

Murciélagos filostómidos en zonas con restauración pasiva y activa de Bosque Mesófilo de Montaña

Filostomide bats in zones with passive and active restoration of Could Forest

Ricardo Serna-Lagunes^{1*} , Julia Bibiana Miranda-Peralta¹, Jessica Dennise Pérez-Lino¹

¹Laboratorio de Bioinformática y Bioestadística, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Orizaba-Córdoba, Universidad Veracruzana. Dirección oficial: Calle Josefa Ortiz de Domínguez s/n Col. Centro, CP. (94945). Peñuela, Amatlán de Los Reyes, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: rserna@uv.mx

Artículo científico

Recibido: 21 de agosto de 2023

Aceptado: 20 de junio de 2024

RESUMEN. El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) es un ecosistema biodiverso y hábitat clave para murciélagos, pero está amenazado por actividades antrópicas, siendo la restauración ecológica una estrategia de manejo. El objetivo del estudio fue comparar la diversidad de murciélagos de una zona con restauración pasiva (ZRP) y activa (ZRA) de BMM. Durante octubre de 2019 a febrero de 2020 se realizaron tres monitoreos con redes de niebla para la captura de murciélagos, se clasificaron a nivel especie, gremio trófico, categoría de riesgo y tolerancia a la modificación del hábitat; se estimó la riqueza y abundancia y fue comparada mediante curvas de interpolaciones y extrapolaciones. Con un esfuerzo de captura de 4 860 m² red/h y una cobertura de la muestra del 95% en la ZRP y 93% en la ZRA, se capturaron 135 individuos de 13 especies de la familia Phyllostomidae; de estos, 90 individuos de 13 especies se capturaron en la ZRA y 45 individuos de 8 especies en la ZRP. Las especies abundantes fueron *Sturnira hondurensis* con 48 (35.6%) y *S. parvidens* con 36 individuos (26.7%). Diez especies se clasificaron como frugívoras y tres como hematófagas y dos especies se clasificaron como sensibles a la degradación del hábitat. *Dermanura watsoni* y *Diaemus youngui* están sujetas a Protección especial. La ZRA conglomeró la mayor abundancia de murciélagos, lo que indica que las prácticas de restauración activa benefician a especies frugívoras y disminuye la presencia de especies hematófagas.

Palabras clave: Diversidad, frugívoros, hematófagos, Phyllostomidae, chiroptera, chiropterofauna.

ABSTRACT. The Cloud Forest (CF) is a biodiverse ecosystem and key habitat for bats, but it is threatened by anthropogenic activities, with ecological restoration being a management strategy. The objective of the study was to compare the diversity of bats in an area with passive (ZRP) and active (ZRA) restoration of CF. During October 2019 to February 2020, three monitoring sessions were carried out with mist nets to capture bats, they were classified at the species level, trophic guild, risk category and tolerance to habitat modification; richness and abundance were estimated and compared using interpolation and extrapolation curves. With a capture effort of 4,860 m² net/h and a sample coverage of 95% in the ZRP and 93% in the ZRA, 135 individuals of 13 species of the Phyllostomidae family were captured; of these, 90 individuals of 13 species were captured in the ZRA and 45 individuals of 8 species in the ZRP. The abundant species were *Sturnira hondurensis* with 48 (35.6%) and *S. parvidens* with 36 individuals (26.7%). Ten species were classified as frugivorous and three as hematophagous, and two species were classified as sensitive to habitat degradation. *Dermanura watsoni* and *Diaemus youngui* are subject to Special Protection. The ZRA conglomerated the highest abundance of bats, indicating that active restoration practices benefit frugivorous and reduce the presence of hematophagous species.

Keywords: Diversity, frugivores, hematophagous, Phyllostomidae, Chiroptera, chiropterofauna.

Como citar: Serna-Lagunes R, Miranda-Peralta JB, Pérez-Lino JD (2024) Murciélagos filostómidos en zonas con restauración pasiva y activa de Bosque Mesófilo de Montaña. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 11(3): e3877. DOI: 10.19136/era.a11n3.3877.

INTRODUCCIÓN

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) se ubica entre los 1 100 y 1 500 msnm, en zonas climáticas y geográficamente particulares, entre los ecosistemas del bosque tropical (a menor altitud) y el bosque templado (a mayor altitud), por lo que funge como un ecosistema de transición (Rzedowski 2006, CONABIO 2010). Este tipo de vegetación ocupa el segundo lugar en diversidad de especies de vertebrados terrestres endémicos de Mesoamérica (Flores y Gerez 1994) y es hábitat de aproximadamente el 53% de los mamíferos terrestres de México, ya que se han registrado 257 especies en este ecosistema (González-Ruiz *et al.* 2014). En cuanto a quirópteros (Mammalia: Chiroptera), en el BMM se reporta la presencia de 92 especies, de las cuales, 19 se encuentran en alguna categoría de riesgo y 9 son endémicas (González-Ruiz *et al.* 2014). El BMM es un hábitat clave y relevante para los murciélagos, pues brinda refugio y alimento a una cantidad importante de especies, que a su vez proporcionan importantes servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas y la polinización de flores (Kunz *et al.* 2011, Ramírez-Fancél *et al.* 2022).

En México, el BMM ha sufrido la pérdida del 26.4% de su superficie natural debida al cambio de uso de suelo, como es el impacto de la modificación de la cubierta vegetal original para otros usos como la producción agropecuaria, establecimiento de agroindustrias, extracción de recursos maderables y no maderables, urbanización y zonas antropizadas (Farrera *et al.* 2010), por lo que se considera un ecosistema amenazado (Williams-Linera 2005). Es por ello, que el estudio de la diversidad de murciélagos en estos ecosistemas, proporcionan información sobre su papel en la regeneración de áreas de BMM y zonas perturbadas por cultivos (Saldaña-Vázquez *et al.* 2010), y para calibrar el estado de conservación de los ecosistemas, ya que sus poblaciones se reducen o aumentan ante las modificaciones del ambiente (Casarrubia 2022).

Dentro del estado de Veracruz se encuentran cuatro subregiones con presencia de BMM: Cuenca La Antigua, Sierra Norte de Puebla-Sierra de Chiconquiaco, Huatusco-Coscomatepec y Pico de Orizaba; en conjunto abarca solo el 2.07% del territorio estatal (Villaseñor 2018), particularmente la subregión Huatusco-Coscomatepec y Pico de Orizaba cuenta con aproximadamente 10 000 ha de BMM, pero solo 3 000 ha se encuentran conservadas (Díaz-García *et al.* 2020). Las causas de estos cambios de uso de suelo del BMM en Veracruz son la ganadería, los cultivos agrícolas (café, caña de azúcar, aguacate y chayote), el incremento de infraestructura humana, red de caminos rurales y zonas antropizadas, deforestación y perturbación (Saldaña-Vázquez *et al.* 2010).

