



**DIVERSIDAD DE MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS Y SEMILLAS  
CONSUMIDAS EN BORDES DE BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA,  
VERACRUZ, MÉXICO †**

**[DIVERSITY OF FRUGIVOROUS BATS AND SEEDS CONSUMED ON  
THE EDGES OF CLOUD FOREST, VERACRUZ, MEXICO]**

**M. Texcagua-Tzontehua and R. Serna-Lagunes\***

*Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Orizaba-Córdoba,  
Universidad Veracruzana, Calle Josefa Ortiz de Domínguez, s/N, Peñuela.  
Amatlán de Los Reyes, Veracruz, C.P. 94945, México. E-mail:  
moretextzon@gmail.com, \*rserna@uv.mx*

*\*Corresponding author*

**SUMMARY**

**Background:** The change in the coverage of the Cloud Forest (CF) generates edges and fragments of original vegetation that can affect the bat community and the diversity of dispersed seeds. **Objective:** The objective was to describe the diversity of frugivorous bats and the seeds that they consume in different types of edges in the BMM, in Huatusco, Veracruz, Mexico. **Methodology:** Sampling with nets every 28 days for the capture and identification of bats was carried out in seven months, their feces were collected and the contained seeds were germinated to estimate a germination rate and for their taxonomic identification. The bat community and the seeds consumed were evaluated with true diversity indicators; the disperser importance index (IID) was estimated with the percentage of seeds dispersed by bat species. **Results:** 503 individuals of 14 species of frugivorous bats were captured in the four borders of the BMM, but the highest presence (13 spp.) and abundance (60%) of frugivorous-polynectarivorous bats was recorded in the border of the BMM with Grassland, where *Anoura geoffroyi*, *Sturnira ludovici* and *S. lilium* had the highest abundance, but only three species of bats are dispersal agents. A total of 69 bat droppings with 1380 seeds belonging to four botanical families were collected, with Rubiaceae and Solanaceae having the highest frequency of seeds consumed, and Piperaceae and Solanaceae with the greatest diversity of seeds. The highest quantity (65%) and diversity of seeds (10 spp.) were recorded on the BMM-Grassland border, with *Borreria laevis* seeds being the most consumed (30%). **Implications:** This study allows us to understand the ecological importance of biotic interactions between bats and plants in BMM borders. **Conclusions:** The edges of heterogeneous BMM conglomerate greater diversity and abundance of bats.

**Keywords:** abundance; conservation; active dispersal; pastureland; Phyllostomidae.

**RESUMEN**

**Antecedentes:** El cambio de la cobertura del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) genera bordes y fragmentos de vegetación original que pueden afectar a la comunidad de murciélagos y a la diversidad de semillas dispersadas. **Objetivo:** El objetivo fue describir la diversidad de murciélagos frugívoros y las semillas que estos consumen en diferentes tipos de borde en el BMM, en Huatusco, Veracruz, México. **Metodología:** En siete meses se realizaron muestreos con redes cada 28 días para la captura e identificación de murciélagos, sus heces fueron recolectadas y las semillas contenidas fueron germinadas para estimar una tasa de germinación y para su identificación taxonómica. La comunidad de murciélagos y las semillas consumidas fue evaluada con los indicadores de diversidad verdadera; se estimó el índice de importancia del dispersor (IID) con el porcentaje de las semillas dispersadas por especie de murciélago. **Resultados:** Se capturaron 503 individuos de 14 especies de murciélagos frugívoros en los cuatro bordes de BMM, pero la mayor presencia (13 spp.) y abundancia (60%) de quirópteros frugívoros-polineectarívoros se registró en el borde de BMM con Pastizal, donde *Anoura geoffroyi*, *Sturnira ludovici* y *S. lilium* presentaron la mayor abundancia, pero solo tres especies de murciélagos son agentes dispersores. Se recolectaron 69 excretas de murciélagos con 1380 semillas pertenecientes a cuatro familias botánicas, siendo Rubiaceae y Solanaceae con la mayor frecuencia de semillas consumidas, y Piperaceae y Solanaceae con la mayor diversidad de semillas. En el borde BMM-Pastizal se registró la mayor cantidad (65%) y diversidad de semillas (10 spp.), siendo las semillas de *Borreria laevis* las de mayor consumo (30%). **Implicaciones:** Este estudio permite comprender la importancia ecológica de las interacciones bióticas entre murciélagos y plantas en bordes de BMM. **Conclusiones:** Los bordes de BMM heterogéneos en vegetación conglomeraron la mayor diversidad de murciélagos.

**Palabras clave:** abundancia; conservación; dispersión activa; pastizal; Phyllostomidae.

† Submitted August 31, 2022 – Accepted January 13, 2023. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4530>



## INTRODUCCIÓN

En México, el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) ocupa un área menor al 1% del territorio nacional (8809 km<sup>2</sup>) y cerca del 50% del área original ha sido reemplazada por vegetación secundaria (CONABIO 2010). En México el BMM se distribuye en condiciones particulares de altitud, humedad y temperatura en los sistemas montañosos de la sierra Madre Occidental (Durango, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Sonora), la Sierra Madre Oriental (Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz), así como en algunas regiones de Chiapas, Guerrero, Jalisco y Michoacán (García *et al.* 2008).

El BMM es el ecosistema más vulnerable y menos resiliente a perturbaciones antropogénicas, que afectan la estructura y función de la biodiversidad que alberga y a los servicios ambientales que este ecosistema provee (Gual-Díaz y Rendón-Correa 2017). Particularmente en la zona centro del Estado de Veracruz, el BMM es un paisaje agro-ecológico con parches en forma de mosaico, otros en forma de corredores biológicos y algunos otros sin conexión entre fragmentos (Partida-Sedas *et al.* 2017); esto irrumpe su estructura y función, deprimiendo la calidad de los servicios ambientales que provee este ecosistema y, en consecuencia, afecta la dinámica y funciones de la comunidad biótica (Williams *et al.* 2007).

Los murciélagos frugívoros constituyen un grupo funcional que ha sido conceptualizado para probar los efectos ecológicos de la perturbación del paisaje (Saldaña-Vázquez *et al.* 2010), debido a que poseen la capacidad de adaptarse a un considerable rango de variantes ambientales modificadas constantemente, por lo que unas especies podrán cubrir extensas zonas de paisajes con diferente grado de perturbación, mientras que otras especies se restringirán a zonas más conservadas (García y Santos 2014). La deforestación por cambio de uso de suelo afecta gravemente al microhábitat de los murciélagos y a las funciones ecológicas que estos cumplen (Kunz *et al.* 2011, Regolin *et al.* 2020), ya que a menudo pequeños fragmentos de bosque o bordes de bosque no tienen la capacidad para albergar suficientes recursos para grandes poblaciones de murciélagos, pues se merma la cantidad y calidad de alimentos al eliminar la vegetación donde forrajeaban, lo cual genera efectos sobre las semillas que dispersan (Markl *et al.* 2012).

La comunidad de murciélagos frugívoros constituye un modelo biológico para comprender su rol ecológico en la regeneración pasiva de la vegetación y sus efectos por la fragmentación del hábitat (Aguilar *et al.* 2014), ya que se consideran especies bioindicadoras para calibrar los efectos de la perturbación del hábitat sobre la comunidad biológica y evaluar su capacidad de dispersión y

germinación de semillas (Fleming y Heithaus 1981, Saldaña-Vázquez *et al.* 2019). Por lo que, los patrones de riqueza y abundancia del ensamblaje de la comunidad de murciélagos frugívoros y las semillas que estos dispersan, es información necesaria para plantear prácticas de manejo agroecológicas que disminuyan el impacto del BMM que ha sido transformados en agroecosistemas (Manson y Jardel, 2009).

