



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

CAMPUS COSTA GRANDE

ESCUELA SUPERIOR EN DESARROLLO SUSTENTABLE

**COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE MURCIÉLAGOS EN
EL MUNICIPIO DE TECPAN DE GALEANA**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES

PRESENTAN

JOSÉ ÁNGEL DURÁN NERI

PEDRO CRISPÍN GÓMEZ ARCÁNGEL

DIRECTOR DE TESIS

DR. VÍCTOR MANUEL ROSAS GUERRERO

ASESORES

M. C. BLANCA LORENA ALEMÁN FIGUEROA

DR. HUMBERTO ÁVILA PÉREZ

DR. LUIS ALVIN GARZÓN LÓPEZ

TECPAN DE GALEANA, GUERRERO, JUNIO 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

CAMPUS COSTA GRANDE
ESCUELA SUPERIOR EN DESARROLLO SUSTENTABLE

**COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE MURCIÉLAGOS EN EL
MUNICIPIO DE TECPAN DE GALEANA**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES

PRESENTAN
JOSÉ ÁNGEL DURÁN NERI
PEDRO CRISPÍN GÓMEZ ARCÁNGEL
DIRECTOR DE TESIS
DR. VÍCTOR MANUEL ROSAS GUERRERO

ASESORES
M. C. BLANCA LORENA ALEMÁN FIGUEROA
DR. HUMBERTO ÁVILA PÉREZ
DR. LUIS ALVIN GARZÓN LÓPEZ

AGRADECIMIENTOS

Familia: Por su ayuda incondicional tanto económica como moral para poder terminar mi educación superior.

Dr. Víctor Rosas Guerrero: Por su ayuda incondicional, su tiempo, además de su cooperación con material y equipo que se utilizó para la recolección de datos y su gran experiencia con el manejo de murciélagos, por su orientación en el área técnica y escrita de este trabajo y su gran capacidad de transmitir fácilmente el conocimiento, ya que con todo esto fue posible la culminación de este trabajo.

Compañeros: Gracias a los compañeros José Antonio Gama, Rodrigo Lucas García, Fernando Severiano Galeana y Carlos Jahir de la O por su apoyo en la recolección de datos en las áreas de muestreo, por su tiempo invertido en este proyecto, su apoyo moral y su forma tan peculiar de darnos consejos para facilitar el proceso de la culminación de la tesis.

RESUMEN.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
RESULTADOS.....	9
DISCUSIÓN.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	25
ANEXOS.....	33

RESUMEN

Los murciélagos desempeñan un papel importante en el mantenimiento de los ecosistemas, por lo cual es esencial conocer la cantidad de especies e individuos que existen en cualquier región. En este trabajo se presenta información sobre la composición y abundancia de murciélagos de diversas localidades del municipio de Tecpan de Galena, incluyendo sitios dentro de un gradiente altitudinal durante 13 meses consecutivos utilizando redes de niebla. Se capturaron 1 257 individuos pertenecientes a 30 especies de 5 familias, dominando la familia Phyllostomidae, seguido de Emballonuridae, Mormoopidae, Natalidae y Vespertilionidae. Se encontró mayor presencia de especies frugívoras principalmente *Artibeus jamaicensis* y *A. phaeotis*, seguidas de las insectívoras y nectarívoras. Los meses con mayor captura de murciélagos en estado reproductivo fueron febrero y junio. La mayor cantidad de individuos se registraron en los rangos altitudinales más bajos (0–950 msnm). Las especies de murciélagos encontradas en la región cumplen diversas funciones, incluyendo la dispersión de semillas, polinización y control de plagas, por lo cual es crucial crear programas de conservación que impulsen el cuidado de estas especies y de los ecosistemas de los cuales dependen.

INTRODUCCIÓN

Los murciélagos son los únicos mamíferos con capacidad para volar (Barlow 1999) y son el segundo orden de mamíferos más grande del mundo (Ceballos y Olivia 2005). Las diversas especies que comprenden este grupo realizan diferentes funciones ecológicas, incluyendo la dispersión de semillas de una gran variedad de plantas (Fleming 1987; Charles-Dominique y Cockle 2001, Ingle 2003, Lobova et al. 2009, Bredt et al. 2012), control de plagas de insectos (Cleveland et al. 2006; Kunz et al. 2007) y polinización de diversas especies de plantas (Nidia 2011). Todas estas funciones tienen relación con las múltiples adaptaciones con las que cuentan los murciélagos, las cuales les permiten explotar una gran variedad de ambientes y recursos (Ochoa et al. 2000). Asimismo, los murciélagos desempeñan un papel importante en la conservación de ecosistemas, ya que contribuyen activamente en su regeneración natural, en los procesos de sucesión vegetal y en el mantenimiento de la diversidad vegetal (Ortega y Mantilla 2008, Mena 2010).

La riqueza de murciélagos en México se compone de 138 especies, representando la cuarta parte de los mamíferos del país (Medellín et al. 2008). En el estado de Guerrero, se han registrado 6 familias, 34 géneros y 51 especies de murciélagos, las cuales han sido reportadas en los municipios de Tecpan de Galeana (Ramírez-Pulido y Armella 1987; Hernández y Rosas 2017), Eduardo Neri y Leonardo Bravo (Almazán-Catalán et al. 2009), Chilpancingo de los Bravo (Jiménez-Almaraz et al. 1994; Almazán-Catalán et al. 2009; Ruiz-Gutiérrez 2011), Acapulco de Juárez y Juan R. Escudero (Marín et al. 2016), Taxco de Alarcón (León y Romo 1993) y Huitzuco de los Figueroa (Almazán-Catalán et al. 2005). Sin embargo, ninguno de estos estudios ha realizado un muestreo sistematizado a lo largo del año comprendiendo los diversos tipos de ecosistemas presentes en dichas regiones.

Este es el primer trabajo a nivel estatal, que se enfoca en el muestreo de murciélagos dentro de un gradiente altitudinal con la finalidad de obtener información sobre la composición (i.e., identidad y cantidad de especies presentes en un área) y abundancia (i.e., número de individuos por especie) de murciélagos

de diversos ecosistemas representativos del estado, incluyendo selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino. Los resultados del presente estudio contribuirán al conocimiento de las diferentes especies de murciélagos que se encuentran en este municipio y enriquecerá la información de la distribución de dichas especies tanto a nivel estatal como nacional. Toda esta información permitirá contribuir al conocimiento de los servicios ecosistémicos que dichas especies ofrecen e impulsar programas de conservación de dichos mamíferos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó desde el mes de febrero del 2020 hasta febrero del 2021 en diversas localidades ubicadas en el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero, México. Esta región presenta climas subhúmedos que varían desde el más húmedo [Aw2, Aw2(x') w2], intermedio [Aw1, A(x') w1], el más seco (Aw0) y semiáridos [(BS1(h')]; García 2004]. La temperatura media anual varía entre los 12 y 28 °C (Cuervo et al. 2014), mientras que la altitud varía desde el nivel del mar hasta los 2 801 msnm (CONABIO 1998). Presenta distintos tipos de vegetación, dominando la selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino (INEGI 2021).

Los sitios de muestreo cubrieron distintas altitudes desde los 0 hasta los 2 450 msnm. Doce sitios en cuatro distintas altitudes (de aquí en adelante denominados “áreas abiertas”) fueron muestreados sistemáticamente de manera mensual, específicamente un sitio en cada rango altitudinal durante la fase de luna nueva a lo largo de 13 meses. Se incluyeron 3 sitios en cada rango altitudinal los cuales fueron visitados alternadamente. Dichos sitios se encontraban en cuatro localidades: Tecpan de Galeana, incluyendo los sitios de Las Tunas, El Veinte y La Canastilla (0–200 msnm), tres sitios en Platanillo (750–950 msnm), tres en Río Santiago (1 500–1 700 msnm) y tres en La Mona (2 250–2 450 msnm; **Tabla S1**). Todos estos sitios se encontraban en lugares poco perturbados por actividades antrópicas y cerca de arroyos. Aunado a esto, se realizaron visitas periódicas a cuevas, concavidades, grietas e infraestructuras con posible presencia de

murciélagos (i.e., cabañas abandonadas, alcantarillas y túneles; de aquí en adelante denominados “refugios”; **Figura 1**).