Para revertir o minimizar los daños al BMM, se han implementado programas de conservación y manejo de los predios o terrenos de particulares, mediante el uso de técnicas de restauración ecológica pasiva y activa (proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido) (González-Espinoza *et al.* 2012, López-Barrera 2018). Este incluye la aplicación de distintas técnicas y estrategias para restablecer total o parcialmente la estructura, dinámica y funcionalidad del ecosistema original, y así mismo, recuperar la biodiversidad y servicios ambientales (Martin 2017). En la restauración activa se asiste al ecosistema para superar las barreras que impiden la regeneración, en cambio, en la restauración pasiva no existen barreras que limiten este proceso, por lo que la restauración se da de forma natural (Vargas 2011, Williams-Linera 2015).

Ya sean zonas de restauración activa o pasiva, estas favorecen la colonización, mantenimiento y forrajeo de especies de murciélagos, y fungen como áreas para realizar estudios que evalúen la eficacia de la restauración a partir de registros de presencia de la comunidad biológica (Ballesteros-Corra y Linares-Arias 2015). En este sentido, el estudio de la presencia de murciélagos en ecosistemas impactados por actividades humanas es importante para conocer los cambios en la riqueza y abundancia, su interacción con el ambiente e identificar las amenazas a las que sus poblaciones se encuentran expuestas (Oria y Machado 2012, Alavéz-Martínez *et al.* 2020). Los murciélagos son organismos que prefieren unidades vegetales que presenten adecuada oferta de recursos de hábitat, como alimento y refugio, para así sostener y mantener en equilibrio sus poblaciones (Roncancio y Estévez 2007).

Por esto, algunas especies de murciélagos se consideran indicadoras de la calidad de los ecosistemas, puesto que sus poblaciones son susceptibles a las alteraciones del hábitat (Pérez-Lustre *et al.* 2006). Por ejemplo, los efectos de la fragmentación sobre la diversidad de murciélagos afectan la estructura de la comunidad y el tamaño poblacional de cada especie (Pinto y Keitt 2008), pues la abundancia de algunas disminuye en ambientes fragmentados, mientras que otras especies abundan en estos sitios (Mena 2010). Ante la evidente degradación del BMM debido a los cambios de uso de suelo por actividades antrópicas en Huatusco, Veracruz, uno de los municipios con una importante diversidad biológica (Partida-Sedas *et al.* 2017), los estudios sobre la presencia de murciélagos en diferentes condiciones de restauración ecológica del BMM, pueden dar luz sobre el tipo de técnicas de restauración que permite conglomerar una mayor diversidad de especies (de la Peña-Domeme *et al.* 2014), como en zonas con restauración activa y en zonas con restauración pasiva (Sánchez-Velásquez *et al.* 2008). El objetivo de este estudio fue comparar la presencia de murciélagos en dos zonas, una con restauración activa y pasiva de BMM, con la finalidad de evaluar si la riqueza y abundancia de quirópteros se asocia a alguna zona que fue restaurada con alguna de las dos técnicas de restauración ecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un predio de 135 ha en la localidad conocida como Centro Agroecológico Las Bellotas de Chicalaba (Figura 1; Longitud: 97°3'22.32" O a 96°41'2.4" O, Latitud 19°4'21" N a 19°13'7.32" N, altitud: 1 300 m). Ubicada en el municipio de Huatusco, Veracruz, el cual presenta un uso de suelo agrícola para la producción del café, aguacate, ganadería, chayote, cultivos ornamentales y plantaciones forestales; cuenta con tres tipos de vegetación: BMM, Bosque de encino y Bosque tropical caducifolio (Márquez y Márquez 2009). Presenta un clima semicálido húmedo con lluvias todo el año (48%), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (42%), cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (6%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (4%) (INEGI 2009).

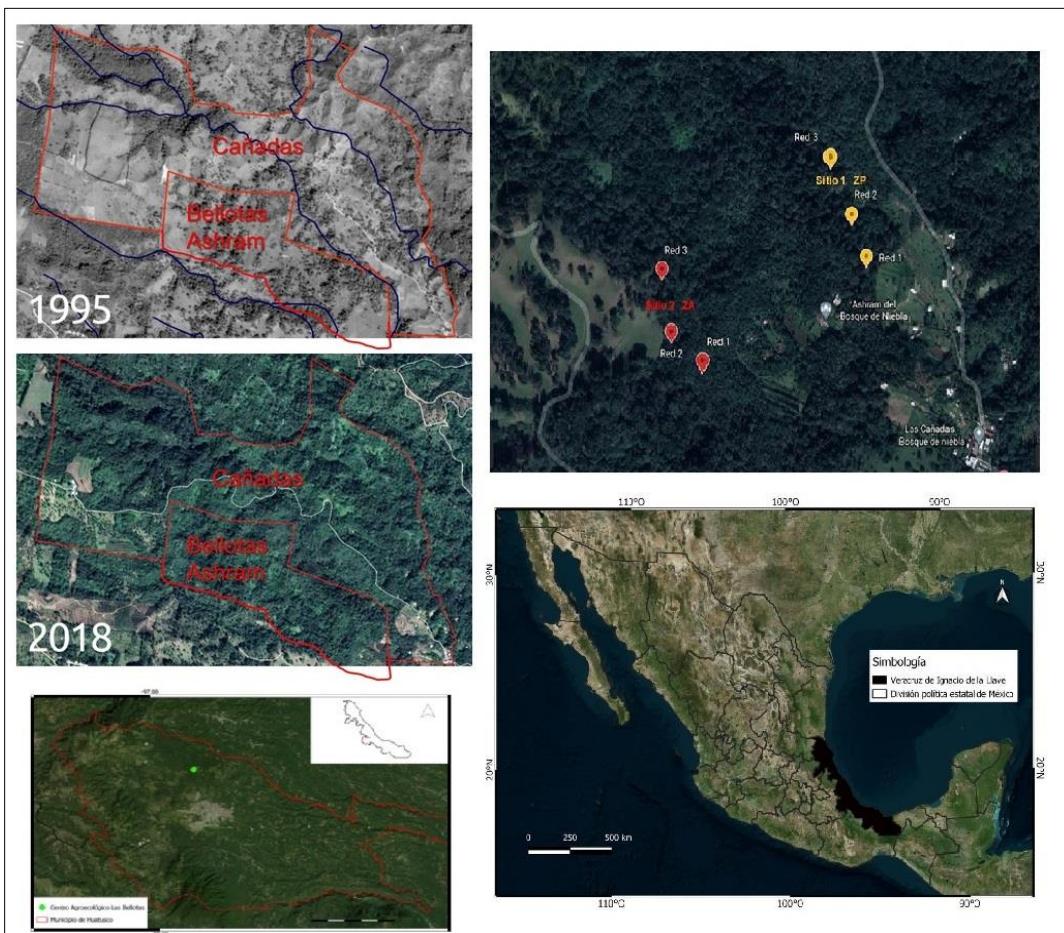


Figura 1. Imágenes satelitales de 1995 antes de la restauración (esquina superior izquierda), 13 años después de la restauración (imagen del año 2018) del predio del Centro Agroecológico Las Bellotas de Chicalaba, municipio de Huatusco, Veracruz, México. Zona de restauración pasiva (ZRP en amarillo) y zona de restauración activa (ZRA en rojo) señalan los seis sitios donde se establecieron las redes de niebla para la captura de murciélagos (esquina superior derecha).