Por lo tanto, estudiar la presencia y distribución de los murciélagos en diferentes tipos de borde permite entender la configuración del ensamblaje de la comunidad de murciélagos ante diferentes características ambientales en los bordes del paisaje en ecosistemas transformados (Arroyo-Rodríguez *et al.* 2016), así como para explicar las interacciones bióticas entre los murciélagos frugívoros y las semillas que consumen entre bordes de bosques y paisajes antropizados (Galindo-González 1998), lo cual, es crucial para entender la importancia ecológica de los murciélagos frugívoros como agente dispersor y comprender su papel en la regeneración de la vegetación a través de la lluvia de semillas que consumen (Galindo *et al.* 2000, Galindo-González y Sosa 2003). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue describir la diversidad de murciélagos frugívoros y las semillas que estos consumen en diferentes tipos de borde en el BMM, en Huatusco, Veracruz, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

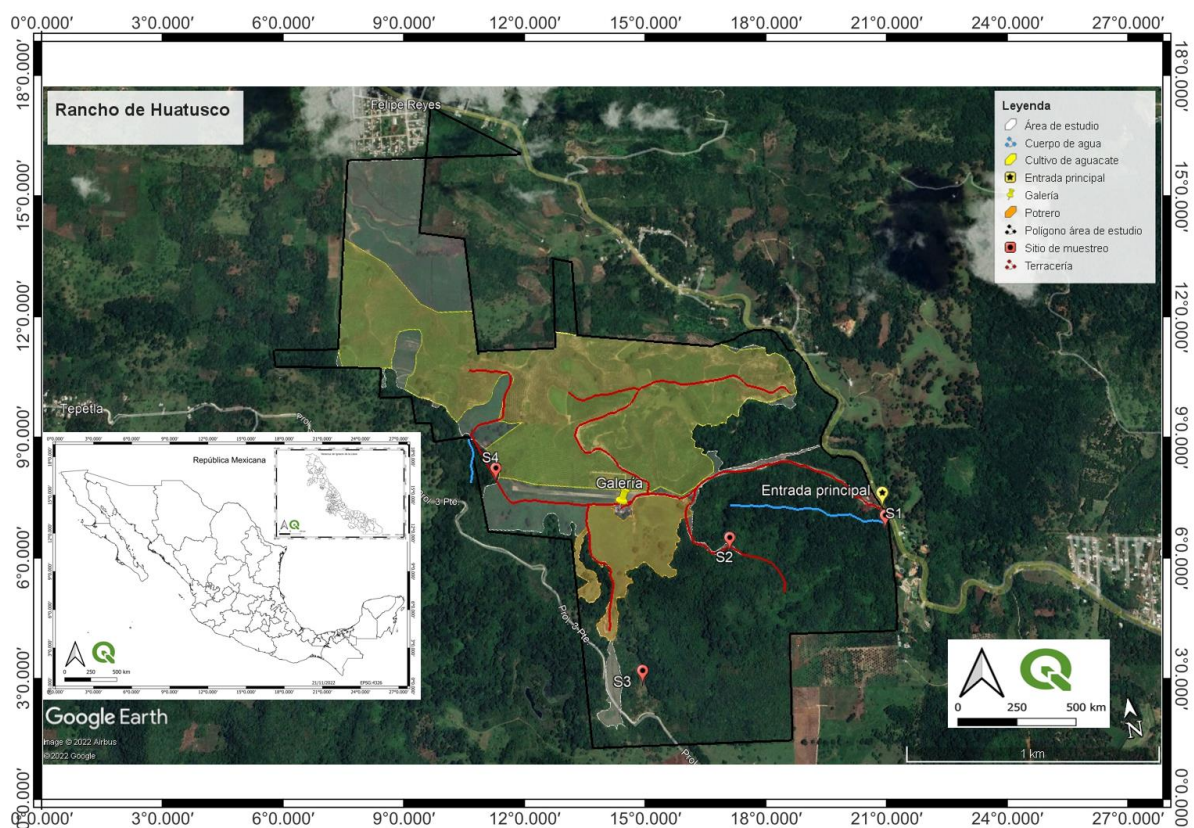
El presente estudio se realizó en la localidad denominada Finca La Pastoría (19°04' y 19°13' Norte y 96°41' y 97°04' Oeste), municipio de Huatusco, Veracruz, ubicado en la región de Las Montañas, uno de los municipios más biodiversos en la zona centro del estado de Veracruz (Márquez y Márquez 2009). Se localiza sobre las estribaciones de la Sierra Madre Oriental con una topografía accidentada con barrancas y cerros con pendientes sobresalientes y con una altitud que varía de entre 1400 y 2000 m (Gobierno del Estado de Veracruz 2020).

La vegetación de acuerdo con Rzedowski (2006) está representada por *Liquidambar styraciflua* (L. Sp. Pl. 1753), *Miconia affinis* (Ruiz y Pav 1794), *Quercus laurina* (Bonpl 1809), *Randia aculeata* (L. 1753), *Carpinus caroliniana* (Walter 1788), *Piper amalago* (L. 1753), *Cyathea divergens* (Kunze 1834), *Piper sanctum* (Miq 1844), *Pteridium aquilinum* (Kuhn 1879), *Chamaedorea sp.* (Cook 1913), *Selaginella sp.* (Willk 1854), *Smilax sp.* (L. 1753), *Cenchrus sp.* (L. 1753), *Rivinia sp.* (L. 1754), *Cyperaceae sp.* (Juss 1789), *Casearia sp.* (Jacq 1760), *Heliocarpus sp.* (L. 1753.), *Ardisia sp.* (Juss 1810), y especies de la familia Rosaceae (Juss 1789), Araliaceae (Juss 1789) y Poaceae (Rchb 1828).

El predio del área de estudio fue clasificado en cuatro tipos de borde (Tabla 1), los cuales se consideraron como las unidades de muestreo: sitio 1) BMM con presencia de árboles dominantes como *Liquidámbar syraciflua*, *Platanus mexicanus*, *Carpinus caroliniana* y *Quercus germana*, presenta una masa de bosque denso y con fuentes de agua como arroyos secundarios y nacimientos; sitio 2) Borde de BMM con borde de pastizal inducido para la producción ganadera; sitio 3) Ecotono que comprende borde de monocultivo de aguacate, borde de BMM y borde de pastizal; sitio 4) Borde de vegetación secundaria con borde de BMM. El área de los sitios se presentan en la Tabla 1. La distancia lineal promedio entre sitios de monitoreo fue de 895 m, la distancia más larga entre sitios de monitoreo

fue de 1560 m (sitio 1 al 4) y la más corta fue de 514 m (sitio 2 al 3; Fig. 1).

Con el objetivo de describir la proporción de la cobertura de la vegetación (Tabla 1) en cada sitio de borde donde se ubicaron las redes de niebla, se estableció al azar un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> a 1 m de distancia de la red para estimar la proporción (porcentaje) de cobertura que cubren las especies herbáceas; un cuadrante 25 m<sup>2</sup> se estableció a 5 m de distancia de la red para estimar la proporción de la cobertura de los arbustos; para estimar la proporción de cobertura del estrato arbóreo se trazó una circunferencia con un radio de 18 m a partir del centro de la red (FMCN et al. 2018).



