana**, **22**(3), 348-358.
- Castaño, J. H., Carranza, J. A., y Pérez-Torres, J. (2018). Diet and trophic structure in assemblages of montane frugivorous Phyllostomid bats. **Acta Oecologica**, **91**, 81-90.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.
- Cornejo, C. (2007). Fluctuación de la abundancia anual de los murciélagos herbívoros en dos tipos de vegetación de la Barranca de Metztitlán, Hidalgo. Mineral de la Reforma, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Delaval, M., Henry, M., y Charles-Dominique, P. (2005). Interspecific competition and niche partitioning: example of a neotropical rainforest bat community. **Revue d'Écologie**, **60**(2), 149-165.
- Dormann, Carsten F., Gruber Bernd, Fründ Jochen (2008). Introducing the bipartite package: analyzing ecological networks. **R. News**, **8**, 8-11.
- Fleming, T., Williams, C., Bonaccorso, F., y Herbst, L. (1985). Phenology, seed dispersal, and colonization in *Muntingia calabura*, a neotropical pioneer tree. **American Journal of Botany**, **72**(3), 383-391.
- Galván, J. (2010). Productividad de recursos quiropterófilos (néctar y polen) de la cactácea columnar *Isolatocereus dumortieri*, en Jilotla, Barranca de Metztitlán, Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma, Hidalgo. Tesis de licenciatura.
- Gilbert, A. (2009). Connectance indicates the robustness of food webs when subjected to species loss. **Ecological Indicators**, **9**, 72-80.

- Hamilton, I., y Barclay, R. (1998). Diets of juvenile, yearling and adult big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in southeastern Alberta. **Journal of Mammalogy**, **79**(3), 764-771.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica** **4** (1): 9pp.
- Herrera, G., et al. (2001). Sources of protein in two species of phytophagous bats in a seasonal dry forest: evidence from stable-isotope analysis. **Journal of Mammalogy**, **82**(2), 352-361.
- Hinojosa, M., Méndez Romero, N., y Peñuela, M. C. (2021). Diet and trophic structure of frugivorous bats (Phyllostomidae) in forests and chagras of the Andean–Amazon piedmont, Ecuador. **Mammalian Biology**, **101**, 481-495.
- Howell, D. (1974). Bats and pollen: physiological aspects of the syndrome of chiropterophily. **Camp. B&hem. Physiol.**, **48**, 263-276.
- Ibarra-Manríquez, G., et al. (2012). El género *Ficus* L. (Moraceae) en México. **Botanical Sciences**, **90**(4), 389-452.
- INAFED. (2010). Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Recuperado de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM12guerrero/municipios/12057a.html> (Último acceso: 29 Enero 2022).
- Jacomassa, F., Bernardi, I., y Passos, F. (2021). Seasonal diet variation, preferences and availability of resources consumed by *Sturnira lilium* (E. Geoffroy St.-Hilaire, 1810) (Chiroptera: Phyllostomidae) in Brazilian seasonal deciduous forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **93**(3), 2-10.
- Jordano, P., Vázquez, D., y Bascompte, J. (2009). Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal. En R. Medel, M. Aizen, y R. Zamora (Eds.), **Ecología y evolución de interacciones planta-animal** (pp. 17-41). Editorial Universitaria.
- Loayza, A., Ríos, R., y Larrea, D. (2006). Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la estación Biológica Tunquini. Bolivia. **Ecología en Bolivia**, **41**(1), 7-23.
- López, J., y Vaughan, C. (2007). Food niche overlap among neotropical frugivorous bats in Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, **55**(1), 301-313.
- Lou, S., y Yurrita, C. (2005). Análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala. **Acta Zoológica Mexicana**, **21**(1), 83-94.