La superficie del área de estudio fue históricamente utilizada como pastizal para la producción de ganado bovino de doble propósito a libre pastoreo por más de 25 años. En el año 2005, se destinaron 90 ha para la restauración activa del BMM con la siembra de alrededor de 20 000 árboles nativos de la región y típicos de este bosque, como fue la reforestación con plántulas de *Quercus insignis*, *Quercus xalapensis* y *Alnus acuminata*, mientras que la restante parte de bosque (45 ha aproximadamente) se dejó intacta, es decir, su restauración fue pasiva (López *et al.* 2016).

En campo se ubicaron las dos zonas: la zona con restauración pasiva (ZRP) y la zona con restauración activa (ZRA), mismas que se encontraban a aproximadamente 3 km de distancia lineal entre sí, con condiciones climáticas contrastantes. En cada zona, mediante el protocolo de CONAFOR (2009), se hizo una descripción de la vegetación *in situ* a partir de la estimación del porcentaje de cobertura de cada estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo) y la identificación de especies representativas de la vegetación (Tabla 1).

Tabla 1. Estructura y diversidad de la vegetación en zonas con restauración pasiva y activa del área de estudio.

Tipo de restauración	Estructura de la vegetación			Diversidad de plantas	
	Estrato arbóreo	Estrato arbustivo	Estrato herbáceo	Especies de la vegetación	
Zona de Restauración Pasiva (ZRP)	60%	25%	42%	<i>Platanus mexicana</i> <i>Piper auritum</i> <i>Cnidoscolus sp</i> <i>Brugmansia suaveolens</i> <i>Curculigo sp</i> <i>Quercus xalapensis</i> <i>Eugenia xalapensis</i> <i>Quercus insignis</i> <i>Oreopanax echinops</i> <i>Selaginella sp</i> <i>Spatifilum sp</i>	<i>Oreopanax capitatus</i> <i>Hoffmannia excelsa</i> <i>Psidium sartorianum</i> <i>Fraxinus sp</i> <i>Cyathea sp</i> <i>Diinoxia sp</i> <i>Turpinia insignis</i> <i>Dorstenia contrajerva</i> <i>Palicourea padifolia</i> <i>Palicourea galeottiana</i>
Zona de Restauración Activa (ZRA)	75%	12%	50%	<i>Crataegus mexicana</i> <i>Cestrum sp</i> <i>Renealmia mexicana</i> <i>Piper aduncum</i> <i>Orchidaceae</i>	<i>Selaginella sp</i> <i>Cassia jalapensis</i> <i>Lycopodium clavatum</i> <i>Quercus insignis</i>

Para la captura de murciélagos en cada zona, se realizaron tres muestreos de campo con un intervalo de tiempo entre muestreos de dos meses; se inició en el mes de octubre del año 2019 y finalizó en el mes de febrero del 2020, lo que abarcó seis meses de muestreo. Se establecieron tres redes de niebla (9 m de largo x 2.5 m de alto) a una distancia aproximada de 500 m entre cada una en cada zona de restauración, y estuvieron activas desde las 6:00 pm hasta las 02:00 am (Briones-Salas *et al.* 2005, Flores 2008). Las redes fueron revisadas cada 30-45 min, los murciélagos capturados en las redes fueron colocados en bolsas de manta, en el punto de revisión se tomaron los siguientes datos: fecha, sitio (ZRP o ZRA), horario y se identificaron taxonómicamente hasta nivel de especie con la clave de campo de Medellín *et al.* (2008). Los murciélagos fueron fotografiados para generar un banco de referencia y posteriormente fueron liberados; para ello, siempre se cuidaron las normas éticas del cuidado animal. Para evitar conteos dobles, los murciélagos fueron marcados con pintura en la uña del dedo, de tal manera que se disminuyó el sesgo por captura de los mismos individuos en las dos zonas evaluadas.

Se realizó un listado taxonómico de las especies de murciélagos con base en el Código Internacional de la Nomenclatura Zoológica de la American Society of Mammalogist, ya que esta incluye los cambios aceptados más recientes para la taxonomía de murciélagos; además se incluyó el historial de capturas mensuales, la abundancia absoluta y relativa de las especies de murciélagos registrados. Las especies se clasificaron con base en su gremio trófico de acuerdo con Medellín (1993) y con base en su tolerancia a la modificación del hábitat en: a) Dependientes de hábitat (especies que habitan en bosques continuos o forrajean en vegetación secundaria madura y agroecosistemas complejos. Son especializadas en su alimentación y sensibles a la alteración del hábitat y espacios abiertos); b) Sensibles (especies que también habitan en el bosque, pero utilizan vegetación riparia y corredores que atraviesan los fragmentos de bosque sin salir a espacios abiertos); c) Tolerantes (especies generalistas y resistentes a la transformación del ambiente, utilizan tanto los bosques como los ambientes transformados y remanentes de vegetación, vegetación riparia, secundaria e incluso árboles aislados) (Medellín *et al.* 2000, Galindo-González 2004,

Hernández *et al.* 2021, Cerón-Hernández *et al.* 2022). En el listado taxonómico también se incluyó el estatus de conservación y riesgo de las especies de murciélagos de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Se calculó el esfuerzo de captura (expresado en m^2 red/hora) multiplicando el largo por alto de las redes de niebla, por el número de horas de muestreo, por el número de noches muestreadas, y por el número de redes empleadas (Medellín 1993). También se calculó el éxito de captura, dividiendo el número de individuos entre el resultado del esfuerzo de captura por 100 (Roncancio y Estévez 2007).