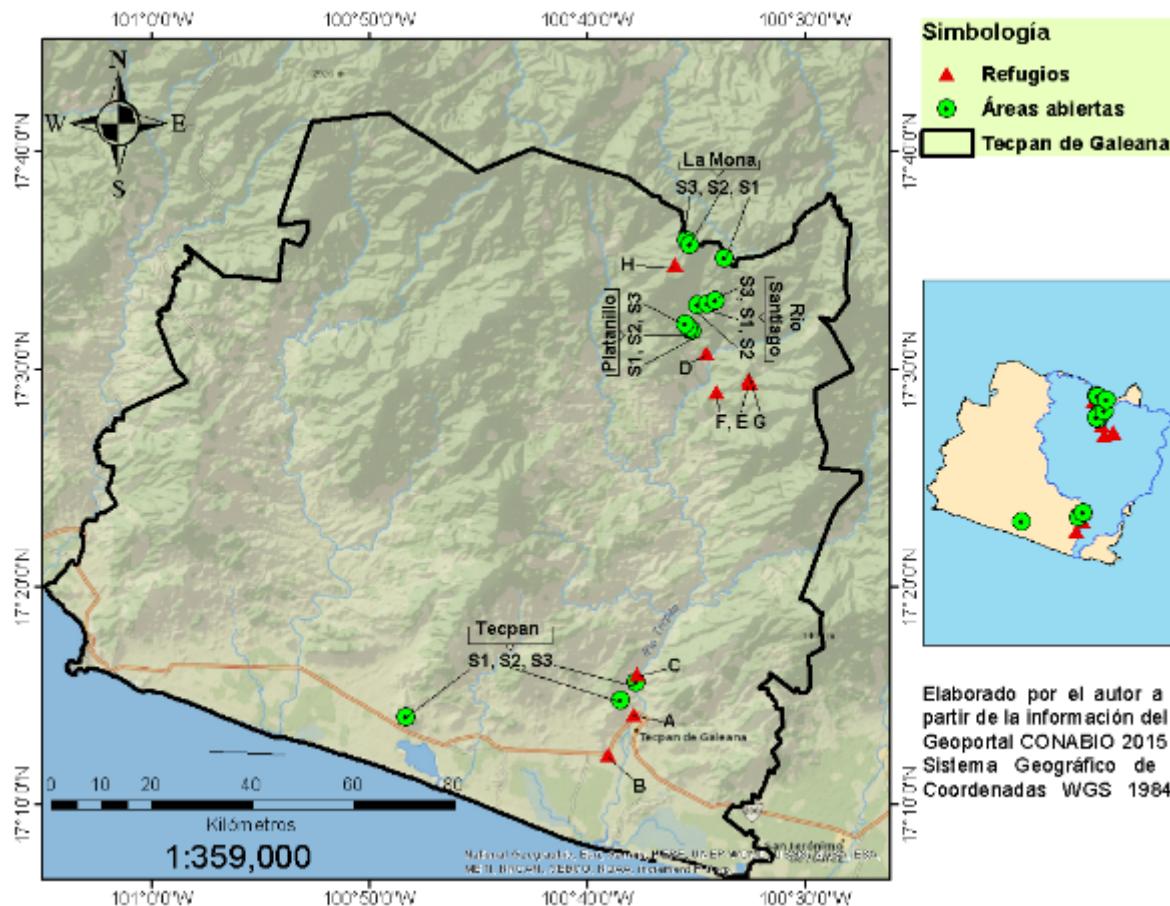


Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo (ver Tabla S1 para significado de los códigos y características de cada sitio).

Para conocer las especies de murciélagos presentes en cada localidad y poder determinar la composición y abundancia de murciélagos por sitio, se colocaron mensualmente redes de niebla de 6 a 12 m (45.9 m red en promedio por noche) a nivel del suelo, desde el anochecer hasta 4.5 h después; revisándolas periódicamente dependiendo de la cantidad de murciélagos que se capturaban en cada revisión. En los refugios se capturaban los murciélagos en la tarde con redes de 6 m, ya que el espacio de captura era muy reducido, haciendo ruido y

movimientos para que se movieran los murciélagos y pudieran ser capturados (Bracamonte 2018).

Todos los murciélagos capturados se identificaron a nivel de especie y se registró la longitud del antebrazo, peso, sexo y estado reproductivo. Las mediciones morfológicas se realizaron con un calibrador digital (Mitutoyo CD-8" ASXL o Truper CALDI-6MP; ambos con precisión de 0.01 mm), mientras que para el peso se utilizó una báscula digital (Ohaus, con precisión de 0.1 g). Para la identificación taxonómica se utilizaron las guías de Álvarez et al (1994), Medellín et al. (2008) y Mora (2016). Después de colectar los datos, todos los individuos fueron liberados en el mismo sitio. Para determinar el esfuerzo de captura se utilizó el método descrito por Medellín (1993).

RESULTADOS

Durante los 13 meses de muestreo, en todos los sitios de las áreas abiertas (esfuerzo de captura: 26 406 m red) y refugios, se capturaron un total de 1 257 individuos, pertenecientes a 30 especies de 5 familias, dominando la familia Phyllostomidae, seguida de Emballonuridae, Mormoopidae, Natalidae y Vespertilionidae (**Tabla 1 y 2; Figura S1**). Cabe destacar que se capturaron once especies que no se habían registrado anteriormente para el estado de Guerrero, incluyendo *Peropteryx macrotis* de la familia Emballonuridae, *Natalus mexicanus* de la familia Natalidae y *Artibeus watsoni*, *Carollia brevicauda*, *C. perspicillata*, *Centurio senex*, *Chiroderma villosum*, *Glyphonycteris sylvestris*, *Micronycteris microtis*, *M. schmidtorum* y *Uroderma bilobatum* de la familia Phyllostomidae (**Tabla 3**). Asimismo, es el segundo registro para el estado de las especies *Natalus stramineus*, *Artibeus toltecus*, *Glossophaga commissarisi*, *G. morenoi* y *Rhogeessa parvula*.

Las curvas de acumulación de especies en cada rango altitudinal mostraron que el esfuerzo de captura en sitios abiertos fue satisfactorio, ya que se detecta una asymptota generalmente a partir del décimo mes de muestreo, lo cual indica que es poco probable que se registren nuevas especies de murciélagos en estos sitios (**Figura 2**). Considerando los sitios abiertos, la mayoría de las especies fueron capturadas en el rango 750-950 msnm con 22 especies, seguida por el rango 0-200

msnm con 14 especies. La mayor cantidad de individuos capturados ocurrió en el rango 0-200 msnm con 310 individuos, seguidos por el rango 750-950 msnm con 309 individuos (**Tabla 1**). En los refugios, la mayor riqueza se presentó en la cueva 1 del puerto de Vela con 8 especies, seguido de la cueva 2 y 3 de la misma localidad con 4 y 3 especies, respectivamente. En el resto de los refugios solo se encontró una especie en las múltiples visitas a lo largo del año. La mayor cantidad de individuos se encontró en la cueva 3 del Puerto de Vela, donde reside de manera no permanente una colonia de cientos de individuos de *Mormoops megalophylla* (**Tabla 2**).