- Maguiña, R., Amanzo, J., y Huamán, L. (2012). Dieta de murciélagos filostómidos del valle de Kosñipata, San Pedro, Cusco - Perú. **Revista Peruana de Biología**, **19**(2), 159-166.
- Maynard, L., et al. (2019). Dietary resource overlap among three species of frugivorous bat in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, **35**, 165-172.
- Medellín, R., Arita, H., y Sánchez, Ó. (2007). **Identificación de los murciélagos de México** (Segunda ed.). Instituto de Ecología, UNAM. México, DF.
- Mora, J. M. (2016). Clave para la identificación de murciélagos de Honduras. **Ceiba**, **54**(2), 93-117.
- Morningstar, D., Robinson, C., Shorkralla, S., y Hajibabaei, M. (2019). Interspecific competition in bats and diet shifts in response to white-nose syndrome. **Ecosphere**, **10**(11), 1-20.
- Novoa, S., Cadenillas, R., y Pacheco, V. (2011). Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes, Perú. **Mastozoología Neotropical**, **18**(1), 81-93.
- Oria, F., y Manchado, M. (2007). Determinación de la dieta de algunas especies de murciélagos (Mammalis: Chiroptera) de la Cordillera central de Venezuela. **FARAUTE**, **2**(2), 5-15.
- Ramos, M. C., y Cevillano, S. (2019). Notas sobre la dieta de murciélagos frugívoros en bosque de colina, Loreto, Perú. **Ciencia Amazónica**, **7**(1), 79-92.
- Ramos-Robles, M., Dátalo, W., Díaz, C., y Andresen, E. (2018). Fruit traits and temporal abundance shape plant-frugivore interaction networks in a seasonal tropical forest. **Science of Nature**, **105**(29), 2-11.
- Ribeiro, M., Menezes, G., Selig, P., y Godoy, H. (2004). A test of the effects of climate and fruiting of *Piper* species (Piperaceae) on reproductive patterns of the bat *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). **Acta Chiropterologica**, **6**(2), 309-318.
- Ríos, M. C., y Pérez, J. (2015). Dieta de las especies dominantes del ensamblaje de murciélagos frugívoros en un bosque seco tropical (Colombia). **Mastozoología Neotropical**, **22**(1), 103-111.
- Rolseth, S., Koehler, C., y Barclay, R. (1994). Differences in the diets of juvenile and adult hoary bats, *Lasiurus cinereus*. **Journal of Mammalogy**, **75**(2), 394-398.

- Rosas-Guerrero, V. M. (2000). Análisis de la alimentación de *Glossophaga soricina* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Chamela, Jalisco, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México, F.F.: Proyecto de Servicio Social.
- Rúa-Rivillas, J., y Roldán-Pérez, G. (2008). Estudio de emergencia de insectos acuáticos en las zonas de bosque ripario, bosque plantado y pastos, Abejorral (Antioquia, Colombia). **Rev. Acad. Colomb. Cienc.**, **32**(122), 105-123.
- Saldaña, R. (2014). Intrinsic and extrinsic factors affecting dietary specialization in Neotropical frugivorous bats. **Mammal Review**, 1-10.
- Saldaña, R., Sosa, V., Iñiguez, L., y Schondube, J. (2013). The role of extrinsic and intrinsic factors in Neotropical fruit bat-plant interactions. **Journal of Mammalogy**, **94**(3), 632-639.
- Salinas, V., et al. (2019). Interspecific competition in bats: state of knowledge and research challenges. **Mammal Review**, 1-14.
- Salinas, V., et al. (2015). Dietary overlap and seasonality in three species of mormoopid bats from a tropical dry forest. **Molecular Ecology**, **24**, 5296-5307.
- Sánchez, M., Carrizo, L., Giannini, N., y Barquez, R. (2012). Seasonal patterns in the diet of frugivorous bats in the subtropical rainforest of Argentina. **Mammalia**, **76**, 269-275.
- Sánchez, M., Giannini, N., y Barquez, R. (2012). Bat frugivory in two subtropical rain forest of Northern Argentina: Testing hypotheses of fruit selection in the Neotropics. **Mammalian Biology**, **77**, 22-23.
- SIAP. (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera - Cierre de la producción agrícola. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Último acceso: 13 Junio 2022).
- Sperr, E., Caballero, L.A., Medellín, R. y Tschapka, M. (2011) Seasonal changes in species composition, resource use and reproductive patterns within a guild of néctar-feeding bats in a west mexican dry forest. **Journal of Tropical Ecology**. **27**, 133-145.
- Straube, F. y Bianconi, G. (2002) Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esfoco de captura com utilização redes de neblina. **Chiroptera Neotropical**, **8** (1-2), 150-152
- Suárez, A., y Montenegro, O. (2015). Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en una localidad de la Orinoquía Colombiana. **Mastozoología Neotropical**, **22**(1), 125-139.