**Figura 1.** Ubicación de los sitios de borde de BMM en Finca La Pastoría, Huatusco, Veracruz. Elaborado en QGIS v. 3.18.3 con datos tomados en campo e imagen de la capa de vegetación del satélite de Google Earth Pro®.

**Tabla 1.** Proporción de la cobertura (valores en porcentaje) del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo en cuatro tipos de borde (sitios) y área de la superficie (en hectáreas) de cada sitio de borde para el monitoreo de murciélagos en la Finca La Pastoría, Huatusco, Veracruz.

Sitio	Atributos y características del borde en estudio	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Área (ha)
1	Interior de BMM con especies nativas arbóreas dominantes	70	80	80	120
2	Borde de BMM con borde de pastizal inducido para la producción ganadera	100	10	80	80
3	Ecotono que comprende borde de monocultivo de aguacate, borde de BMM y borde de pastizal	70	20	90	60
4	Borde de vegetación secundaria con borde de BMM	50	30	10	40

Para la captura de murciélagos, se implementó un muestreo mensual desde febrero a agosto de 2019, durante dos noches consecutivas. En cada uno de los sitios, de manera simultánea, se colocaron dos redes de niebla a nivel del suelo, una de 12 m de largo y la otra de 9 m de largo por 2.5 m de alto, estas permanecieron activas de 18:00 hasta las 02:00 h y fueron revisadas cada 30-40 min; los murciélagos atrapados en la red fueron resguardados en bolsas de manta y se identificaron taxonómicamente hasta nivel de especie con la clave de campo de Medellín et al. (2007). También se clasificaron con base en su gremio trófico, para ello se buscó literatura sobre la dieta de cada especie de murciélago (Kalko y Codon 1998, Sampaio et al. 2003; Hernández et al. 2011), posterior a su identificación, los murciélagos fueron liberados.

El esfuerzo de muestreo en horas-red se calculó con la siguiente ecuación:  $h/red = \text{total de m}^2 \text{ de red (redes de 12 + 9 m largo x 2.5 m de alto= 52.5 m}^2 \text{ por cuatro sitios= 210 m}^2) * \text{número de horas (8 h) * número total de días muestreados (dos días consecutivos por siete ocasiones= 14 días)}$ . El total de  $\text{m}^2$  se obtuvo con la suma del total de metros de largo multiplicado por el alto de la red, por cada sitio; el número de horas comprendió desde las 18:00 hasta las 02:00 h; el número total de días muestreados correspondió al producto del número de noches muestreadas por cada mes, por el número total de días muestreados (Briones et al. 2005).

Para describir la diversidad de murciélagos frugívoros por sitio de borde se usaron los valores de diversidad verdadera (Hill 1973), donde la riqueza y abundancia de murciélagos por sitio se compararon con curvas de acumulación construidas con intervalos al 95% de confiabilidad, y obtenidas a partir de interpolaciones y extrapolaciones en el software iNext (Chao et al. 2016). Para determinar la relación entre la abundancia de las especies de murciélagos que consumieron y se encontraron semillas en sus excretas con respecto al tipo de borde donde fueron capturados, se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) en el software Infostat versión 2020 (Di Rienzo et al. 2020), con el objetivo de explicar la asociación entre la abundancia de las especies dispersoras y el tipo de borde donde fueron registradas.

La recolecta de las excretas de los murciélagos se realizó en paralelo al monitoreo, debajo de cada red se colocó un plástico blanco, se revisó y se recolectaron las excretas defecadas por cada individuo, mismas que se juntaron con las que excretó dentro de la bolsa de manta donde fue retenido; las excretas se depositaron en bolsas de papel debidamente etiquetadas con los datos de la especie de murciélago que la defecó, el sitio y fecha de colecta, para su posterior análisis y cuantificación en el laboratorio (Galindo et al. 2009).

Las semillas en las muestras fecales por especie de murciélago se clasificaron y contabilizaron para estimar el Índice de Importancia del Dispersor (IID)=  $(S*B)/1000$ , donde B es la abundancia relativa de las especies de murciélagos capturados y S es el porcentaje de excretas con semillas obtenidas de cada especie de murciélago. Este índice presenta un rango de 0 a 10, donde valores cercanos a cero representan que no se encontraron semillas en las heces y se considera un bajo índice de dispersión, y conforme se acerca a 10 representa una especie de murciélago única que dispersa la mayor cantidad de semillas (Galindo et al. 2000).

Para identificar las semillas consumidas y halladas en las excretas por los murciélagos de cada sitio de borde, se recolectaron ejemplares botánicos de plantas con flor, fruto y semillas mediante un método aleatorio simple, que consiste en ubicar a las diferentes especies de plantas al azar en la zona de influencia de las redes de niebla (Mostacedo y Fredericksen 2000, González et al. 2017). Los ejemplares botánicos colectados fueron herborizados e identificados por medio de sus características y forma de las semillas a nivel de familia, género y especie (Benítez de Rojas et al. 2006), y sirvieron como referencia para identificar por comparación, con las semillas obtenidas en las excretas de los murciélagos. La identificación taxonómica de las semillas se llevó a cabo mediante la comparación de las fotografías de los tipos, forma, estructura y medida de las semillas, que fueron contrastados con reportes de estudios sobre semillas dispersadas por murciélagos (Santiago et al. 2009, Linares y Moreno 2010) y páginas web especializadas en identificación de semillas: Seed ID Workshop y Agricultural Research Service (OARDC 2020, USDA 2012).

Para estimar la tasa de germinación de las semillas consumidas y encontradas en las heces de los murciélagos, se obtuvieron 650 semillas que fueron lavadas durante 1 min con una solución del 1% de hipoclorito para eliminar materia fecal y evitar la aparición de hongos (Lenz et al. 2011), cabe mencionar que solo se seleccionaron estas 650 semillas, debido a que fueron las que no presentaron hongos. Consecutivamente, las semillas se enjuagaron con agua destilada y se pusieron a germinar en cajas petri utilizando papel filtro como sustrato y se colocaron en un sitio donde tuvieron 12 h de luz y 12 h de oscuridad y entre 20 y 25 °C; posteriormente se monitorearon cada dos días para determinar los días a la germinación. Las cajas petri se etiquetaron con los datos del individuo y especie de murciélago que excretó las semillas, la fecha en que se procesaron y el número de semillas en la muestra. Posteriormente se contabilizó el número de semillas germinadas y se dividió entre el total de semillas germinadas y se multiplicó por 100.

Como una medida de la diversidad de las semillas consumidas por la comunidad de murciélagos, se calculó el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), el cual varía entre valores de 1 a 5, donde 1 indica baja diversidad y conforme se acerca a 5 indica alta diversidad. Para determinar la dominancia de las semillas consumidas se estimó el índice de Simpson ( $D$ ) para explicar la composición (número) de especies que domina (abunda) en la muestra de semillas. Estos indicadores se obtuvieron en el software EstimateS versión 9.1.0 (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples; Colwell, 2019).

## RESULTADOS

Con un esfuerzo de muestreo de 23,520 h/red (5880 h/red por sitio) implementado en este estudio, se capturaron 503 individuos, pertenecientes a 14 especies de los gremios tróficos frugívoros/polinectarívoros de la familia Phyllostomidae, pertenecientes a tres subfamilias: Carollinae (2 spp), Glossophaginae (2 spp) y Stenodermatinae (10 spp) (Tabla 2).