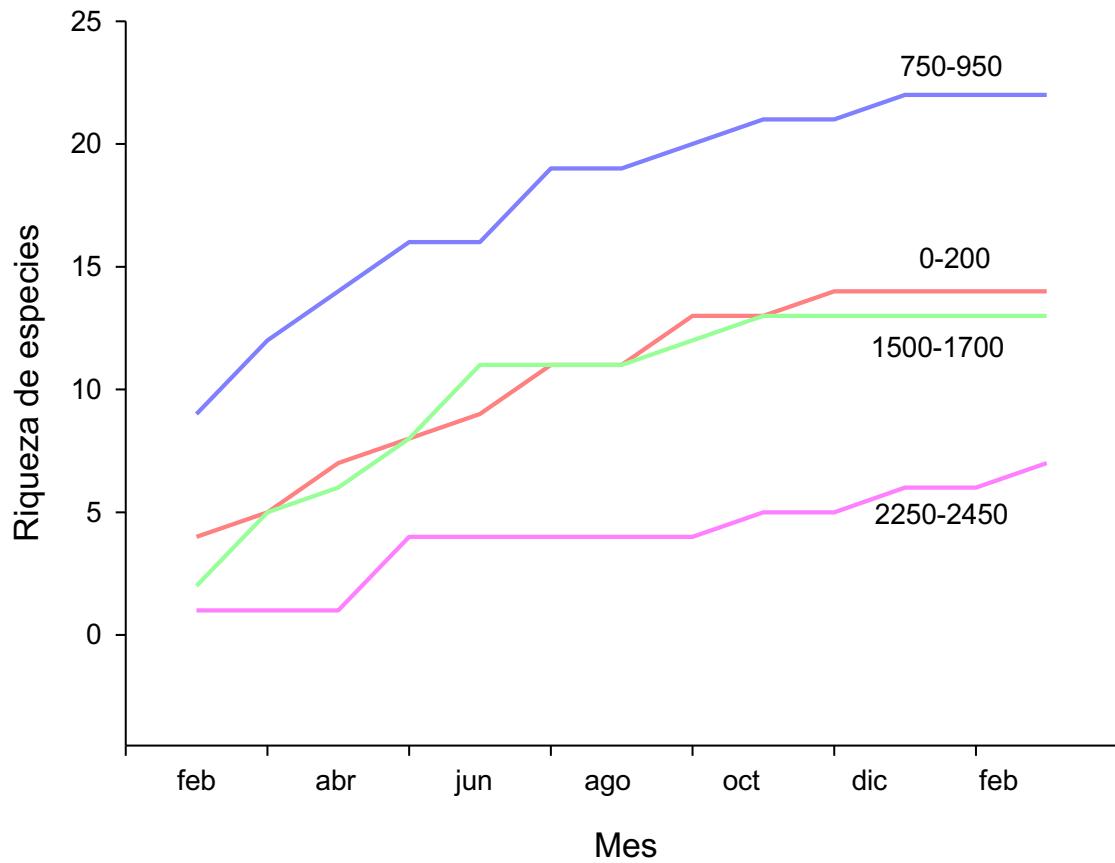


Figura 2. Curva de acumulación de especies de murciélagos capturados por rango altitudinal en el municipio de Tecpan de Galeana, Gro.

Tabla 1. Composición y abundancia de murciélagos capturados por sitio de muestreo en áreas abiertas en el municipio de Tecpan de Galeana Gro.

Especie	Localidad ¹															
	Tecpan (0-200 msnm)				Platanillo (750-950 msnm)				Río Santiago (1 500-1 700 msnm)				La Mona (2 250-2 450 msnm)			
	S1	S2	S3	Total	S1	S2	S3	Total	S1	S2	S3	Total	S1	S2	S3	Total
MORMOOPIDAE																
<i>Pteronotus parnelli</i> **		2		2						1		1		1		1
NATALIDAE																
<i>Natalus mexicanus</i>							1	1	1		2	3				
<i>Natalus stramineus</i>						2	2									
PHYLLOSTOMIDAE																
<i>Anoura geoffroyi</i>					1	3	3	7		1	1	1	1			1
<i>Artibeus aztecus</i>						7	4	11		4	1	5				
<i>Artibeus jamaicensis</i>	29	24	35	88	33	2	15	50	1	4	3	8				
<i>Artibeus lituratus</i>	4	4	4	12	3	1	1	5		1		1				
<i>Artibeus phaeotis</i>	10	12	6	28	16	26	20	62	7	25	4	36	4			4
<i>Artibeus toltecus</i>	1		10	11	11	3	28	42	5	1	1	7	4			4
<i>Artibeus watsoni</i>	4			4												
<i>Carollia brevicauda</i>						3		3								
<i>Carollia perspicillata</i>						3		3								
<i>Carollia subrufa</i>					4	6	8	18								
<i>Centurio senex</i>	2		2	4	1			1								
<i>Chiroderma villosum</i>					4			4								
<i>Choeroniscus godmani</i> **					1			1		1		1		1		1
<i>Desmodus rotundus</i>	1	1	5	7	1	1		2								
<i>Glossophaga commissarisi</i>	25	6	3	34			1	1								
<i>Glossophaga morenoi</i> **	8	32	31	71	12	9		21								
<i>Glossophaga soricina</i> **	9	19	17	45		3	3	6		1		1				

<i>Glyphonycteris sylvestris</i> **												1			1
<i>Micronycteris microtis</i> **			1	1		1	1	2							
<i>Sturnira hondurensis</i>				16	3	6	25	36	13	1	50	13	3	2	18
<i>Sturnira parvidens</i>	1	1		2	18	19	3	40	3	1	4				
<i>Uroderma bilobatum</i>						2	2	1			1				
VESPERTILIONIDAE															
<i>Rhogeessa parvula</i>			1	1											
Riqueza de especies	11	9	11	14	13	15	15	22	7	9	8	13	5	2	7
Abundancia	94	101	115	310	121	90	98	309	54	51	14	119	23	4	30

¹Se muestran valores de abundancia absoluta para cada especie por sitio de colecta (S1: Sitio 1, S2: Sitio 2, S3: Sitio 3). **Especies capturadas también en refugios (ver Tabla 2).

Tabla 2. Composición y abundancia de murciélagos capturados por sitio de muestreo en refugios en el municipio de Tecpan de Galeana, Gro.

Especie	Refugio ¹										
	Tecpan (0-200 msnm)				Platanillo (750-950 msnm)				La Mona (2250-2450 msnm)		
	A	B	C	Total	D	E	F	G	Total	H	Total
EMBALLONURIDAE											
<i>Balantiopteryx plicata</i>		67	81	148	16	7	8		31		
<i>Peropteryx macrotis</i>						1	1		2		
MORMOOPIDAE											
<i>Mormoops megalophylla</i>								95	95		
<i>Pteronotus parnelli</i> **					3		1		4		
PHYLLOSTOMIDAE											
<i>Choeroniscus godmani</i> **						22			22	36	36
<i>Glossophaga morenoi</i> **						2	13		15		
<i>Glossophaga soricina</i> **	81			81		1	18	2	21		
<i>Glyphonycteris sylvestris</i> **					32				32		
<i>Micronycteris microtis</i> **					1				1		
<i>Micronycteris schmidtorum</i>						1			1		
Riqueza de especies	1	1		2	1	8	4	3	10	1	1
Abundancia	81	67	81	229	16	70	40	98	224	36	36

¹Refugios: A: Los Arcos, B: Alcantarilla del hospital, C: Cajones, D: Cueva Platanillo, E: Cueva 1 del Puerto de Vela, F: Cueva 2 del Puerto de Vela, G: Cueva

3 del Puerto de Vela, H: Cabañas de La Mona. **Especies capturadas también en sitios abiertos (ver Tabla 1).

Tabla 3. Composición y abundancia de murciélagos reportados en el estado de Guerrero¹.