- Trapero-Quintana, A., Casenave-Cambet, A., y Lim-Franco, G. (2021). Diversidad y patrones de emergencia de libélulas (Odonata: Insecta) en Chutines, Guantánamo, Cuba. **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, **69**, 217-226.
- Tschapka, M. (2004). Energy density patterns of nectar resources permit coexistence within a guild of Neotropical flower-visiting bats. **Journal of Zoology**. **263**, 7-21.
- Vleut, I., et al. (2015). Niche differentiation and its relationship with food abundance and vegetation complexity in four frugivorous bat species in southern Mexico. **Biotropica**, **47**(5), 606-615.
- Zapata-Mesa, N., Montoya-Bustamante, S., y Murillo-García, O. (2017). Temporal variation in bat-fruit interactions: Foraging strategies influence network structure over time. **Acta Oecologica**, **85**, 9-17.
- Zortea, M. (2003). Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian cerrado. **Brazilian Journal of Biology**, **63**(1), 159-168.

ANEXOS

Anexo 1. Estudios realizados sobre la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos en la dieta de murciélagos frugívoros. Efecto de los factores: ~: similar, ≠: diferente, NS: sin diferencias, <: menor, >: mayor, /: relación positiva, ✓ = si fue realizado.

| Especie | Factores intrínsecos | | | Factores extrínsecos | | | | Sitio de estudio | Referencia |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|-----------|---------|---------|--------------------|---|
| | Sexo | E. R. | Edad | Est. | Red inter | Amp nic | Tra nic | | |
| <i>Artibeus intermedius</i> | | | | | | ✓ | ✓ | GUA | Lou y Yurrita (2005) |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> | NS | | | Se>Hu | | ✓ | ✓ | GUA; CR, MEX | Herrera, et al. (2001); Lou y Yurrita (2005); López y Vaughan (2007) |
| <i>Artibeus lituratus</i> | | | | | | ✓ | ✓ | GUA; CR | Lou y Yurrita (2005); López y Vaughan (2007) |
| | | | | NS | ✓ | | | COL; COL | Suárez y Montenegro (2015); Carrillo, et al. (2022) |
| <i>Artibeus oscurus</i> | | | | | ✓ | | ✓ | COL; PER | Ramos y Cevillano (2019); Carrillo, et al. (2022) |
| <i>Artibeus planirostris</i> | | | | NS | | | ✓ | COL; COL | Suárez y Montenegro (2015); Carrillo, et al. (2022) |
| <i>Carollia brevicauda</i> | | | | C / D | | | ✓ | GUA; CR y PAN; BOL | Lou y Yurrita (2005); Loayza, et al. (2006) |
| | | | | NS | | | ✓ | COL; COL | Suárez y Montenegro (2015); Carrillo, et al. (2022) |
| <i>Carollia castanea</i> | H < M | NS | A > J | Se>Hu | | | | CR; CR y PAN; CR | Maynard, et al. (2019); Fleming (1991); López y Vaughan (2007) |
| <i>Carollia perspicillata</i> | H < M | L < (G ~ M); NS | A > J | | | | | COL; CR | Bohlender, et al. (2018); Maynard, et al. (2019) |
| | | NS | | | | | | CR y PAN; BOL | Barboza y Aguirre (2010) |
| | H~M | L < M | | | | | | COL | Alviz y Pérez-Torres (2020) |
| | | | | C / D | | | ✓ | GUA; BOL; PER | Lou y Yurrita (2005); Loayza, et al. (2006); Novoa, et al. (2011) |
| | | | | Se>Hu | | | ✓ | CR; COL; COL | López y Vaughan (2007); Suárez y Montenegro (2015); Carrillo, et al. (2022) |
| <i>Carollia sowelli</i> | H < M | NS | A > J | Se>Hu | | | | CR; CR y PAN; CR | Maynard, et al. (2019); Fleming (1991); López y Vaughan (2007) |