Las especies con una abundancia mayor a 100 individuos fueron: *Anoura geoffroyi* (n= 131), *Carollia perspicillata* (n=101) y *Sturnira ludovici* (n= 100), seguida de *S. lilium* (n= 82), y las restantes especies de murciélagos, presentaron registros menores a 30 individuos (Tabla 2).

De las 14 especies de murciélagos frugívoros/polinectarívoros capturados en este estudio, solo en el 42% presentaron semillas en sus

heces, es decir, en seis especies de murciélagos se registró el consumo de semillas de plantas en sus excretas (Tabla 2).

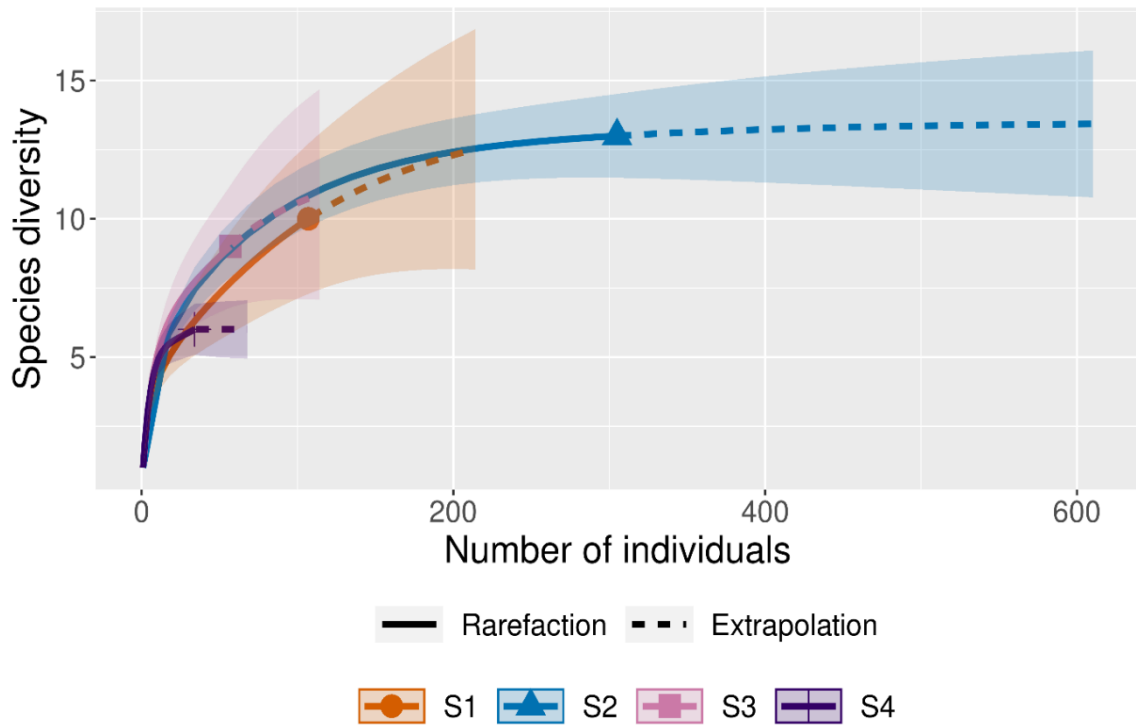
Los intervalos de confianza de las curvas de extrapolación e interpolación indicaron que el sitio 2 presentó la mayor riqueza y abundancia de murciélagos comparadas con los restantes sitios de borde, mientras que el sitio 1 fue significativamente diferente en abundancia (sin traslape en los intervalos de confianza), pero significativamente similar (traslape entre los intervalos de confianza) en la riqueza de especies de murciélagos con respecto al sitio 3 donde se registraron nueve especies, y el sitio 4, donde hubo la presencia de seis especies con las más bajas abundancias (Fig. 3).

De acuerdo con el ACP (correlación cofenética= 0.966, equivalente al 96% de correlación entre componentes), el CP1 y el CP2 alojaron más del 84% de la relación entre la variación de la abundancia de murciélagos que presentaron semillas en sus excretas con respecto a los sitios de borde donde fue registrada su presencia (Fig. 4).

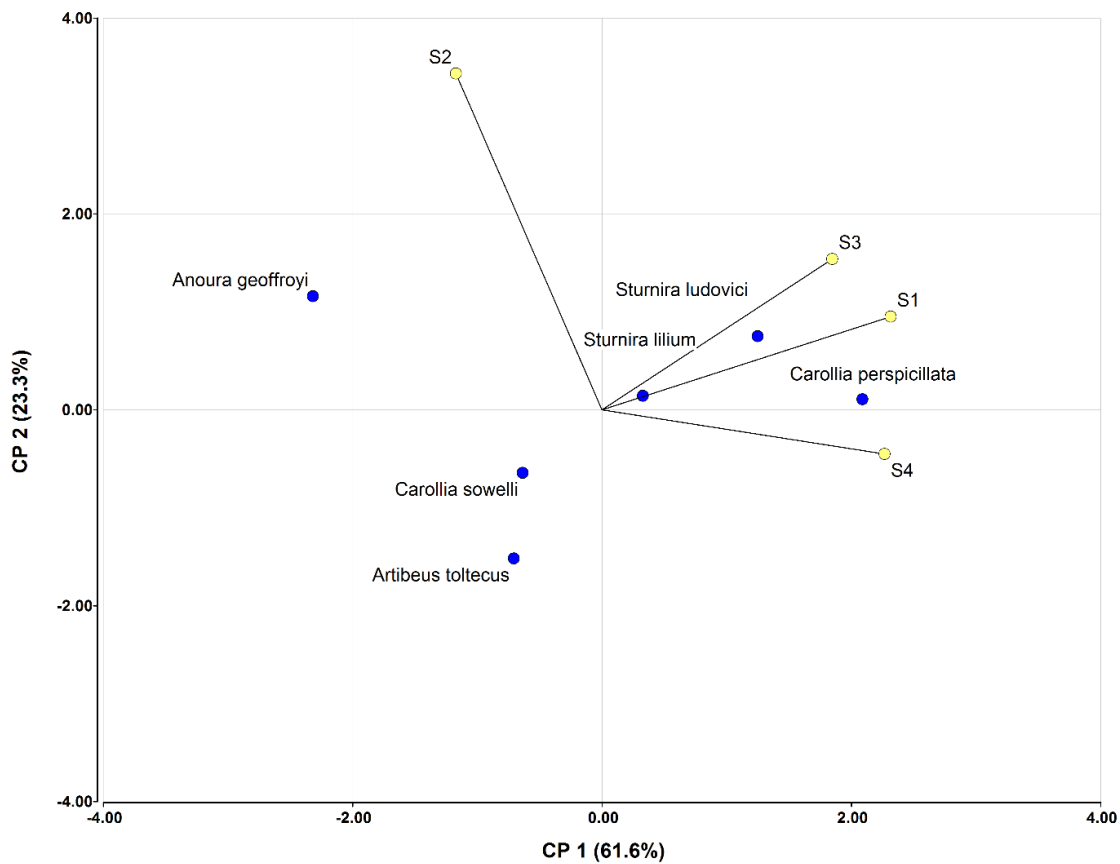
Las especies *S. lilium* y *S. ludovici* presentaron registros de abundancia en los sitios 1 y 3, mientras que *C. perspicillata* en los sitios 1 y 4, pero *A. geoffroyi* presentó el mayor registro de abundancias en el S2; las restantes especies de murciélagos con semillas en sus excretas (*C. sowersi* y *A. toltecus*) no mostraron una asociación en sus registros de presencia con respecto al tipo de borde donde fueron capturados (Fig. 4).