Especies	Estudio ²									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
EMBALLONURIDAE										
<i>Balantiopteryx plicata</i>				22	56					179
<i>Peropteryx macrotis</i>										2
MOLOSSIDAE										
<i>Cynomops mexicanus</i>			1							
<i>Eumops ferox</i>			1							
<i>Eumops underwoodi</i>			1							
<i>Nyctinomops aurispinosus</i>			2							
<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	1					1				
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>			2							
<i>Nyctinomops macrotis</i>			2	10		1				
<i>Tadarida brasiliensis</i>				10				2		
MORMOOPIDAE										
<i>Mormoops megalophylla</i>				1			3			95
<i>Pteronotus davyi</i>				1			2			
<i>Pteronotus parnelli</i>				3			4			8
NATALIDAE										
<i>Natalus mexicanus</i>										4
<i>Natalus stramineus</i>				4						2
PHYLLOSTOMIDAE										
<i>Anoura geoffroyi</i>				4			8			9
<i>Artibeus aztecus</i>				57			1			16
<i>Artibeus intermedius</i>				4						
<i>Artibeus jamaicensis</i>	423			1	32					146
<i>Artibeus lituratus</i>	585		4		2					18
<i>Artibeus phaeotis</i>	79		1		4					130
<i>Artibeus toltecus</i>				19						64
<i>Artibeus watsoni</i>										4
<i>Carollia brevicauda</i>										3
<i>Carollia perspicillata</i>										3
<i>Carollia subrufa</i>			3		1	2				18
<i>Centurio senex</i>										5
<i>Chiroderma salvini</i>		2		1	1					
<i>Chiroderma villosum</i>										4
<i>Choeroniscus godmani</i>		2				40				61
<i>Choeronycteris mexicana</i>				1					1	
<i>Desmodus rotundus</i>			3	10		1		4		9
<i>Enchisthenes hartii</i>		2								
<i>Glossophaga commissarisi</i>					1					35
<i>Glossophaga leachii</i>									1	
<i>Glossophaga morenoi</i>					1					107
<i>Glossophaga soricina</i>	550		1	1						154
<i>Glyphonycteris sylvestris</i>										33
<i>HyloNycteris underwoodi</i>		1					2			
<i>Leptonycteris curasaoe</i>				1				1		
<i>Macrotus waterhousii</i>				1						
<i>Micronycteris megalotis</i>				1						

<i>Micronycteris microtis</i>									4	
<i>Micronycteris schmidtorum</i>									1	
<i>Musonycteris harrisoni</i>		1			1					
<i>Sturnira hondurensis</i>				6			11		93	
<i>Sturnira parvidens</i>			6	2					46	
<i>Uroderma bilobatum</i>									3	
VESPERTILIONIDAE										
<i>Bauerus dubiaquercus</i>							2			
<i>Eptesicus fuscus</i>				1			7			
<i>Lasiurus borealis</i>							3			
<i>Lasiurus blossevillii</i>				7						
<i>Lasiurus cinereus</i>				3			2			
<i>Lasiurus intermedius</i>			1				4			
<i>Myotis auriculus</i>	1			1						
<i>Myotis californicus</i>	1			3			2			
<i>Myotis carteri</i>					1					
<i>Myotis thysanodes</i>		1								
<i>Myotis velifer</i>				4			3	1		
<i>Myotis volans</i>							2			
<i>Pipistrellus herperus</i>				1						
<i>Plecotus townsendii</i>							1			
<i>Rhogeessa parvula</i>				1					1	
Total de especies	4	9	13	29	6	7	2	17	4	30
Altitud(msnm)	150	600-2800	913	2520 2700	---	52	---	---	960-1800	0-2450
Ecosistema muestreado ³	SBC	BG BPE SBC	BPE	BM BE BP	SB C	SBC SM S	SBC	BPE BM	SBC	BF BM BPE SBC SM S
Tiempo de muestreo (meses)	12	9	2 días	12	---	4 días	48	---	---	13

¹Celdas en gris indican especies registradas en el presente estudio sin registro previo en el estado de Guerrero. ²A: Ramírez-Pulido 1987, B: Almazán-Catalán et al. 2009, C: Ruiz-Gutiérrez 2011, D: León et al. 2015, E: Marín et al. 2016, F: Hernández y Rosas 2017, G: Almazán-Catalán et al. 2005, H: Jiménez-Almaraz et al. 1994; Vega y Llorente 1993, I: CONANP 2006 J: este estudio. ³BG: bosque de galería, BE: bosque de encino, BP: bosque de pino, BPE: bosque de pino y encino, BM: bosque mesófilo de montaña, SBC: selva baja caducifolia (también conocido como bosque tropical seco), SMS: selva mediana subcaducifolia.

Considerando solamente los registros de murciélagos capturados en áreas abiertas, la especie que más dominó el rango de 0–200 msnm fue *Artibeus jamaicensis* y *Glossophaga morenoi* con 88 y 71 individuos capturados, respectivamente, mientras que *Micronycteris microtis* y *Rogheessa parvula* fueron

las especies menos abundantes con solo un individuo. En el rango de 750–950 msnm la especie más predominante con 62 individuos fue *Artibeus phaeotis*, seguida por *Artibeus jamaicensis* con 50 individuos, siendo las menos frecuentes con un individuo las especies *Natalus mexicanus*, *Centurio senex*, *Choeroniscus godmani* y *Glossophaga commissarisi*. Las especies *Sturnira hondurensis* y *A. phaeotis* presentaron mayor presencia con 50 y 36 individuos, respectivamente, en el rango de 1 500–1 700 msnm, mientras que las especies de *Pteronotus parnellii*, *Anoura geoffroyi*, *Artibeus lituratus*, *Choeroniscus godmani*, *Glossophaga soricina* y *Uroderma bilobatum* fueron los menos dominantes con solamente 1 individuo por especie. Finalmente, en el rango de 2 250–2 450 msnm, la especie con mayor abundancia fue *Sturnira hondurensis* con 18 individuos y las especies con solamente un individuo fueron *Pteronotus parnellii*, *Anoura geoffroyi*, *Choeroniscus godmani*, *Glyphonycteris sylvestris* (**Tabla 1**).

Con relación a la variación temporal, se registró una mayor riqueza de murciélagos durante los meses de junio y marzo, mientras que la mayor cantidad de individuos capturados ocurrieron durante los meses de marzo y enero. Considerando solamente los registros de murciélagos capturados en áreas abiertas, la mayor riqueza se registró en los meses de julio, febrero y junio, mientras que la mayor abundancia correspondió a los meses de febrero y mayo (**Tabla 2**).

La mayoría de las especies de murciélagos capturadas fueron frugívoras (46.7%), seguidas por las insectívoras (33.3%), nectarívoras (16.7%) y hematófagas (3.3%; **Tabla S2**). En todos los rangos altitudinales dominaron las especies frugívoras, seguidas de las nectarívoras e insectívoras (**Figura 3**). De igual manera al número de especies, la mayor cantidad de individuos capturados en los distintos rangos altitudinales fueron frugívoros, seguidos de nectarívoros e insectívoros (**Figura 4**). La única especie hematófaga registrada (i.e., *Desmodus rotundus*) estuvo ausente en los rangos altitudinales más altos (1 500–2 450 msnm).

Tabla 4. Riqueza y abundancia de especies de murciélagos capturados por mes de muestreo en el municipio de Tecpan de Galeana, Gro.