Para comparar la diversidad de murciélagos con base a los números de Hill del orden q^0 (riqueza de especies), q^1 (especies muy frecuentes) y q^2 (especies poco frecuentes) en la ZRP y ZRA, se usaron las curvas de muestreo continuas de rarefacción y extrapolación (R/E) basadas en el tamaño de la muestra, la cual traza las estimaciones de diversidad con respecto al tamaño de la muestra (Jost 2006, Jost 2007, Jost 2010, Jost *et al.* 2010). Este análisis usa un enfoque asintótico para inferir la diversidad, con el que se evaluó la representatividad del muestreo mediante el cálculo de la cobertura de la muestra (sample coverage) como una medida de la completitud del inventario, esta representa la fracción de las abundancias totales de la comunidad que están representadas en la muestra; es decir, el número de individuos del universo del cual se obtiene la muestra, dividido entre el número de individuos observados en la muestra (Chao y Shen 2003). Estos procedimientos se desarrollaron en el software iNEXT (Chao *et al.* 2016). El método de rarefacción y extrapolación muestra el número acumulado de especies en el inventario con base en el esfuerzo de muestreo y permite comparar estadísticamente la riqueza y abundancia de las dos zonas (Jiménez-Valverde y Hortal 2003, Moreno *et al.* 2011, García-Morales *et al.* 2011). Este tipo de análisis ya se ha implementado para evaluar la estructura de la comunidad de mamíferos silvestres en la misma área de estudio (Pérez-Gracida *et al.* 2023), y se ha implementado en otros estudios con murciélagos (Calderón-Patrón *et al.* 2013, Plasencia-Vázquez *et al.* 2020) y en murciélagos con presencia en BMM (Cerón-Hernández *et al.* 2022).

RESULTADOS

Con un esfuerzo de captura de 4 860 m^2 red/h (2 430 m^2 red/h en cada zona), se obtuvo un éxito de captura (135 individuos/4 860 m^2 red/h x 100) de 2.7 murciélagos/h/red. La cobertura de la muestra para la ZRA fue del 95% con éxito de captura de 90 individuos de 13 especies (Figura 2), y para la ZRP una cobertura de la muestra del 93% con un éxito de captura de 45 individuos de 8 especies; entre ambas zonas se registró la presencia de 8 especies compartidas (61.5%).

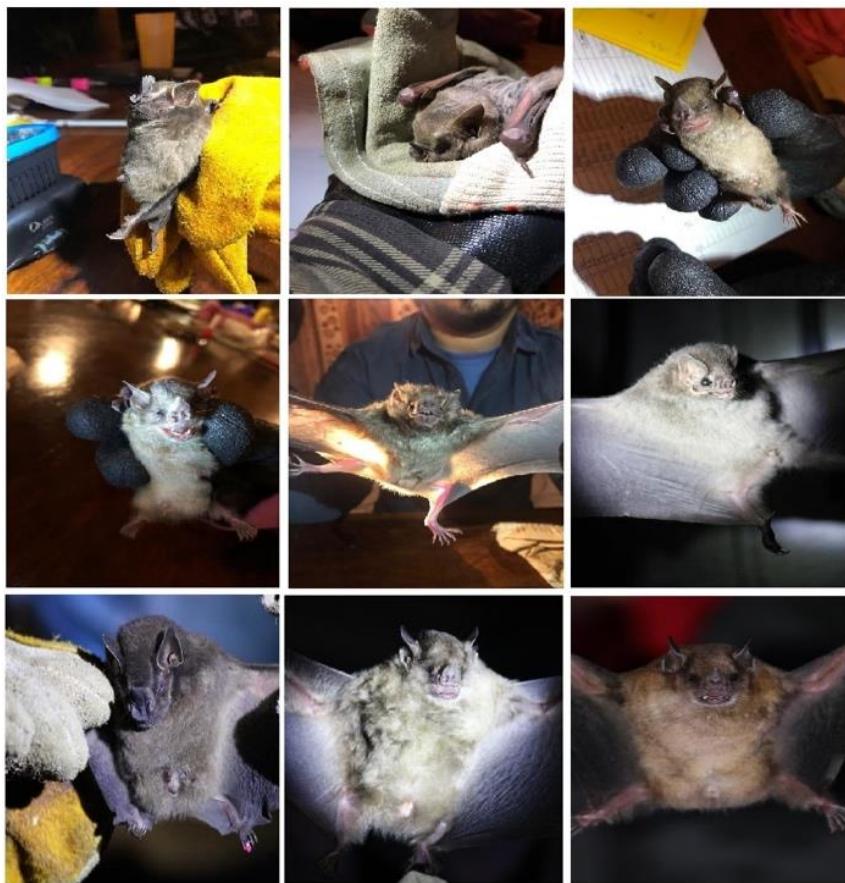


Figura 2. Algunas especies de murciélagos capturados en el área de estudio, de izquierda a derecha: *Artibeus jamaicensis*, *Dermanura tolteca*, *D. phaeotis*, *D. watsoni*, *Desmodus rotundus*, *Diphylla eucadatra*, *Carollia perspicillata*, *Sturnira parvidens* y *Sturnira hondurensis*.

Los 135 individuos capturados se clasificaron taxonómicamente en 13 especies de murciélagos, pertenecientes a 6 géneros, 3 subfamilias y todos pertenecieron a la familia Phyllostomidae (Tabla 2). La subfamilia Sternodermatinae fue la más diversa con 8 especies (61%), seguida de la Desmodontinae con 3 especies (23%), y la Carolinae con dos especies (16%). De las 13 especies de murciélagos, 10 (76%) especies se clasificaron del gremio trófico frugívoro y 3 (24%) especies del gremio hematófago (Tabla 2). De las 13 especies de murciélagos, dos (15%) de ellas: *Dermanura watsoni* y *Diaemus youngui* se encuentran en la categoría Sujetas a Protección especial (Pr) por la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que están amenazadas por factores que inciden negativamente en sus poblaciones. De acuerdo con la IUCN, las 13 especies de murciélagos registradas presentan una clasificación de Preocupación menor (LC), ya que sus poblaciones a nivel global se encuentran estables. Al clasificar a los murciélagos con base en su tolerancia a la modificación del hábitat se encontró que 7 (53%) especies son Sensibles a la modificación del hábitat, 4 (31%) especies son Tolerantes a la modificación del hábitat y 2 (16%) especies son Dependientes de hábitat (Tabla 2). De acuerdo con el historial de capturas, en el mes de febrero se registró la mayor riqueza de especies, seguida de octubre con 8 especies y diciembre con 5 especies capturadas. La mayor

abundancia de murciélagos se registró en octubre con 94 (70%) individuos, seguido de febrero con 29 (21.5%) individuos y en diciembre se capturaron 12 (8.5%) individuos (Tabla 2).

Tabla 2. Listado taxonómico, gremio trófico, historial de captura mensual, abundancia (absoluta y relativa) y registros de presencia de las especies de murciélagos en zonas de restauración activa (ZRA) y pasiva (ZRP) de BMM, en Huatusco, Veracruz. Gremio: F= Frugívoro, H= Hematófago; NOM: NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr= Protección especial; IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), LC= Preocupación menor; Tolerancia: D= Dependientes, S= sensibles, T= Tolerantes de hábitat.