**Tabla 2. Listado taxonómico de la diversidad de murciélagos frugívoros/polinectarívoros registrados en cuatro sitios de borde de BMM; n: número de individuos; S1: BMM conservado, S2: Borde BMM-pastizal, S3: Ecotono, S4: Relicto, AR: abundancia relativa; SC: cantidad de semillas consumidas.**

Familia/Subfamilia/Especie	S1	S2	S3	S4	n	AR	SC
<b>Phyllostomidae/Carollinae</b>							
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	46	35	10	10	101	0.20	368
<i>Carollia sowersi</i> (Baker et al., 2002)	8	15	8	1	32	0.06	7
<b>Phyllostomidae/Glossophaginae</b>							
<i>Anoura geoffroyi</i> (Gray, 1838)	0	130	1	0	131	0.26	60
<i>Glossophaga mutica</i> (Pallas, 1766)	0	4	0	0	4	0.01	0
<b>Phyllostominae/Stenodermatinae</b>							
<i>Artibeus aztecus</i> (K. Andersen, 1906)	2	4	3	0	9	0.02	0
<i>Artibeus jamaicensis</i> (Leach, 1821)	1	3	1	0	5	0.01	0
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	0	2	1	0	3	0.01	0
<i>Artibeus phaeotis</i> (Miller, 1902)	1	3	4	7	15	0.03	0
<i>Artibeus toltecus</i> (Saussure, 1860)	1	5	0	5	11	0.02	3
<i>Artibeus watsoni</i> (Thomas, 1901)	0	1	0	0	1	0.00	0
<i>Centurio senex</i> (Gray, 1839)	1	0	0	0	1	0.00	0
<i>Platyrrhinus helleri</i> (Peters, 1866)	2	6	0	0	8	0.02	0
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	20	47	10	5	82	0.16	254
<i>Sturnira ludovici</i> (Anthony, 1924)	25	50	19	6	100	0.20	635
Individuos (abundancia)	107	305	57	34	503	100	1327
Especies (riqueza)	10	13	9	6			



**Figura 3.** Riqueza y abundancia de la comunidad de murciélagos frugívoros/polinectarívoros comparada entre sitios de borde con BMM, a partir de curvas de rarefacción y extrapolación con intervalos de confianza (área sombreada en las curvas) calculados al 95%.



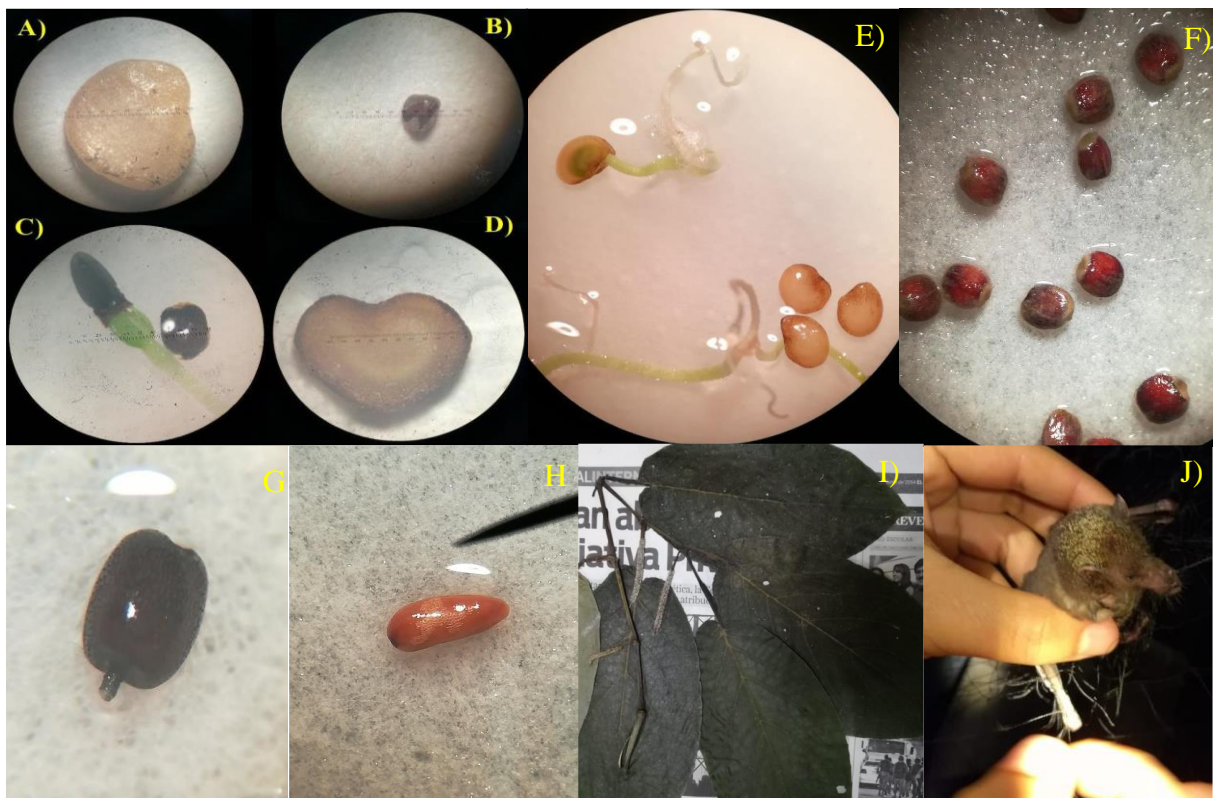
**Figura 4.** Registros de presencia y abundancia de especies de murciélagos asociados a sitios (S) de borde de BMM. Se observa que en los S1, S3 y S4 están participando de forma considerable en el componente 1 con tres especies de murciélagos, estos sitios están ligadas a áreas más diversas y conservadas, mientras que S2 participa de forma considerable en el componente 2, que es un borde de BMM con borde de pastizal inducido para la ganadería (Fig. 4).

En las heces de los murciélagos recolectadas, se registró la presencia de 1334 semillas, las cuales se clasificaron taxonómicamente en cuatro géneros y en cuatro familias botánicas: *Piper* sp. (Fam. Piperaceae), *Solanum* sp. (Fam. Solanaceae), *Vismia* sp. (Fam. Hypericaceae) y *Borreria* sp. (Fam. Rubiaceae) (Figura 5). Las especies *Borreria laevis* y *Solanum myriacanthum* (Figura 5) fueron las plantas con mayor cantidad de semillas recolectadas en las excretas de los murciélagos, equivalente al 57% de la cantidad de semillas registradas en el estudio. El sitio 2 y sitio 1, fueron los bordes donde se registraron la mayor cantidad y diversidad de semillas.

De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon estimado para la diversidad de semillas ( $H' = 1.78 \pm 0.005$ ) indica una diversidad baja, ya que la mayor abundancia (dominancia) de semillas estuvo representada por semillas de cuatro especies de plantas (Simpson  $1/D = 4.76$ ).

El IID indicó que *S. ludovici* fue el agente dispersor más importante, ya que presentó un IID=7.3, debido a que se obtuvieron en sus excretas 635 semillas de 11 especies de plantas dispersadas a partir de 22 muestras fecales, seguido de *C. perspicillata* con un IID=5.3, especie que dispersó 368 semillas de cinco especies de plantas en 15 muestras fecales; las restantes especies de murciélagos presentaron valores menores a cinco en su IID, por lo que se consideran con una baja importancia como agentes dispersores (Tabla 3).