Especies	Mes													Total ¹
	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	
EMBALLONURIDAE														
<i>Balantiopteryx plicata</i> ²		0/37	0/5		0/30		0/6	0/41	0/1			0/59		0/179
<i>Peropteryx macrotis</i> ²		0/1			0/1									0/2
MORMOOPIDAE														
<i>Mormoops megalophylla</i> ²		0/44						0/18			0/33			0/95
<i>Pteronotus parnelli</i> ³		1/0			0/4			1/0			2/0			4/4
NATALIDAE														
<i>Natalus mexicanus</i>			1	1		2								4
<i>Natalus stramineus</i>						2								2
PHYLLOSTOMIDAE														
<i>Anoura geoffroyi</i>	2	2	1						2		1	1		9
<i>Artibeus aztecus</i>											11	5		16
<i>Artibeus jamaicensis</i>	35	5	12	18	11	18	5	9	8	5	5	15		146
<i>Artibeus lituratus</i>	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	18
<i>Artibeus phaeotis</i>	16	41	9	17	18	18	1	2	3		2		3	130
<i>Artibeus toltecus</i>	9			4		2	4	11	21	4	3	6		64
<i>Artibeus watsoni</i>										4				4
<i>Centurio senex</i>	3											2		5
<i>Chiroderma villosum</i>	4													4
<i>Choeroniscus godmani</i> ³	0/15	0/22		1/0	1/0		0/11		1/0	0/10				3/58
<i>Carollia brevicauda</i>		3												3
<i>Carollia perspicillata</i>								3						3
<i>Carollia subrufa</i>	2			2	4	2			4		2	2		18
<i>Desmodus rotundus</i>	1	1	2	1	1	3								9
<i>Glossophaga commissarisi</i>	25	1	1		2			3	1	2				35
<i>Glossophaga morenoi</i> ³		15/0	21/0	15/0	18/15	6/0	5/0	5/0	1/0		3/0	3/0		92/15
<i>Glossophaga soricina</i> ³	3/0		2/0	4/0	4/21	1/0		10/45	8/0	2/0	9/0	9/36		52/102

<i>Glyphonycteris sylvestris</i> ³		0/1			0/2			0/23			0/6	1/0	1/32	
<i>Micronycteris microtis</i>					0/1	1/0		1/0		1/0			3/1	
<i>Micronycteris schmidtorum</i> ²					0/1								0/1	
<i>Sturnira hondurensis</i>	1	2		28	12	5	6	2	3	17	4	13		93
<i>Sturnira parvidens</i>	3	14		12	5	3			1	5	1		2	46
<i>Uroderma bilobatum</i>	1					2								3
VESPERTILIONIDAE														
<i>Rhogeessa parvula</i>						1								1
Riqueza de especies ⁴	14/1 15	11/5 16	9/1 10	12/0 12	14/5 17	15/0 15	6/2 8	10/3 12	13/2 15	8/1 9	13/1 14	10/3 12	4/0 4	26/10 30
Total	106/15	86/105	50/5	105/0	78/75	67/0	22/17	48/104	55/24	41/10	45/33	58/101	7/0	768/489
Abundancia ¹	121	191	55	105	153	67	39	152	79	51	78	160	7	1 257
Total														

¹Total de individuos capturados en áreas abiertas/refugios. ²Especies capturadas exclusivamente en refugios. ³Especies capturadas en áreas abiertas y refugios. ⁴Total de especies capturadas en áreas abiertas/refugios.

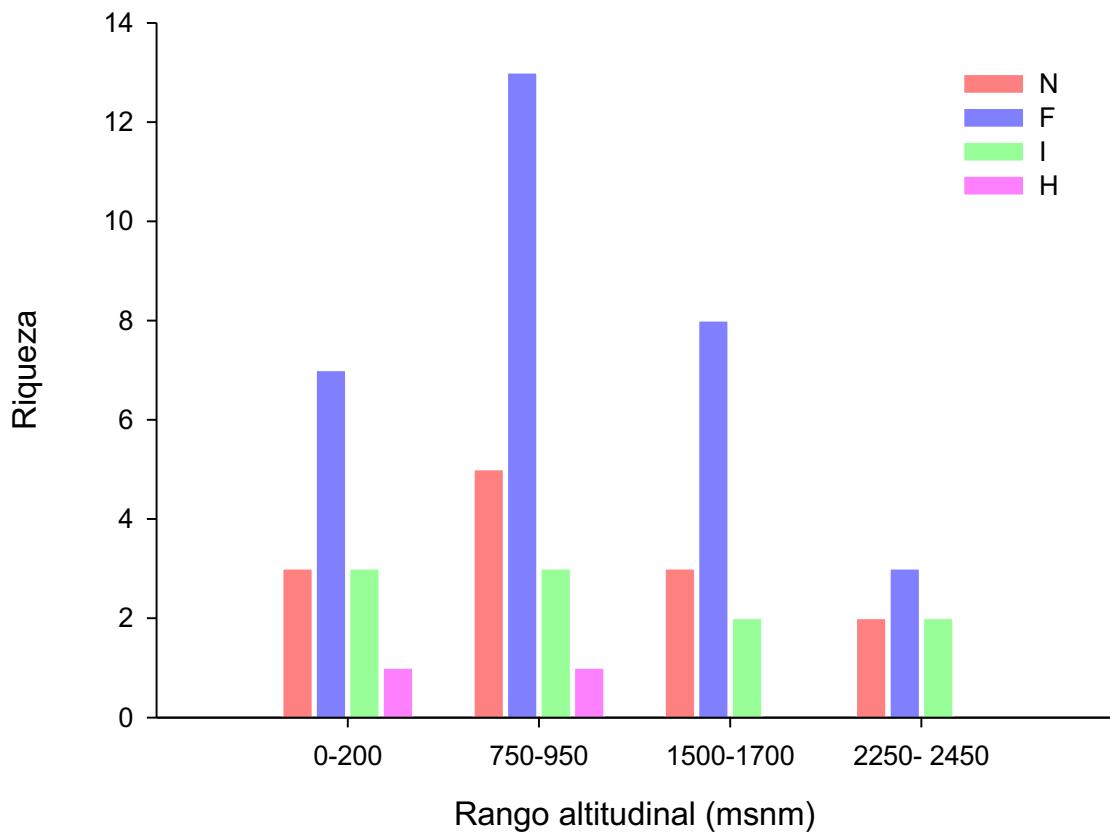


Figura 3. Riqueza de especies de murciélagos capturadas por gremio alimentario (N: nectarívoras, F: frugívoras, I: insectívoras, H: hematófagas) en diferentes rangos altitudinales en el municipio de Tecpan de Galeana, Gro.

El 56.5% de murciélagos capturados fueron hembras, de las cuales el 43.5% fueron reproductivamente activas, mientras que el 43.5% fueron machos y de éstos el 42.6% fueron reproductivamente inactivos (**Tabla S3**). Las especies de murciélagos capturados con mayor tamaño fueron *Artibeus lituratus* (antebrazo promedio: $\bar{x} = 67.1$ mm), *Artibeus jamaicensis* ($\bar{x} = 60.6$ mm) y *Desmodus rotundus* ($\bar{x} = 59.9$ mm), mientras que los de menor tamaño fueron *Rhogeessa parvula* ($\bar{x} = 30.3$ mm), *Artibeus watsoni* ($\bar{x} = 35.8$ mm) y *Choeroniscus godmani* ($\bar{x} = 34.6$ mm; **Tabla S3**). Las especies de murciélagos con mayor peso fueron *Artibeus lituratus* ($\bar{x} = 58.1$ g), *Artibeus jamaicensis* ($\bar{x} = 44.4$ g) y *Micronycteris schmidtorum* ($\bar{x} = 33.2$

g), mientras que los de menor peso fueron *Rhogeessa parvula* ($\bar{x} = 5.5$ g), *Balantiopteryx plicata* ($\bar{x} = 5.9$ g) y *Peropteryx macrotis* ($\bar{x} = 6.0$ g; **Tabla S3**).