| | | | | | |
|------------------------------------|--------|-------|---|---------------|---|
| <i>Chiroderma trinitatum</i> | | C / D | ✓ | BOL | Loayza, <i>et al.</i> (2006) |
| <i>Chiroderma villosum</i> | | NS | ✓ | GUA; COL | Lou y Yurrita (2005); Suárez y Montenegro (2015) |
| <i>Dermanura gnoma</i> | | NS | | COL | Suárez y Montenegro (2015) |
| <i>Dermanura phaeotis</i> | | NS | ✓ | GUA; COL | Lou y Yurrita (2005); Suárez y Montenegro (2015) |
| <i>Dermanura watsoni</i> | | | ✓ | GUA | Lou y Yurrita (2005) |
| <i>Glossophaga commissarisi</i> | | | ✓ | CR | López y Vaughan (2007) |
| <i>Glossophaga soricina</i> | NS | NS | ✓ | GUA; COL; PER | Herrera, <i>et al.</i> (2001); Lou y Yurrita (2005) |
| <i>Mesophylla macconnelli</i> | | NS | | CR | López y Vaughan (2007) |
| <i>Platyrrhinus brachycephalus</i> | | NS | ✓ | COL | Suárez y Montenegro (2015) |
| <i>Platyrrhinus dorsalis</i> | | C / D | ✓ | BOL | Loayza, <i>et al.</i> (2006) |
| <i>Platyrrhinus helleri</i> | | | ✓ | GUA; CR; COL | Lou y Yurrita (2005); López y Vaughan (2007); Carrillo, <i>et al.</i> (2022) |
| <i>Platyrrhinus infuscus</i> | | | ✓ | COL | Carrillo, <i>et al.</i> (2022) |
| <i>Sturnira lilium</i> | NS | NS | | GUA; BRA; COL | Herrera, <i>et al.</i> (2001); Lou y Yurrita (2005); Loayza, <i>et al.</i> (2006); Suárez y Montenegro (2015); Jacomassa <i>et al.</i> (2021) |
| <i>Sturnira tildae</i> | | C / D | ✓ | BOL; COL | Loayza, <i>et al.</i> (2006); Carrillo, <i>et al.</i> (2022) |
| <i>Uroderma bilobatum</i> | | NS | ✓ | GUA; COL | Lou y Yurrita (2005); Carrillo, <i>et al.</i> (2022) |
| <i>Uroderma magnirostrum</i> | | NS | | COL | Suárez y Montenegro (2015) |
| <i>Vampyressa nymphaea</i> | | | ✓ | GUA | Lou y Yurrita (2005) |
| <i>Mystacina tuberculata</i> | L < NR | J > A | ✓ | NZ | Czenze, <i>et al.</i> (2018) |
| <i>Epomophorus gambianus</i> | | C / D | | GHA | Amponsah-Mensah, <i>et al.</i> (2019) |
| <i>Lasiurus cinereus</i> | | A ≠ J | | CAN | Rolseth, Koehler y Barclay (1994) |

Eptesicus fuscus

A≠J

CAN

Factores intrínsecos: Sexo, E.R = Estado reproductivo, Edad. Factores extrínsecos: Est = estacionalidad, Red inter. = Redes de interacción, Amp nic = Amplitud de nicho, Tra nic = Traslape de nicho. H: Hembra, M: Macho, L: Lactantes, G: Gestante, NR: no reproductivo, J: Juvenil, A: Adulto, Se: Secas, Hu: Húmeda, C: Consumo, D: Disponibilidad.

Anexo 2. Estado reproductivo de machos y hembras de los individuos capturados con muestras de excretas de las seis especies de murciélagos frugívoros más abundantes.

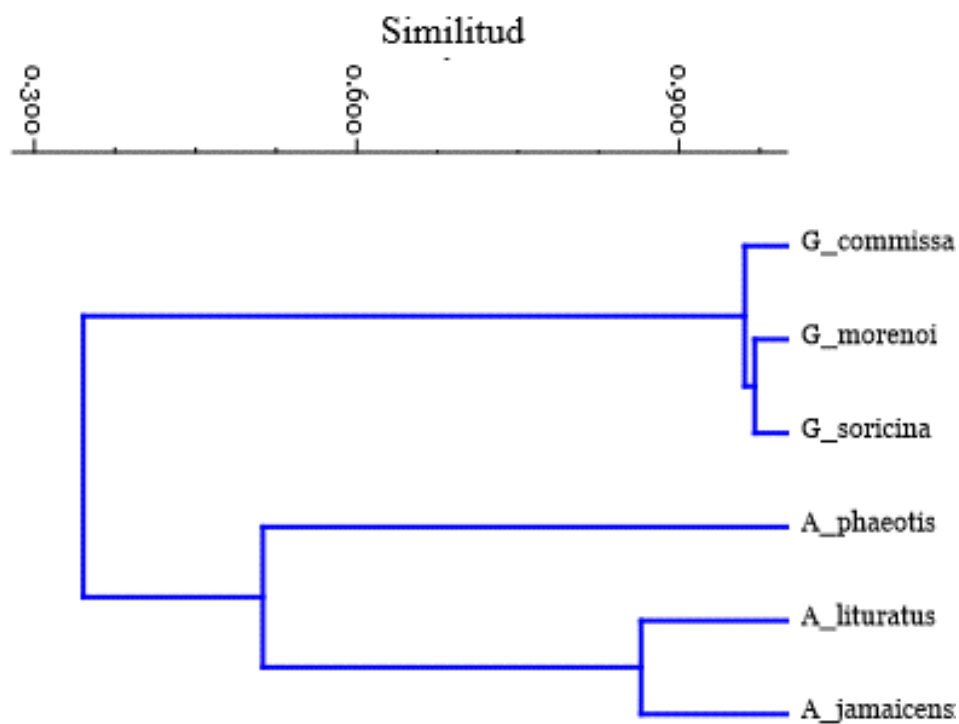
| Especie | Estado reproductivo | | | | |
|---------------------------------|---------------------|------------|-----------|------------|------------|
| | Hembras | | | Machos | |
| | Gestante | Inactiva | Lactante | Escrotado | Inactivo |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> | 28 | 131 | 54 | 98 | 117 |
| <i>Artibeus lituratus</i> | 0 | 16 | 5 | 17 | 10 |
| <i>Dermanura phaeotis</i> | 7 | 13 | 6 | 10 | 2 |
| <i>Glossophaga commissarisi</i> | 8 | 22 | 2 | 15 | 22 |
| <i>Glossophaga morenoi</i> | 11 | 30 | 2 | 7 | 11 |
| <i>Glossophaga soricina</i> | 17 | 51 | 2 | 24 | 46 |
| | 71 | 263 | 71 | 171 | 208 |