Se pusieron a germinar 650 semillas, pero solo lograron germinar 297 semillas, lo que representa el 45.6% de porcentaje de germinación, aunque cada grupo de semillas por especie presentó variación en sus porcentajes de germinación (Tabla 3). A nivel individual, el mayor éxito germinativo lo obtuvo *Solanum* sp1 con el 90% de germinación, seguido de *Vismia* sp., con el 85% de éxito germinativo, las restantes especies presentaron valores inferiores al 60% de germinación y solo tres grupos de semillas de plantas no lograron germinar (Tabla 3).



**Figura 5.** A) Semilla de *Solanum myriacanthum* colectadas en el sitio 1; B) Semilla de *Piper* sp.3 dispersadas por *Sturnira ludovici* colectadas en el sitio 2; C) Semillas de *Piper* sp. 2; D) semillas de *Solanum* sp. 2 dispersadas por *Carollia perspicillata* en el sitio 2; E) Semillas de *Solanum myriacanthum* en proceso de germinación encontradas en las excretas de *Sturnira lilium*; F) *Borreria laevis*; G) *Solanum* sp.; H) *Vismia* sp., I) Ejemplar herborizado de *Piper* sp.; J) *Anoura geoffroyi* con restos de polen en cabeza y hocico.

**Tabla 3. Descripción de la cantidad de las especies de plantas a partir de las semillas consumidas por especie de murciélago; cantidad de semillas por sitio de borde (S), cantidad de semillas germinadas y porcentaje de germinación. Con estos valores se estima el Índice de Importancia del Dispersor por especie de murciélagos en bordes de BMM.**

Semillas identificadas	<i>A. geoffroyi</i>	<i>A. toltecus</i>	<i>C. perspicillata</i>	<i>C. sowellii</i>	<i>S. lilium</i>	<i>S. ludovici</i>	S1	S2	S3	S4	Total	Semillas germinadas	% de germinación
<i>Borreria laevis</i>	27	3	69	2	117	201	96	293	16	14	419	120	57.14
<i>Piper auritum</i>	0	0	0	0	5	19	0	24	0	0	24	0	0.00
<i>Piper sp. 1</i>	0	0	113	0	0	42	113	42	0	0	155	15	20.00
<i>Piper sp. 2</i>	0	0	138	0	0	59	81	116	0	0	197	60	60.00
<i>Piper sp. 3</i>	1	0	0	0	0	4	0	5	0	0	5	0	0.00
<i>Solanum myriacanthum</i>	19	0	0	0	104	228	75	214	62	0	351	70	46.67
<i>Solanum sp. 1</i>	0	0	0	0	11	10	0	21	0	0	21	18	90.00
<i>Solanum sp. 2</i>	0	0	33	5	17	48	0	103	0	0	103	0	0.00
<i>Solanum sp. 3</i>	0	0	0	0	0	24	7	24	0	0	31	5	33.33
<i>Solanum sp. 4</i>	13	0	0	0	0	0	0	13	0	0	13	3	50.00
<i>Vismia sp.</i>	0	0	15	0	0	0	15	0	0	0	15	6	85.71
Semillas consumidas	60	3	368	7	254	635	387	855	78	14	1334		
Abundancia relativa (%)	28.67	2.407	22.1	7.002	18.82	21.01							
Excretas con semillas	7	2	15	2	15	22							
% de heces con semillas	11.11	3.17	23.8	3.17	23.8	34.9							
Índice de Importancia del Dispersor (IID)	3.2	0.07	5.26	0.22	4.48	7.3							



## DISCUSIÓN

La composición del ensamblaje de murciélagos frugívoros fue dominada por *Sturnira lilium* y *Carollia perspicillata*, ya que presentan hábitos sedentarios con poblaciones abundantes y prefieren forrajear en el estrato bajo del bosque como parte de los patrones alimenticios, como ocurre en otras especies de murciélagos (Tschapka 2005). Su elevada abundancia y alta frecuencia de consumo de plantas pioneras en este estudio, sugiere que existe un potencial regenerativo en estos ecosistemas, además, la disponibilidad alimenticia en el área de estudio promueve la presencia y abundancia de murciélagos generalistas con capacidad de sobrevolar áreas abiertas y perturbadas (Medellín y Víquez 2014).

La diversidad de murciélagos registrada en este estudio se registró en sitio 2 que corresponde a un borde de BMM-Pastizal donde la proporción de la cobertura del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo fue superior al 70% de cobertura. En otros estudios se ha registrado que la cobertura forestal es indicador de la presencia de murciélagos al usar los estratos del bosque como refugios, zonas de descanso, áreas de forrajeo y de reproducción, que les brinda protección y rutas de escape ante depredadores (Alavéz-Martínez *et al.* 2020). Es posible que los murciélagos forrajeen o se alimenten dentro del área de BMM y que en el área de pastizal dispersen las semillas y viceversa (Muñiz *et al.* 2006), ya que fue en el sitio de borde BMM-Pastizal donde más cantidad de semillas fueron recolectadas (Galindo *et al.* 2000).

Las variaciones en la riqueza y abundancia de murciélagos y las semillas consumidas en los diferentes bordes estuvo relacionada con la proporción de la cobertura vegetal del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo en cada sitio de borde (McCulloch *et al.* 2013). En este sentido, las especies de murciélagos consideradas residentes fueron más abundantes en sitios de sucesión temprana donde los géneros *Piper*, *Solanum* y *Vismia* se presentan en mayor disponibilidad en comparación de las zonas con presencia de bosques maduros. Esto concuerda con los resultados sobre dietas de murciélagos con estrategia sedentaria o residentes, donde se presentan el mayor número de registros o poblaciones más abundantes en sitios que han sido modificados por intervención humana (Lindner y Morawetz 2006).

En este estudio se observó una relación entre el estado sucesional de la vegetación, ya que conforme aumentó el porcentaje de cobertura forestal de la vegetación del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo que componen los bordes estudiados, aumentó la proporción de

presencia de murciélagos en cada sitio; de esta manera, una comunidad diversa de murciélagos puede ser el resultado de la diversidad funcional y de la disponibilidad de recursos en el área (Ramírez-Mejía *et al.* 2020).

Los cuatro tipos de borde compartieron la presencia de *Borreria laevis*, fue la planta más abundante a partir de las semillas encontradas en las heces de los murciélagos, lo que sugiere que esta planta es un recurso importante para el mantenimiento del ensamblaje de murciélagos, ya que los murciélagos pueden aprovecharla en función de su disposición y disponibilidad, y que, a su vez, potencialmente moverá en el paisaje con la carga de semillas por dispersar. Es probable que los cuatro sitios de estudios con diferentes características de borde muestren diferencias en el número de especies de murciélagos y la cantidad de semillas consumidas, debido a la diversidad y disponibilidad de recursos asociados a los bordes, a los hábitos alimenticios de los murciélagos y al grado de perturbación del BMM (Hernández-Cerón *et al.*, 2022).

En otros estudios con murciélagos se ha determinado que la mayor abundancia de semillas se presenta en bordes que forman ecotonos con arbustos de vegetación original y con diferente grado de sucesión ecológica (Casallas *et al.* 2017); esto es consistente con nuestro estudio, ya que el mayor flujo de semillas se registró en el paisaje del sitio 2 y 1, correspondiente a un área de BMM denso, diverso y heterogéneo en términos de la estructura de la vegetación vertical y horizontal, que al combinarse con el borde de pastizal, genera un ambiente donde algunas especies de murciélagos resultan beneficiadas, mientras que otras se restringen a bordes con recursos específicos (ver resultados del ACP) (Linder y Morawetz, 2006).