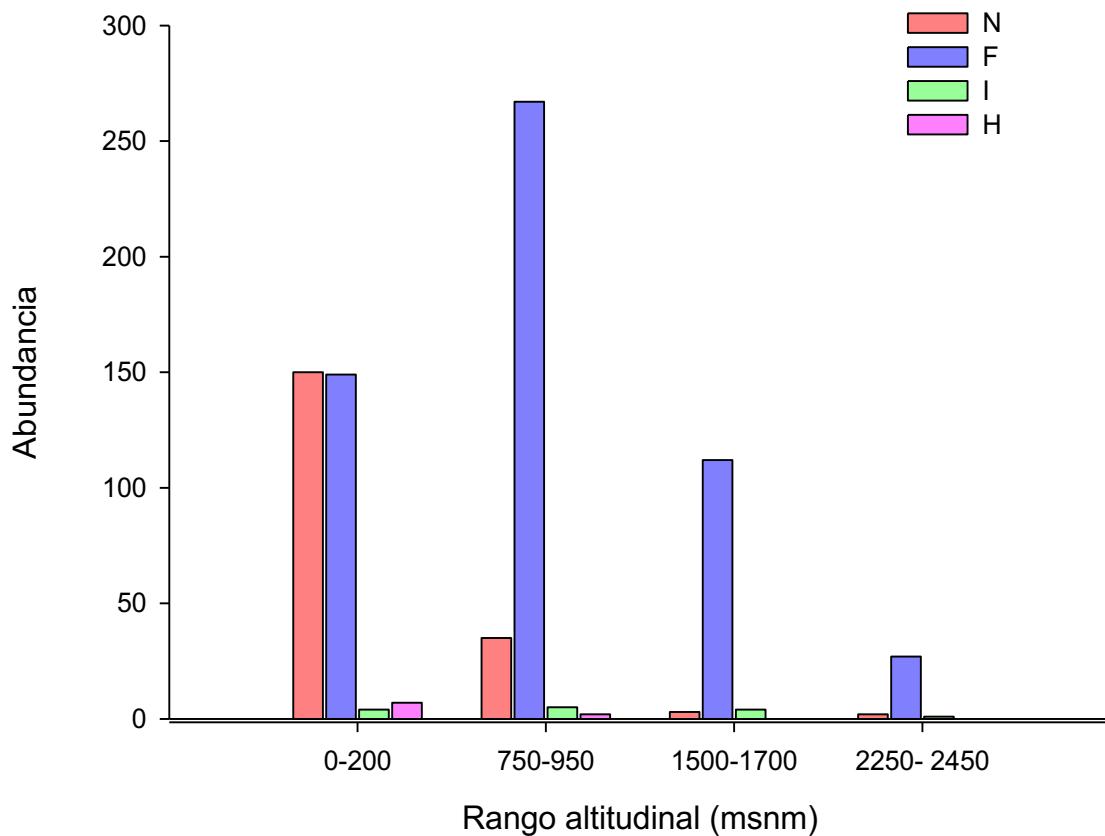


Figura 4. Abundancia de murciélagos capturados por gremio alimentario (N: nectarívoros, F: frugívoros, I: insectívoros, H: hematófagos) en diferentes rangos altitudinales en el municipio de Tecpan de Galeana, Gro.

De acuerdo a la IUCN (International Union for Conservation of Nature), todas las especies capturadas en este estudio se encuentran en estado de preocupación menor a nivel global, mientras que, a nivel nacional, la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) considera solamente a *Artibeus watsoni* y *Micronycteris schmidtorum* en protección especial y amenazada, respectivamente (**Tabla S4**).

DISCUSIÓN

En el presente estudio, durante 13 meses de muestreo y a lo largo de un gradiente altitudinal, se capturaron 30 especies de murciélagos, predominando los murciélagos frugívoros pertenecientes a la familia Phyllostomidae. Este es el primer estudio que describe la composición de murciélagos en un gradiente altitudinal en el estado de Guerrero y es el primer estudio a nivel estatal que registra las especies *Artibeus watsoni*, *Carollia brevicauda*, *C. perspicillata*, *Centurio senex*, *Chiroderma villosum*, *Glyphonycteris sylvestris*, *Micronycteris microtis*, *M. schmidtorum*, *Natalus mexicanus*, *Peropteryx macrotis* y *Uroderma bilobatum*.

La gran dominancia de filostómidos (23 especies) en el municipio de Tecpan de Galeana, puede deberse a que esta familia posee la mayor riqueza de especies en la región neotropical (Hutson et al. 2001), siendo la más diversa del país (138 especies; Medellín et al. 2008). Otra posible explicación es por el método de captura, ya que los individuos de esta familia se desplazan mayormente a través del sotobosque en busca de alimentos y refugios, favoreciendo su captura por medio de las redes de niebla (Simmons y Voss 1998, Bernard y Fenton 2007). Kalko (1997) menciona que este método es eficaz solamente con las especies que forrajean y habitan en el sotobosque, pero es ineficaz con las especies insectívoras que vuelan en el dosel o por encima de éste, como los molósidos que tienen preferencias de vuelo a gran altura. Por lo tanto, es necesario implementar múltiples técnicas de captura (redes en dosel, estudios acústicos, etc.) para hacer un estudio más completo sobre la composición de murciélagos en el área, así como incluir otros tipos de hábitat (lagunas costeras, manglar, cultivos de mango y plátano) en los cuales se pudieran registrar especies que no fueron posible capturar con las redes de niebla convencionales.

La riqueza de especies obtenida en este estudio fue inferior a la riqueza que reporta Espinoza et al. (2003) en la reserva de la biosfera La Encrucijada en el estado de Chiapas (40 especies), pero superior a la de la mayoría de los sitios donde se ha evaluado ésta variable, incluyendo la cuenca baja del río Nazas, Durango (18 especies; Rascón-Escajeda 2010), la cuenca del río Verde, Oaxaca (17 especies;

Buenrostro et al. 2013), la reserva ecológica Huitepec, Chiapas (11 especies; Naranjo y Espinoza 2001), Juchitán, Oaxaca (11 especies; Santos-Moreno y Ruiz-Velásquez 2011), la cuenca del río Balsas, Puebla (9 especies; Orozco et al. 2013) y la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán (7 especies; Cimé et al. 2006). Dichas discrepancias con relación al número de especies pueden deberse a diferencias en la diversidad de ecosistemas muestreados y a diferencias en el esfuerzo de captura.

La riqueza de especies encontradas en este estudio fue mayor en los rangos altitudinales menores a 1 500 msnm. De hecho, diversos estudios han reportado un aumento en la riqueza de especies en general conforme disminuye la altitud (Rahbek 1995; 2005). Uno de los factores que pueden explicar este gradiente de especies es la diferencia en temperatura con relación a la altitud (Kelt 1996), ya que la temperatura crea limitaciones directas a los mamíferos, pues éstos gastan más energía en llevar a cabo el proceso de termorregulación (McCain 2007). Para el caso específico de los murciélagos, se considera que el rango de temperatura óptimo está entre los 30° a los 36 °C (Neuweiler 2000, Speakman et al. 2003). Sin embargo, de los cuatro rangos altitudinales el que presenta temperaturas más cercanas a dicho nivel es el que se encuentra de 0–200 msnm (i.e., 26–28 °C; Cuervo et al. 2014) y la mayor cantidad de especies se presentó en el rango altitudinal de 750–950 msnm, cuya temperatura media anual es de 24–26 °C (Cuervo et al. 2014). Por lo tanto, se descarta la temperatura como un factor importante para explicar la mayor riqueza de especies en el gradiente altitudinal medio. Por otro lado, la hipótesis del dominio medio, postula que los organismos tienen una mayor concentración al centro en comparación a los extremos de dichos dominios geográficos o rangos, debido a que existe mayor traslape de los rangos de distribución de las distintas especies en los rangos medios que en los extremos (Colwell et al. 2004). Asimismo, es probable que los recursos alimentarios sean mayores y más variados en dicho rango altitudinal debido a que los cambios ambientales son menos variables que en altitudes mayores (Arita 1993, Graham 1983, Sánchez-Cordero 2001).

La mayor abundancia registrada por *Artibeus jamaicensis*, *A. phaeotis*, *A. toltecus*, *Choeroniscus godmani*, *Glossophaga morenoi*, *G. soricina*, y *Sturnira hondurensis* se puede deber a la gran diversidad de alimentos que consumen (Jiménez 2008). Calderón-Patrón et al. (2013) también reportan que los filostómidos son más abundantes en bosques neotropicales y para éstos el agua no es un elemento muy importante para su dispersión, ya que la obtienen de los frutos que consumen. Sin embargo, no todas las especies de filostómidos fueron abundantes, por ejemplo, *Anoura geoffroyi*, *Artibeus watsoni*, *Centurio senex*, *Chiroderma villosum*, *Carollia brevicauda*, *C. perspicillata*, *Desmodus rotundus*, *Glyphonycteris sylvestris*, *Micronycteris microtis*, *M. schmidtorum* y *Uroderma bilobatum*, de las cuales se capturaron menos de 10 individuos en todo el muestreo. Aunque no queda clara la razón sobre la baja frecuencia de captura de estas especies, es probable que dichas especies requieran de hábitats o dietas muy especializadas. No obstante, no existe información suficiente sobre estos aspectos en la biología de dichas especies.