Anexo 3. Análisis de la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos en la dieta de murciélagos frugívoros.

| Factor | Especie | Contraste | Ítem ¹ | Morfotipo ² |
|---------------------|------------------------|-----------|-------------------|------------------------|
| | | | <i>P</i> | <i>P</i> |
| Sexo | <i>A. jamaicensis</i> | H vs M | 0.2104 | 0.6427 |
| | <i>A. lituratus</i> | H vs M | 0.2454 | NA* |
| | <i>G. commissarisi</i> | H vs M | 0.8471 | 0.2469 |
| | <i>G. soricina</i> | H vs M | 0.959 | NA |
| Estado reproductivo | <i>A. jamaicensis</i> | G, L vs I | 0.5952 | <0.001 |
| | <i>D. phaeotis</i> | G, L vs I | 0.6652 | NA |
| | <i>G. commissarisi</i> | G vs I | 0.5792 | NA |
| | <i>G. morenoi</i> | G vs I | 0.1484 | NA |
| | <i>G. soricina</i> | G vs I | 0.1269 | NA |
| Edad | <i>A. jamaicensis</i> | A vs J | 0.1669 | 0.3233 |
| | <i>G. commissarisi</i> | A vs J | 0.9225 | 0.1169 |
| | <i>G. soricina</i> | A vs J | 0.7511 | NA |
| Estacionalidad | <i>A. jamaicensis</i> | H vs S | 0.02699 | <0.001 |
| | <i>A. lituratus</i> | H vs S | 0.4408 | 0.2319 |
| | <i>D. phaeotis</i> | H vs S | 0.8461 | 0.3133 |
| | <i>G. commissarisi</i> | H vs S | <0.001 | 1 |
| | <i>G. morenoi</i> | H vs S | <0.001 | NA |
| | <i>G. soricina</i> | H vs S | <0.001 | <0.001 |

¹Asociado a los ítems consumidos (frutos, polen o insectos). ²Asociado a los morfotipos de semillas consumidos. Valores en negritas indican diferencias significativas. *No se aplicó análisis debido al tamaño de muestra.

Anexo 4. Dendograma de solapamiento entre seis especies de murciélagos basado en el índice de Pianka.



Anexo 5. Matriz de solapamiento entre seis especies de murciélagos de acuerdo con el índice de Pianka.

| | <i>A_jamaicensis</i> | <i>A_lituratus</i> | <i>A_phaeotis</i> | <i>G_commissarisi</i> | <i>G_morenoi</i> | <i>G_soricina</i> |
|-----------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| <i>A_jamaicensis</i> | | 0.878 | 0.5795 | 0.4947 | 0.4361 | 0.4118 |
| <i>A_lituratus</i> | | | 0.4549 | 0.1886 | 0.211 | 0.1264 |
| <i>A_phaeotis</i> | | | | 0.5242 | 0.4443 | 0.3621 |
| <i>G_commissarisi</i> | | | | | | 0.9772 |
| <i>G_morenoi</i> | | | | | | 0.9755 |
| <i>G_soricina</i> | | | | | | |