Fami lia	Subfamili a	Géneros y especies	Nomenclatura taxonómica				Clasificación			Historial de capturas			Abundancia		Presenc ia		
			Gre mio	NO M	IU CN	Tolera ncia	Oct	Dic	Feb	Absol uta	Relat iva	ZR	Z RP				
Sternodematinae	Sternodematinae	<i>Artibeus jamaicensis</i> (Leach, 1821)	F	-	LC	T	1	-	-	1	0.7	1	0				
		<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	F	-	LC	S	-	-	1	1	0.7	1	0				
		<i>Dermanura azteca</i> (Andersen, 1906)	F	-	LC	S	8	-	-	8	5.9	4	4				
		<i>Dermanura phaeotis</i> (Miller, 1902)	F	-	LC	S	-	-	1	1	0.7	1	0				
		<i>Dermanura tolteca</i> (de Saussure, 1860)	F	-	LC	T	7	2	-	9	6.7	5	4				
		<i>Dermanura watsoni</i> (Thomas, 1901)	F	Pr	LC	S	1	-	1	2	1.5	1	1				
		<i>Sturnira hondurensis</i> (Goodwin, 1940)	F	-	LC	D	32	1	15	48	35.6	37	11				
		<i>Sturnira parvidens</i> (Goldman, 1917)	F	-	LC	S	32	-	4	36	26.7	24	12				
Philostomidae	Philostomidae	<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	F	-	LC	T	7	-	1	8	5.9	2	6				
		<i>Carollia sowelli</i> (R. J. Baker, Solari, and Hoffmann, 2002)	F	-	LC	S	6	4	4	15	11.1	9	6				
		<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1810)	H	-	LC	T	-	3	-	3	2.2	3	0				
		<i>Diaemus youngi</i> (Jentink, 1893)		Pr	LC	D	-	1	1	2	1.5	1	1				
		<i>Diphylla ecaudata</i> (Spix, 1823)		-	LC	S	-	-	1	1	0.7	1	0				
		Riqueza (S)						8	5	9				13	8		
Abundancia mensual y absoluta							94	12	29	135	100	90	45				

Las especies dominantes en términos de abundancia en ambos sitios fueron *Sturnira hondurensis* con 37 individuos en la ZRA y 11 en la ZRP; y *Sturnira parvidens* con 24 individuos en la ZRA y 12 en la ZRP. Los individuos capturados de estas dos especies en conjunto representan una abundancia relativa del 62%. Cuatro (31%) especies de murciélagos: *Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Dermanura phaeotis* y *Diphylla ecaudata* se capturaron en una sola ocasión y solo se capturaron en la ZRA (Tabla 2). Al analizar la presencia de murciélagos por zonas, 8 (61%) especies de murciélagos se registraron sólo en la ZRP, 8 (61%) especies de murciélagos se registraron entre ambas zonas, 5 (39%) especies se registraron exclusivamente en la ZRA; todas las especies de murciélagos estuvieron presentes en la ZRA (Tabla 2).

Con una cobertura de la muestra del 95% en la ZRP y 93% en la ZRA, de los 135 individuos capturados, 90 individuos de 13 especies se capturaron en la ZRA y 45 individuos de 8 especies se capturaron en la ZRP. Al comparar la riqueza y abundancia de murciélagos con las curvas de R/E entre en la ZRA y la ZRP, los intervalos de confianza calculados para la riqueza de especies se traslanan o sobreponen; sin embargo, en cuanto a la abundancia, el número de individuos en la ZRA supera al de la ZRP, y dado que los intervalos de confianza no se traslanan, se asumen diferencias significativas entre las zonas (Figura 3a). En cuanto a la comparación de los números de Hill, no se presentaron diferencias significativas entre las zonas (Figura 3b).

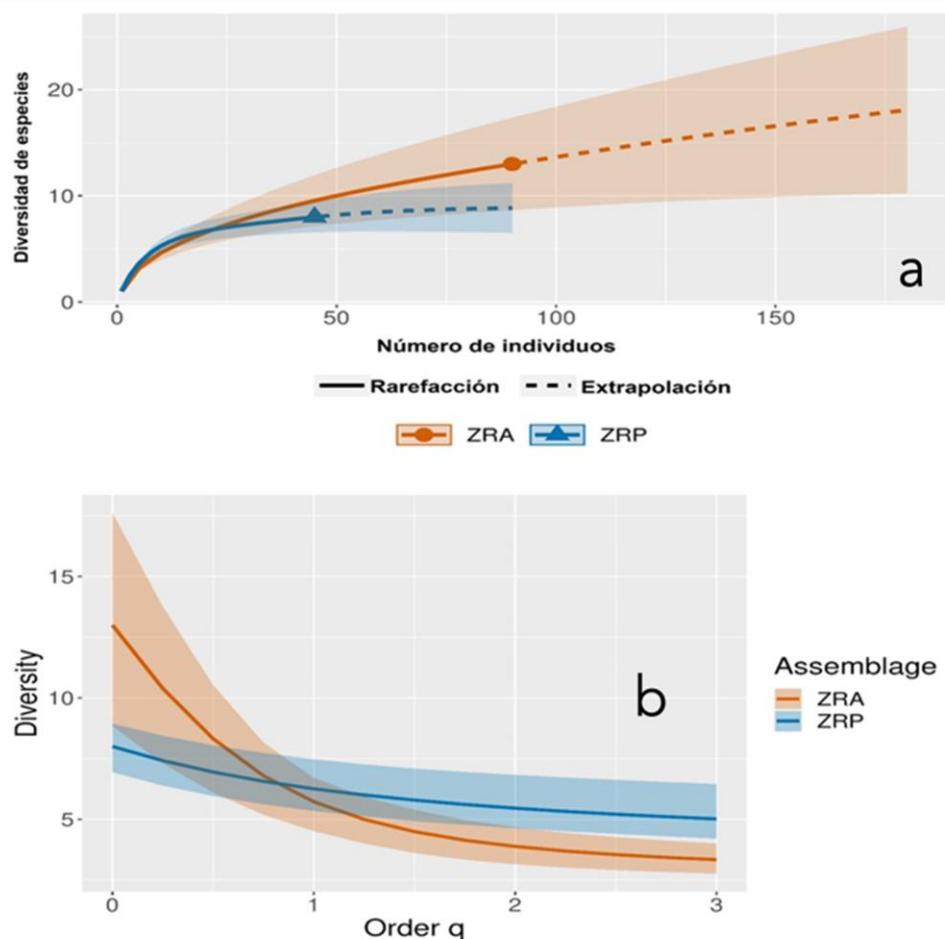


Figura 3. a) Curvas de rarefacción y extrapolación de la riqueza y abundancia de murciélagos; b) comparación de la diversidad de murciélagos con base en el número efectivo de especies del orden q_0 , q_1 y q_2 en ZRA y ZRP. Los intervalos de confianza al 95%, cuando estos se traslanan, indica que no existen diferencias significativas.