El gremio alimentario con mayor riqueza de especies fue el frugívoro, lo cual podría deberse a que dichos murciélagos tienden a ser dominantes por debajo de los 1 800 msnm (Fleming 1986; Kalko et al. 1996; Saldaña-Vázquez et al. 2013) debido a la gran abundancia de plantas fructíferas en bosques tropicales secos (Fleming 1982). La mayor cantidad de especies e individuos de murciélagos del gremio insectívoro se registraron en refugios, los cuales albergan gran parte de estos murciélagos (Aguirre 2007), siendo muy pocos los que se capturaron con redes en espacios abiertos. La gran mayoría de murciélagos nectarívoros pertenecieron al género *Glossophaga*, probablemente debido a que estas especies son generalistas en cuanto a sus hábitos alimentarios, ya que consumen néctar, polen, frutos o insectos (Pellón et al. 2021), dependiendo de sus requerimientos dietéticos y a la abundancia de los recursos. Por lo anterior se deberían considerar omnívoras más que nectarívoras. En cuanto a la única especie hematófaga registrada (i.e., *Desmodus rotundus*), ésta suele desplazarse cerca de zonas ganaderas (Castaño y Botero 2013), lo cual explica la baja presencia de esta

especie en nuestros sitios de estudio que se encontraban en zonas con bajo impacto antrópico alejadas de áreas pecuarias.

Las dos especies más dominantes en todo el muestreo fueron *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus phaeotis*, ambos del gremio frugívoro, lo cual coincide con lo reportado por Bell-Doyon y Caux (2017) en la península de Nicoya, Costa Rica. Dichas especies cuentan con grandes capacidades de desplazamiento y generalización en su dieta, lo que las hace capaces de adaptarse a diversas áreas e incluso desplazarse sobre áreas perturbadas en busca de refugios y alimentos (Bernard y Fenton 2007).

La mayor abundancia de murciélagos capturados en áreas abiertas se obtuvo en la temporada seca, destacando los meses de febrero (106 individuos) y mayo (105 individuos). Esto podría deberse a la fenología de plantas quiropterófilas y quiropterocóricas, las cuales generalmente florecen y producen frutos, respectivamente, en esta temporada (Gurrusquieta-Navarro 2015). Es importante resaltar que las hembras gestantes y lactantes capturadas en este estudio tuvieron una mayor abundancia entre los meses de febrero y junio. Esto podría deberse a la abundancia de frutos, provocando menos gasto energético para las hembras al momento de desplazarse en busca de alimentos (Bell-Doyon y Caux 2017). En el caso de algunas especies nectarívoras como *A. geoffroyi*, *Glossophaga soricina* y *Leptonycteris curasoae*, se ha reportado que sincronizan su ciclo reproductivo con épocas en las cuales hay mayor disponibilidad de flores (Racey 1982, Baumgarten y Vieira 1994, Fleming y Nassar 2002, Mena y De Castro 2002, Zortéa 2003). Dicha sincronización de la lactancia con los meses de floración ayuda a las hembras a sobrevivir en estos períodos donde sufren un gasto energético excesivo (Racey 1982, Dinerstein 1986, Singh y Krishna 1997, Heideman y Powell 1998, Porter y Wilkinson 2001).

Todas las especies capturadas en este trabajo actualmente se catalogan en la categoría de preocupación menor a la amenaza de extinción de acuerdo a la UICN (2022). No obstante, es probable que no haya suficientes estudios que indiquen con exactitud en qué situación se encuentra cada una de estas especies, ya que cada

año por la deforestación se pierde gran parte de los ecosistemas en los que éstas habitan provocando una disminución en la riqueza y diversidad de murciélagos (Jones et al.2009). Aunado a esto, por mitos y creencias que tiene mucha gente con relación a estos mamíferos provocan destrucción de sus refugios (RELCOM 2010). Otro factor que amenaza la preservación de estas especies es el uso excesivo de sustancias toxicas para el control de plagas en campos agrícolas, lo cual conlleva a afectaciones de murciélagos que ingieren insectos y frutos contaminados (Burneo et al. 2015).

Debido a que los murciélagos realizan distintas funciones en el ecosistema, incluyendo el control de plagas, dispersión de semillas y reproducción de diversas especies de plantas; la información obtenida en este estudio ayuda a conocer la gran variedad de funciones ecológicas que están en riesgo y consecuentemente muchos recursos naturales que proveen a las comunidades en caso de que no se planeen estrategias de conservación de estos animales. Asimismo, este estudio provee información valiosa sobre la distribución, biología, fenología y ecología de estos mamíferos a la comunidad científica.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L. F. (2007). Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño.
- Almazán-Catalán, J. A., Sánchez-Hernández, C., y Romero-Almaraz, M. D. L. (2005). Registros sobresalientes de mamíferos del estado de Guerrero, México. *Acta zoológica mexicana*, 21(3), 155-157.
- Almazán-Catalán, J. A., Taboada-Salgado, A., Sánchez-Hernández, C., Romero Almaraz, M. D. L., Jiménez-Salmerón, Y. Q., y Guerrero-Ibarra, E. (2009). Registros de murciélagos para el estado de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 25(1), 177-185.
- Álvarez, T., Alvarez Castañeda, S. T., y López Vidal, J. C. (1994). Claves para murciélagos mexicanos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I. P. N. México, D. F.

- Álvaro, A., y Nidia, A. C. (2011). Los murciélagos: ¿héroes o villanos? *Ciencia*, 62(2).76-83
- Arita, H. T. (1993). Riqueza de especies de la mastofauna de México. Avances en el estudio de los mamíferos de México, 1, 109-128.
- Barlow, K. (1999). Expedition field techniques. *Bats. Londra: The Expedition Advisory Centre, Royal Geographical Society*.
- Baumgarten, J. E., y Vieira, E. M. (1994). Reproductive seasonality and development of *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) in central Brazil. *Mammalia*, 58(3), 415-422.
- Bell-Doyon, P., y Caux, J. (2017). Murciélagos y territorio fragmentado: el caso de la cuenca superior del río Nosara, Península de Nicoya, Costa Rica. Boletín de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos, 7(3), 3-14.
- Bernard, E., y Fenton, M. B. (2007). Bats in a fragmented landscape: species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. *Biological Conservation*, 134(3), 332-343.
- Bracamonte, J. C. (2018). Protocolo de muestreo para la estimación de la diversidad de murciélagos con redes de niebla en estudios de ecología. *Ecología Austral*, 28(2), 446-454.
- Bredt, A., Uieda, W., y Pedro, W. A. (2012). *Plantas e morcegos: na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana*. Rede de sementes do Cerrado.
- Buenrostro-Silva, A., Antonio-Gutiérrez, M., y García-Grajales, J. (2013). Diversidad de murciélagos de la cuenca baja del Río Verde, Oaxaca. *Therya*, 4(2), 361-376.
- Burneo, S. F., Proaño, M. D., y Tirira, D. G. (2015). Plan de acción para la conservación de los murciélagos del Ecuador. *Quito: Programa para la Conservación de los Murciélagos del Ecuador and Ministerio del Ambiente del Ecuador*.
- Calderón-Patrón, J. M., Briones-Salas, M., y Moreno, C. E. (2013). Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Therya*, 4(1), 121-137.
- Castaño, J. H., y Botero, J. E. (2013). Murciélagos de la zona cafetera colombiana. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).

Ceballos, G., y Olivia, G. C. G. (2005). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.