El área de estudio, incluyendo los cuatro tipos de borde presentes en Finca La Pastoría, provee oportunidades de investigación para seguir estudiando a esta comunidad de murciélagos, sobre aspectos de la dieta, competencia, depredadores naturales, y aspectos ecológicos y biológicos de las poblaciones y su impacto debido a la pérdida del BMM. Con esto, el área puede certificarse como estación biológica a través de un Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC), y vincularse con entidades académicas e institutos de investigación para fomentar el estudio para la conservación de murciélagos y su hábitat.

## CONCLUSIONES

Catorce especies de murciélagos frugívoros-polinectarívoros fueron registrados en cuatro tipos de

borde de BMM, donde la mayor diversidad (riqueza y abundancia) se presentó en el borde de BMM con borde de pastizal inducido.

De esta comunidad biológica, solo seis especies de murciélagos fueron considerados agentes dispersores, ya que consumieron frutos-semillas de 11 especies de plantas, agrupadas en cuatro géneros y cuatro familias botánicas, estas son representativas del BMM y están disponibles en diferentes condiciones de borde.

La diversidad de semillas consumidas y encontradas en las excretas de los murciélagos estuvo asociada al tipo de borde, siendo el borde de BMM con pastizal inducido el espacio donde se presentó un mayor registro de semillas.

La presencia de murciélagos y las semillas registradas en los diferentes tipos de borde, muestran cómo la comunidad de murciélagos responde a cambios en la estructura y dinámica del paisaje del BMM.

En este estudio resalta la importancia de los murciélagos en la restauración pasiva del ecosistema a través de su alimentación, consumo y dispersión de semillas, por lo que se requiere seguir investigando aspectos de su biología y ecología para planificar un programa de conservación de sus poblaciones y su hábitat.

#### Acknowledgement.

To Arantxa Penagos de la Llave who has opened the doors of Finca La Pastoría for us to carry out this and other studies.

**Funding.** The presente study was developed with financing from PRODEP under the Project: “Caracterización de recursos zoogenéticos de las Altas Montañas: aplicación de la modelación ecológica y filogeografía” (clave 511-6/18-9245).

**Conflict of interest.** The authors declare and agree with the information presented in the article, and accept the order in which each author is listed in the document and there is no conflict of interest to declare on the part of the authors.

**Compliance with ethical standards.** The method of collection, monitoring, handling and release of bats was approved by the Dirección General de Vida Silvestre of the Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-Mexico), with the collection license for educational and research purposes: SGPA/DGVS/001892/18.

**Data availability.** Data are available from Prof. Ricardo Serna Lagunes at [rserna@uv.mx](mailto:rserna@uv.mx)

**Author contribution statement (CRediT).** **R. Serna-Lagunes** – Conceptualization, Methodology; Investigation; Data curation; Formal analysis; Writing – original draft; Writing- review and editing. **M. Texcahua-Tzontehua** – Investigation; Data curation; Formal analysis.

#### REFERENCIAS

- Aguilar, M., Renjifo, L. and Pérez J., 2014. Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape. *Biota Colombiana*, 15(2), pp. 87-101. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/357>
- Alavéz-Martínez, N.M., Montero-Reyes, D., Serna-Lagunes, R., Torres-Cantú, G.B., García-Martínez, M.Á. and Andrés-Meza, P., 2020. Estructura de la comunidad de murciélagos en un paisaje antropogénico tropical en Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7, pp. e2524. <https://doi.org/10.19136/era.a7n3.2524>
- Arroyo-Rodríguez, V., Rojas, C., Saldaña-Vázquez, R.A. and Stoner, K.E., 2016. Landscape composition is more important than landscape configuration for phyllostomid bat assemblages in a fragmented biodiversity hotspot. *Biological Conservation*, 198, pp. 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.026>
- Benítez de Rojas, C., Cardozo, A., Hernández, L., Lapp, M., Rodríguez, H., Ruiz, T. and Torrecilla P., 2006. *Botánica sistemática: fundamentos para su estudio*. Universidad Central de Venezuela. Venezuela. [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Botanica/Botanica\\_Sistemática/GUIA\\_DE\\_BOTANICA\\_SISTEMATICA\\_I.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Botanica/Botanica_Sistemática/GUIA_DE_BOTANICA_SISTEMATICA_I.pdf)
- Briones, M.A., Sánchez, V., and Santos, A., 2005. Diversidad de murciélagos en la gradiente altitudinal de la sierra Mazateca, Oaxaca, México. In: Sánchez-Cordero, V. and Medellín, R.A. (Eds.). *Contribuciones Mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*. Instituto de Biología e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el

- Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. pp. 67-76.
- Casallas, D., Calvo, N., and Rojas, R., 2017. Seed dispersal by bats over successional gradients in the Colombian orinoquia (San Martín, Meta, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 22(3), pp. 348-358. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.63561>
- CONABIO., 2010. *El bosque mesófilo de montaña en México: Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Colwell, R., 2019. *EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 9.1.0*. Museum of Natural History University of Colorado, USA. User's guide published at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Chao, A., Ma, K.H. and Hsieh, T.C., 2016. *iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity*. Program and User's Guide published at [http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software\\_download/](http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/). Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2022.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M., and Robledo, C.W., 2020. *InfoStat versión 2020*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FMCN, CONAFOR, USAID and USFS., 2018. *Manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas. BIODIVERSIDAD-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios*. Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México. <http://biocomuni.mx/descargas/>
- Fleming, T.H. and Heithaus, E.R., 1981. Frugivorous Bats, Seed Shadows, and the Structure of Tropical Forests. *Biotropica*, 13(2), pp. 45. <https://doi.org/10.2307/2388069>
- Galindo-González, J., 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración de bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73, pp. 57-74. <https://doi.org/10.21829/azm.1998.73731727>
- Galindo-González, J., and Sosa, V., 2003. Frugivorous bats in isolated trees and riparian vegetation associated with human-made pastures in a fragmented tropical landscape. *The Southwestern Naturalist*, 48(4), pp. 579-589. [https://doi.org/10.1894/0038-4909\(2003\)048<0579:FBIITA>2.0.CO](https://doi.org/10.1894/0038-4909(2003)048<0579:FBIITA>2.0.CO)
- Galindo, J., Guevara, S. and Sosa, V.J., 2000. Bat- and bird- generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*, 14(6), pp. 1693-1703. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99072.x>
- Galindo, J., Vázquez, G., Saldaña, A.R. and Montero, J.R., 2009. A more efficient technique to collect seeds dispersed by bats. *Journal of Tropical Ecology*, 25, pp. 205-209. <https://www.jstor.org/stable/25562606>
- Gamarra de Fox, I., Torres, M.E., Barreto, M.B. and Barrozo, N., 2019. Riqueza y variabilidad trófica de especies de murciélagos presentes en el Parque Nacional Ybycui y su zona de amortiguamiento – Departamento Paraguari, Paraguay. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 23(2), pp. 100-1. [http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2019/10/BMNHNPY\\_23\\_02\\_20191007\\_60-77\\_Gamarra\\_Murcielagos.pdf](http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2019/10/BMNHNPY_23_02_20191007_60-77_Gamarra_Murcielagos.pdf)
- García, J.L. and Santos, A., 2014. Effects of landscape and vegetation structure on the diversity of phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in Oaxaca, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 62(1), pp. 217-239. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i1.12094>
- Gobierno del estado de Veracruz., 2020. Huatusco. Disponible en Secretaría de turismo y cultura. In: <https://veracruz.mx/destino.php?Municipio=71>. Consultada el 2 marzo 2020.
- González, O., Ferro, J., Rodríguez, Di. and Berazaín, R., 2017. Métodos de inventario de plantas. In: Mancina, C.A., Cruz, F.D.D. (Ed). *Diversidad Biológica de Cuba: Métodos de Inventario, Monitoreo y Colecciones*