DISCUSIÓN

Al comparar la riqueza de murciélagos con la reportada por Saldaña-Vázquez *et al.* (2010) en un fragmento de BMM y en un cafetal de sombra de la zona de Xalapa, Veracruz, también registró una riqueza de 13 especies de murciélagos, pero encontraron que nueve especies (una especie más que en este estudio) hacen uso de ambos tipos de hábitat, y cuatro especies fueron exclusivas (2 en cada hábitat). Mientras que Sosa *et al.* (2008) registraron la presencia de 12 especies de murciélagos durante dos años de muestreo en ocho fincas cafetaleras y en un fragmento de BMM de Huatusco-Totutla, una zona a menos de 10 km de distancia lineal del área donde se desarrolló el presente estudio. La biodiversidad de murciélagos reportada es reflejo de la importancia de las ZRA y ZRP de BMM, ya sea por la diversidad de recursos de hábitat y alimentarios que ofrecen, para el mantenimiento de las poblaciones de murciélagos (Cerón-Hernández *et al.* 2022).

De las 13 especies registradas en este estudio, 10 pertenecen al gremio trófico frugívoro, equivalente al 76% del ensamble de murciélagos, como las especies registradas de los géneros *Artibeus* y *Dermanura* que se alimentan de una amplia diversidad de especies del género *Ficus*; por su parte, las especies del género *Carollia* se alimentan de plantas del género *Piper* (plantas de sucesión temprana que se encuentran en bosques perturbados) y *Cecropia* (árboles pioneros de dosel especialistas en favorecer la regeneración natural en zonas perturbadas); mientras que las especies del género *Sturnira* se consideran frugívoros generalistas (Medellín 1993).

Es importante mencionar que en cuanto a la riqueza y a los indicadores de la diversidad verdadera del número efectivo de especies de Hill del orden q^0 , q^1 y q^2 , no se encontraron diferencias significativas que determinen una estructura de la comunidad de murciélagos diferente entre ambas zonas de estudio. Esto quiere decir, que tanto la ZRA como ZRP pueden mantenerse a las poblaciones de murciélagos, pero estas pueden variar en cuanto a su abundancia debido a la disponibilidad de recursos y la competencia alimentaria, lo que estaría delimitando el tamaño de las poblaciones (Lou y Yurrita 2005).

Cabe destacar los registros de presencia de las tres especies de murciélagos con tipo de alimentación hematófaga: *Diphylla ecaudata* y *Diaemus youngi* que se alimentan preferentemente de sangre de aves, y *Desmodus rotundus* que se alimenta de la sangre de mamíferos silvestres y de ganado vacuno, bovino y equino. La presencia de *D. rotundus* en la ZRA está relacionado a la influencia de áreas de potreros con presencia de ganado bovino a libre pastoreo en el terreno adjunto, ubicada a 100 m donde fueron colocadas las redes de niebla. De acuerdo con Galindo (2004), *D. rotundus* es una especie relacionada con sitios perturbados y con actividad ganadera, pues se alimenta de sangre del ganado, lo que aumenta su abundancia en estas áreas. Por otro lado, a diferencia de *D. rotundus*, las otras especies hematófagas, *D. youngi* y *D. ecaudata*, que tienen una dieta especializada en sangre de aves domésticas y/o silvestres, son especies raras por su baja abundancia y podrían ser indicadoras de la presencia de recursos alimentarios en el área (Correa *et al.* 2015), pues coincide que en la ZRA se encuentra la presencia de gallinas, patos y guajolotes en gallineros, lo que ofrece recurso para las especies de murciélagos hematófagas con preferencia alimenticia en sangre de aves. Sin embargo, estas especies de murciélagos hematófagas que se consideran abundantes en zonas con influencia ganadera, en este estudio, solo se registraron seis

individuos de las tres especies, lo que representa el 4.4% del total de individuos capturados, una baja abundancia derivado de la escasez de recursos alimenticios disponibles en la ZRA y ZRP.

No hubo captura o registros de especies de murciélagos nectarívoras o insectívoras, pues según lo que mencionado por Soriana (2000), los frugívoros son el grupo más representativo en los BMM, en comparación con bosques tropicales en donde se pueden encontrar gremios más diversos. Aunque en estudios previos se han registrado especies del gremio nectarívoro en BMM (Kraker-Castañeda *et al.* 2017), la ausencia de murciélagos nectarívoros en este estudio puede explicarse debido al periodo (invierno) del monitoreo de murciélagos que no coincidió con el periodo de floración de la mayoría de las especies de plantas del BMM (primavera). En el área donde se desarrolló el presente estudio, no se descarta la presencia de otras especies entre ellas las del gremio nectarívoro e insectívoro si se aumentaran los periodos de monitoreo, las unidades de muestreo y la combinación de diferentes técnicas de registro de murciélagos (trampas de arpa, redes aéreas y por encima del dosel, detectores ultrasónicos y revisión de refugios o cuevas adyacentes al área de estudio), pues Sosa *et al.* (2008) registraron tres especies del gremio insectívoro (*Mormoops megalophylla*, *Pteronotus davyi* y *Myotis keaysi*) en el fragmento de BMM de la comunidad agroecológica Las Cañas, la cual se encuentra a 1.6 km del área del presente estudio.

Dos de las especies de murciélagos registrados se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr): *Dermanura watsoni* y *D. youngi*, debido a que la fragmentación de su hábitat hace más vulnerable la reducción de sus poblaciones. Además, *D. youngi* es normalmente confundido por el vampiro común *D. rotundus*, por lo que los ganaderos y otros sectores de la población humana, lo atacan hasta diezmar sus poblaciones y destruir sus refugios, ya que los consideran una amenaza para el ganado (Scheffer *et al.* 2015), mientras que *D. watsoni* que presenta afinidad sobre cierto grupo de plantas que desaparecen cuando se altera la vegetación del hábitat (Chaverri y Kunz 2016). *Strurnira hondurensis* y *Diaemus youngi* son dos especies de murciélagos dependientes de hábitat reportadas en el área de estudio, tienen hábitos especialistas y son sensibles a las modificaciones del ecosistema. La primera especie consume frutos de plantas de los géneros *Piper*, *Cecropia*, *Ficus* y *Solanum* que se encuentran en espacios alterados (Galindo 1998), por lo que su abundancia fue superior en la comunidad de murciélagos; mientras de *D. youngi* encuentra la disponibilidad de presas como aves de corral en la zona, por lo que la ZRA provee recursos para estas especies. Las especies registradas como las de los géneros *Artibeus*, *Carollia* y *Sturnira*, son consideradas como tolerantes a hábitats intervenidos (Medellín y Víquez-R 2014), debido a que aprovechan la presencia de plantas de fructificación constante durante el año que suelen ser parte de su dieta, en comparación con bosques maduros donde especies de plantas presentan mayor estacionalidad en su floración y fructificación (Olea *et al.* 2007, Mena 2010, Oria y Machado 2012).

El género con mayor riqueza fue *Dermanura* con 4 especies, y las especies más abundantes fueron del género *Sturnira* (*S. parvidens* y *S. hondurensis*) con el 62.2% del total de individuos capturados, seguido el género *Carollia* (*C. sowelli* y *C. perspicillata*) con el 17% de las capturas totales, consideradas generalistas (Olea-Wagner *et al.* 2007). También se registraron 5 especies en la ZRA y compartieron 8 especies de las 13 registradas con la ZRP, pues de acuerdo con Trujillo-Miranda *et al.* (2017) las plantaciones que se realizan en las ZRA conducen a una recuperación más rápida de

la estructura de la vegetación, por lo que los recursos requeridos por las especies de quirópteros se encuentran disponibles.

La ZRA presentó mayor abundancia de individuos, el 66.7% del total de individuos; mientras que el área con restauración pasiva presentó el 33.3% del total de individuos. Estos datos coinciden con Pérez-Gracida *et al.* (2023), quienes evaluaron el efecto de las dos formas de restauración (pasiva y activa) en el ensamblaje de mamíferos en la misma localidad, los resultados mostraron que las ZRA y el bosque conservado presentó el mayor porcentaje de especies, mientras que la ZRP y restauración mixta presentaron el menor porcentaje. Sin embargo, al igual que nuestros resultados la representatividad de la muestra fue mayor en la ZRA (95-100%) que en la de restauración pasiva (71-87%), esto puede estar determinado por la influencia de la restauración y las condiciones de hábitat generadas, que determinan la estructura de la comunidad de mamíferos en función de la condición de los recursos (Pérez-Gracida *et al.* 2023).

CONCLUSIONES

La zona de restauración activa (ZRA) del BMM conglomeró mayor abundancia de murciélagos, relacionado con la disponibilidad de recursos que ofrece esta zona. Las especies *Sturnira hondurensis* y *S. parvidens* fueron las más abundantes en la ZRA, su presencia se asocia a la diversidad de recursos que pueden ofrecer las zonas en proceso de restauración. Diez especies de murciélagos registrados se clasificaron en el gremio frugívoro y tres fueron del gremio hematófago, todas de la familia Phyllostomidae, las cuales son indicador de la importancia del BMM como hábitat clave. *Dermanura watsoni* y *D. youngui* están bajo la categoría Sujetas a protección especial (Pr), por lo que el mantenimiento de esta fracción de BMM es prioritario como reservorio de sus poblaciones. Acciones como la restauración activa del BMM son necesarias para la conservación del bosque y para conglomerar mayor diversidad de especies de murciélagos, debido a la diversidad de recursos de hábitat que proveen.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Centro Agroecológico Las Bellotas por su apoyo en el desarrollo de las actividades del presente proyecto de investigación.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Alavéz-Martínez NM, Montero-Reyes D, Serna-Lagunes R, Torres-Cantú GB, García-Martínez MÁ, Andrés-Meza P (2020) Estructura de la comunidad de murciélagos en un paisaje antropogénico tropical en Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7: e2524. <https://doi.org/10.19136/era.a7n3.2524>
- Briones-Salas M, Sánchez V, Santos A (2005) Diversidad de murciélagos en un gradiente altitudinal de la Sierra Mazateca, Oaxaca, México. En: Sánchez V, Medellín R (eds) *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*. Instituto de Biología, UNAM, Instituto de Ecología, CONABIO. México. pp: 67-76.
- Calderón-Patrón JM, Briones-Salas M, Moreno CE (2013) Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Therya* 4(1): 121-137.
- Casarrubia JR (2022) Murciélagos: importantes aliados como bioindicadores de calidad de hábitats. *Therya Ixmana* 1(1): 26-28.
- Cerón-Hernández JA, Serna-Lagunes R, Torres-Cantú GB, Llarena-Hernández RC, Mora-Collado N, García-Martínez MÁ (2022) Diversidad, tipos de dieta de murciélagos y su respuesta a bordes de bosque mesófilo de montaña, Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 9(2) <https://doi.org/10.19136/era.a9n2.3110>
- Chao A, Ma KH, Hsieh TC (2016) iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Software for interpolation and extrapolation of species diversity. http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/. Fecha de consulta: 05 de febrero de 2022.
- Cha A, Shen TJ (2003) Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics* 10: 429-433.
- Chaverri G, Kunz TH (2006) Roosting ecology of the tent-roosting bat *Artibeus watsoni* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Southwestern Costa Rica 1. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation*. 38: 77-84.
- 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. 197p.
- CONAFOR (2009) Restauración de ecosistemas forestales: Guía básica para comunicadores. Unidad de Comunicación Social. Coordinación de Conservación y Restauración. Comisión Nacional Forestal. México. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/579Restauraci%C3%B3n%20de%20ecosistemas%20forestales.pdf>. Fecha de consulta: 04 de enero de 2023.
- Correa K, Fernandes R, Iamamoto K, Morio E, Miyuki K, Achkar S, Estevez A, Yoshitaka J, De Oliveira W (2015) *Diphylla ecaudata* y *Diaemus youngi*, biología y comportamiento. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 31(3): 436-445. <https://doi.org/10.21829/azm.2015.3131047>
- de la Peña-Domene M, Martinez-Garza C, Palmas-Perez S, Rivas-Alonso E, Howe HF (2014) Roles of birds and bats in early tropical-forest restoration. *PloS One* 9 (8): e104656 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104656>
- Díaz-García JM, López-Barrera F, Pineda E, Toledo-Aceves T, Andresen E (2020) Comparing the success of active and passive restoration in a tropical cloud forest landscape: A multi-taxa fauna approach. *PloS One* 15(11): e0242020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242020>
- Flores M (2008) Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradiente ambiental en la reserva de la biosfera y tierra comunitaria de Origen Pilon Lajas, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 15(2): 309-322.
- Flores O, Gerez P (1994) Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo.