- Biológicas*. La Habana: Editorial AMA. pp. 60–85. <https://www.undp.org/es/latin-america/publicaciones/diversidad-biologica-de-cuba-metodos-de-inventario-monitoreo-y-colecciones-biologicas>
- Gorresen, P.M. and Willig, M.R., 2004. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*, 85(4), pp. 688-697. <https://doi.org/10.1644/BWG-125>
- Gual-Díaz, M. and Rendón-Correa, A., 2017. *Bosques Mesófilos de Montaña de México: Diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <https://core.ac.uk/download/pdf/249320709.pdf>
- Hernández, J.R., Rojas, O.R. and Saldaña, R.A., 2011. Consumo y dispersión de semillas de *Solanum schlechtendalium* (Solanaceae) por el murciélago frugívoro *Sturnira ludovici* (Phyllostomidae). *Chiroptera Neotropical*, 17(2), pp. 1017-1021.
- Hill, M.O., 1973. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54, pp. 427-432. <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Kalko, E.K. and Condon, M.A., 1998. Echolocation, olfaction and fruit display: how bats find fruit of *Flagellichorous cucurbits*. *Function Ecology*, 12(3), pp. 364-372. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1998.00198.x>
- Kunz, T.H., de Torrez, E.B., Bauer, D., Lobova, T. and Fleming, T.H., 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), pp. 1-38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>
- Lenz, J., Fiedler, W., Caprano, T., Friedrichs, W., Gaese, B.H., Wikelski, M., Böhning-Gaese, K., 2011. Seed-dispersal distributions by trumpeter hornbills in fragmented landscapes. *Proceedings of the Royal Society B: Biol. Sciences*, 278(1716), pp. 2257-2264. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2383>
- Linder, A. and Morawetz, W., 2006. Seed Dispersal by frugivorous bats on landslides in a montane rain forest in southern Ecuador. *Chiroptera Neotropical*, 12(1), pp. 232-237. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-464628>
- Manson, R. and Jardel, P.E., 2009. Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico. Capital Natural de México. Síntesis: Conocimiento Actual, Evaluación y Perspectivas de Sustentabilidad II. CONABIO, México. Pp: 131-184. [http://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II03\\_Perturbaciones%20y%20desastres%20naturales\\_Impactos%20sobre.pdf](http://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II03_Perturbaciones%20y%20desastres%20naturales_Impactos%20sobre.pdf)
- Markl, J.S., Schlenning, M., Forget, P.M., Jordano, P., Lambert, J.E., Traveset, A. and Böhning-Gaese, K., 2012. Meta-Analysis of the Effects of Human Disturbance on Seed Dispersal by Animals. *Conservation Biology*, 26(6), 1072-1081. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01927.x>
- Márquez, W. and Márquez, J., 2009. Municipios con mayor biodiversidad en Veracruz. *Foresta Veracruzana*, 11(2), pp. 43-50. <https://www.redalyc.org/pdf/497/49712336007.pdf>
- McCulloch, E.S., Tello, S., Whitehead, A., Rolón, C.M.J., Maldonado, M.C.D. and Stevens, R.D., 2013. Fragmentation of Atlantic Forest has not affected gene flow of a widespread seed-dispersing bat. *Molecular Ecology*, 22(18), pp. 4619-4633. <https://doi.org/10.1111/mec.12418>
- Medellín, R.A., Arita, H.T. and Sánchez, Ó., 2007. *Identificación de los murciélagos de México, clave de campo México*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Medellín RA, Viquez-R LR. 2014. Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental. In: González, C., Vallarino, A., Pérez, J.C. and Low, A.M. (Ed.). *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. Editorial S y G. México. Pp: 521-539.
- Mostacedo, B., and Fredericksen, T.S., 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. *BOLFOR*, 24(5), pp. 534-538. <https://doi.org/10.1080/01443610410001722>

590

- Muñiz, M.A., Williams, G. and Benayas, J.M., 2006. Distance effect from cloud forest fragments on plant community structure in abandoned pastures in Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 22(4), pp. 431-440. <https://doi.org/10.1017/S0266467406003221>
- OARDC. 2020. Department of Horticulture and Crop Science the Ohio State University. Disponible en: <https://www.oardc.ohio-state.edu/seedid/all.asp?sort=family>
- Partida-Sedas, S., Cabal-Prieto, A., Sánchez-Arellano, L. and Muñoz-Torres, J.P., 2017. Análisis de la reducción estructural del bosque mesófilo de montaña en Huatusco, Veracruz, México. *Agroproductividad*, 10, pp. 66-73. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1041>
- Ramírez-Mejía, A.F., Urbina-Cardona, J.N. and Sánchez, F. 2020. Functional diversity of phyllostomid bats in an urban-rural landscape: A scale-dependent analysis. *Biotropica*, 52(6), pp. 1168-1182. <https://doi.org/10.1111/btp.12816>
- Regolin, A.L., Muylaert, R.L., Crestani, A.C., Dáttilo, W. and Ribeiro, M.C., 2020. Seed dispersal by Neotropical bats in human-disturbed landscapes. *Wildlife Research*, 48(1), pp. 1-6. <https://doi.org/10.1071/wr19138>
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx\\_Cont.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf) Consultado: 17/11/2022
- Saldaña-Vázquez, R.A., Sosa, V.J., Hernández-Montero, J.R. and López-Barrera, F., 2010. Abundance responses of frugivorous bats (Stenodermatinae) to coffee cultivation and selective logging practices in mountainous central Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 19, pp. 2111-2124. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-010-9829-6>
- Saldaña-Vázquez, R.A., Castaño, J.H., Baldwin, J. and Pérez-Torres, J., 2019. Does seed ingestion by bats enhance germination? A new meta-analysis 15 years later. *Mammal Review*, 49, pp. 201-209. <https://doi.org/10.1111/mam.12153>
- Sampaio, E.M., Kalko, E.K., Bernard, E., Rodríguez-Herrera, B. and Handley, C.O., 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of Central Amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38(1), pp. 17-31. <https://doi.org/10.1076/snfe.38.1.17.14035>
- Tschapka, M., 2005. Reproduction of the Bat *Glossophaga commissarisi* (Phyllostomidae: Glossophaginae) in the Costa Rican Rain Forest during Frugivorous and Nectarivorous Periods. *Biotropica*, 37(3), pp. 328-474. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00054.x>
- USDA., 2012. United States Department of Agriculture. Disponible en <https://nt.ars-grin.gov/SeedsFruits/rptSeedsFruitsFam.cfm>
- Williams, G., Guillé, A., Gómez, O. and Lorea, F., 2007. *Conservación en el centro de Veracruz, México. El bosque de niebla: ¿reserva archipiélago o corredor biológico?* In: Halfpeter, G., Guevara, S. and Melic, M. (Ed.). *Hacia Una Cultura de Conservación de La Diversidad Biológica*. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España. Pp: 303-310. <http://sea-entomologia.org/PDF/PDFSM3MVOL6/Pdf32303310032WilliamsLinaeraetal.pdf>