- (2a Ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Universidad Nacional Autónoma de México. México. 446p.
- Galindo J (1998) Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 73: 57-74.
- Galindo J (2004) Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 20(2): 239-243.
- García-Morales R, Moreno CE, Bello-Gutiérrez J (2011) Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya* 2(30): 202-215.
- González-Ruiz N, Ramírez J, Gual M (2014) Mamíferos del bosque mesófilo de montaña en México. En: Gual-Díaz M, Rendón-Correa A (eds) *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 305-326.
- González-Espinosa M, Meave JA, Ramírez-Marcial N, Toledo-Aceves T, Lorea-Hernández FG, Ibarra-Manríquez G (2012) Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas* 21(1-2): 36-54.
- Hernández G, León L, Ortega J (2021) *Sturnira hondurensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Mammalian Species* 53 (1001): 23-24.
- INEGI (2009) Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Huatusco, Veracruz de Ignacio de la Llave. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Estados Unidos Mexicanos.
- Jiménez-Valverde A, Hortal J (2003) Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151-161.
- Jost L (2006) Entropy and diversity. *Oikos* 113:363-375.
- Jost L (2007) Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88: 2427-2439.
- Jost L (2010) The relation between evenness and diversity. *Diversity* 2: 207-232.
- Jost L, DeVries P, Walla R, Greeney H, Chao A, Ricotta C (2010) Partitioning diversity for conservation analyses. *Diversity and Distributions* 16: 65-76.
- Kraker-Castañeda C, Santos A, Lorenzo C, Horvath A, MacSwiney M, Navarrete D (2017) Responses of phyllostomid bats to forest cover in upland landscapes in Chiapas, southeast Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 55(2): 112-121. <https://doi.org/10.1080/01650521.2017.1297559>
- Kunz TH, Braun de Torrez E, Bauer D, Lobova T, Fleming TH (2011) Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223(1): 1-38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>
- López F, García J, Mehltreter K, Rojas O, Aguirre A, Landgrave R, Ortega A, Montes B, Aguilar K, Díaz A, Vázquez G, Rojas B (2016) Ecología de la restauración del bosque nublado en el centro de Veracruz. En: Ceccon E, Martínez C (eds) *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pp. 103-130.
- López-Barrera F (2018) Restauración del Bosque de Niebla con un enfoque de paisaje. *AgroProductividad* 10(1): 29-36
- Lou S, Yurrita CL (2005) Análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 21(1): 83-94.
- Márquez W, Márquez J (2009) Municipios con mayor biodiversidad en Veracruz. *Forestal Veracruzana* 11(2): 43-50.
- Martin DM (2017) Ecological restoration should be redefined for the twenty-first century. *Restoration Ecology* 25(5): 668-673. <https://doi.org/10.1111/rec.12554>
- Medellín R (1993) Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico mexicano. En:

- Medellín R, Ceballos G (eds) Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales. Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. Pp. 333-350.
- Medellín R, Equihua M, Amin M (2000) Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14 (6): 1666-1675. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.99068.x>
- Medellín R, Víquez-R L (2014) Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental. En: González-Zuarth C, Vallarino A, Pérez-Jiménez JC, Low-Pfeng AM (eds) Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. INECC. México. p. 521-542.
- Medellín RA, Arita HT, Sánchez O (2008) Identificación de los murciélagos de México: Clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México. 83p.
- Mena J (2010) Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología* 17(3): 277-284. <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i3.2>
- Moreno CE, Barragán F, Pineda E, Pavín NP (2011) Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 2: 1249-1261. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.745>
- Olea A, Lorenzo C, Naranjo E, Ortíz D, León L (2007) Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la selva lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78(1): 191-200. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2007.001.393>
- Oria F, Machado M (2012) Comunidades de murciélagos en ambientes intervenidos del sector Papelón de Aroa, Estado Yaracuy, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 173-174: 119-133.
- Partida-Sedas S, Cabal-Prieto A, Sánchez-Arellano L, Muñoz-Torres JP (2017) Análisis de la reducción estructural del bosque mesófilo de montaña en Huatusco, Veracruz, México. *Agroproductividad* 10(6): 66-73.
- Pérez-Gracida LD, Serna-Lagunes R, Mezhua-Velázquez MJ, Mora-Collado N, García-Martínez MA, Torres-Cantú G (2023) Mammals in a cloud forest patch and a restored area in central Veracruz, México. *Therya Notes* 4(2): 89-86. https://doi.org/10.12933/therya_notes-23-112
- Pérez-Lustre M, Díaz RGC, Moreno AS (2006) Mamíferos del bosque mesófilo de montaña del Municipio de San Felipe Usila, Tuxtepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)* 10(1): 29-40. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2006.10.1.140>
- Pineda E, Moreno C, Escobar F, Halffter G (2005) Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19: 400-410.
- Pinto N, Keitt TH (2008) Scale-dependent responses to forest cover displayed by frugivore bats. *Oikos* 117(11): 1725-1731. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.16495.x>
- Plasencia-Vázquez AH, Escalona-Segura G, Cú-Vizcarra JD, Borges-Jesús KP, Serrano-Rodríguez A, Ferrer-Sánchez Y, Vargas-Contreras JA (2020) Diversidad de murciélagos en la selva baja inundable del sureste de México. *Revista de Biología Tropical* 68(2): 623-640. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68i2.38899>
- Ramírez J, González N, Gardner A, Arroyo J (2014) List of recent land mammals of Mexico, 2014. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University* 63: 1-69.
- Ramírez-Fráncel LA, García-Herrera LV, Losada-Prado S, Reinoso-Flórez G, Sánchez-Hernández A, Estrada-Villegas S, Lim BK, Guevera G (2022) Bats and their vital ecosystem services: a global review. *Integrative Zoology* 17: 2-23. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12552>
- Roncancio N, Estevez J (2007) Evaluación del ensamblaje de murciélagos en áreas sometidas a regeneración natural y a restauración por medio de plantaciones de aliso. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 11(1): 131-143.
- Rzedowski J (2006) Vegetación de México (1a ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

- Biodiversidad; Editorial Limusa. México
https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf. Fecha de consulta: 21 de agosto de 2023
- Saldaña-Vázquez RA, Sosa VJ, Hernández-Montero JR, 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: 2111-2124.
- Sánchez-Velásquez LR, Ramírez-Bamonde ES, Andrade-Torres A, Rodríguez-Torres P (2008) Ecología, florística y restauración del bosque mesófilo de montaña. En: Sánchez-Velásquez LR, González JG, Díaz-Fleischer F (eds) *Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de Montaña en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad*, Universidad Veracruzana, Mundiprensa México. México. Pp. 9-49.
- Scheffer KC, De Barros RF, Lamamoto K, Mori E, Asano KM, Achkar SM, Fahl WDO (2015) *Diphylla ecaudata* y *Diaemus youngi*: Biología y comportamiento. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 31(3): 436-445.
- Soriana P (2000) Estructura funcional de las comunidades de murciélagos en selvas húmedas tropicales y selvas nubladas andinas. *Ecotrópicos* 13(1): 1-20.
- Sosa VJ, Hernández-Salazar E, Hernández-Conrique D, Castro-Luna AA (2008) Murciélagos. En: Manson RR (ed) *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo, y conservación*. INECOL y INESEMARNAT. México. p- 181-192.
- Toledo-Aceves T, Trujillo-Miranda AL, López-Barrera F (2021) Tree regeneration in active and passive cloud forest restoration: Functional groups and timber species. *Forest Ecology and Management* 489: 119050. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119050>
- Vargas O (2011) Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana* 16(2): 221-246.
- Villaseñor JL (2017) El bosque húmedo de montaña en el estado de Veracruz, México. *AgroProductividad* 10: 19-23.
- Williams-Linera G (2015) El bosque mesófilo de montaña, veinte años de investigación ecológica ¿qué hemos hecho y hacia dónde vamos? *Madera y Bosques* 21: 51-61. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.210426>
- Zárate-Martínez D, Serrato A, López-Wilchis R (2012) Importancia ecológica de los murciélagos. *ContactoS* 85: 19-27.