Cimé Pool, J. A., Chablé-Santos, J. B., Sosa-Escalante, J. E., y Hernández-Betancourt, S. F. (2006). Quirópteros y pequeños roedores de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22(1), 127-131.

Cleveland, C. J., Betke, M., Federico, P., Frank, J. D., Hallam, T. G., Horn, J., ... y Kunz, T. H. (2006). Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(5), 238-243.

Colwell, R; Rahbek, R; Gotelli, N. (2004). The mid-domain effect and species richness patterns: What have we learned so far? *American Naturalist* 163 (3): 1-23.

CONABIO (1998) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/topog/terrest/cni250kgw (Fecha de consulta: 2 de marzo del 2023).

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Méjico). (2006). *Programa de conservación y manejo: Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa*, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Cuervo-Robayo, A. P., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M. A., Venegas-Barrera, C. S., Manjarrez, J., Martínez-Meyer, E., (2014) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/temper/tman13gw (Fecha de consulta: 2 de marzo del 2023)

Charles-Dominique, P., y Cockle, A. (2001). Frugivory and seed dispersal by bats. Nouragues: dynamics and plant-animal interactions in a Neotropical rainforest, 207-216.

Dinerstein, E. (1986). Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican cloud forest. *Biotropica*, 307-318.

Espinoza, E., Cruz, E., Kramsky, H., y Sánchez, I. (2003). Mastofauna de la reserva de la biosfera "La Encrucijada", Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 7(1), 5-19.

Fleming, T. H. (1982). Foraging strategies of plant-visiting bats. *Ecology of Bats*, 287-325.

Fleming, T. H. (1986). Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. *Frugivores and seed dispersal*, 105-118.

Fleming, T. H. (1987). Fruit bats: prime movers of tropical seeds. *Bats*, 5(3), 3-8.

Fleming, T. H., y Nassar, J. A. F. E. T. (2002). Population biology of the lesser long-nosed bat *Leptonycteris curasoae* in Mexico and northern South America. Columnar cacti and their mutualists: evolution, ecology, and conservation, 283-305.

García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Graham, G. L. (1983). Changes in bat species diversity along an elevational gradient up the Peruvian Andes. *Journal of Mammalogy*, 64(4), 559-571.

Gurrusquieta-Navarro, M. C. (2015). Dieta de murciélagos frugívoros en la zona urbana de Cuernavaca Morelos. *Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca*.

Heideman, P. D. y K. S. Powell. (1998). Age-specific reproductive strategies and delayed embryo development in an old-world fruit bat, *Ptenochirus jagori*. *Journal Of Mammalogy* 79: 295–311.

Hernández-García, R. M., y Rosas-Guerrero, V. (2017) Registro de murciélagos para el municipio de Tecpan de Galeana, Guerrero. *Revista Tlamatí Sabiduría* 8 (Número especial 2).

Hutson, A. M., y Mickleburgh, S. P. (Eds.). (2001). *Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan* (Vol. 56). IUCN.

INEGI, (2021) Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/inegi/usv250s7gw (Fecha de consulta: 2 de marzo del 2023).

Ingle, N. R. (2003). Seed dispersal by wind, birds, and bats between Philippine montane rainforest and successional vegetation. *Oecologia*, 134(2), 251-261.

Jiménez-Almaraz, T., Juárez-Gómez, J., León-Paniagua, L. (1994). Mamíferos. P. 503-549. En: Flores-Villela, O. (ed.) *Historia natural del parque ecológico estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F.

Jiménez-Salmerón, y, Q (2008) Relación de la Vegetación con los gremios frugívoros Y polinívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en Carrizal de Bravo Guerrero. Tesis de maestría, Colegio de Posgrado Campus Montecillo. Texcoco, México.

Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R., y Racey, P. A. (2009). Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species research*, 8(1-2), 93-115.

Kalko, E. K., Herre, E. A. y Handley Jr, C. O. (1996). Relación de las características de la fruta del higo con los murciélagos frugívoros en los trópicos del nuevo y viejo mundo. *Revista de Biogeografía*, 23(4), 565-576.

Kalko, E.K.V. (1997). Diversity in tropical bast. Pp. 13-43 in Tropical Biodiversity and Systematics, Proceedings of the International Symposium on Biodiversity and Systematics in Tropical Ecosystems (Ulrich, H., ed.). Zoologisches Forschungsinstitut and Museum Alexander Koenig. Bonn, Alemania

Kelt, D. A. (1996). Ecology of small mammals across a strong environmental gradient in southern South America. *Journal of Mammalogy*, 77(1), 205-219.

Kunz, TH, Arnett, EB, Erickson, WP, Hoar, AR, Johnson, GD, Larkin, RP, ... y Tuttle, MD (2007). Impactos ecológicos del desarrollo de la energía eólica en los murciélagos: preguntas, necesidades de investigación e hipótesis. *Fronteras en Ecología y Medio Ambiente*, 5 (6), 315-324.

León-Paniagua L. y Romo-Vázquez E. (1993). Mastofauna de la sierra de Taxco, Guerrero. En: Medellín, R. A. y G. Ceballos (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F

Lobova, T. A., Geiselman, C. K., y Mori, S. A. (2009). Seed dispersal by bats in the Neotropics. New York Botanical Garden.

Luna Vega, I., y Llorente Bousquets, J. (1993). *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México* (No. 719.32 L8).

Marín, A., Ceballos, G., y Pacheco, J. (2016). Mamíferos en dos localidades de selva seca en el estado de Guerrero. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 6(2), 50-68.

- McCain, C. M. (2007). Could temperature and water availability drive elevational species richness patterns? A global case study for bats. *Global Ecology and biogeography*, 16(1), 1-13.
- Medellín, R. A. (1993). Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Avances en el estudio de los mamíferos de México, 1, 333-354.
- Medellín, R., A. Arita, H., T. Sánchez, O. (2008). identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. 2^a. edición. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Mena, J. L. (2010). Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(3), 277-284.
- Mena, J. L., y De Castro, M. W. (2002). Diversidad y patrones reproductivos de quirópteros en un área urbana de Lima, Perú. *Ecología aplicada*, 1(1-2), ág-1.
- Mora, J. M. (2016). Clave para la identificación de las especies de murciélagos de Honduras. *Ceiba*, 54(2), 93-117.
- Naranjo, E. J., Y E. Espinoza. (2001). Los mamíferos de la reserva ecológica Huitepec, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:58-67.
- Neuweiler, G. (2000). The biology of bats. Oxford University Press on Demand.
- NOM-059-SEMARNAT-(2010). Norma Oficial Mexicana. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. <http://www.gob.mx> (Fecha de consulta: 14 de marzo de 2023).
- Ochoa, J., O'Farrell, M. J., y Miller, B. W. (2000). Contribution of acoustic methods to the study of insectivorous bat diversity in protected areas from northern Venezuela. *Acta Chiropterologica*, 2(2), 171-183.
- Orozco-Lugo, C. L., Valenzuela-Galván, D., Lavalle-Sánchez, A., Mora-Delgado, A., y Ocampo-Ramírez, C. (2013). Primer registro del murciélagos platanero *Musonycteris harrisoni* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Puebla, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(2), 709-712.

- Ortega, A. M. J., y Mantilla-Meluk, H. (2008). El papel de la tala selectiva en la conservación de bosques neo tropicales y la utilidad de los murciélagos como bio indicadores de disturbio. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 27(1), 100-108.
- Pellón, J. J., Mendoza, J. L., Quispe-Hure, O., Condo, F., y Williams, M. (2021). Exotic cultivated plants in the diet of the nectar-feeding bat *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae: Glossophaginae) in the city of Lima, Peru. *Acta Chiropterologica*, 23(1), 107-117.
- Porter, T. A., y Wilkinson, G. S. (2001). Birth synchrony in greater spear-nosed bats (*Phyllostomus hastatus*). *Journal of Zoology*, 253(3), 383-390.
- Racey, P. A. (1982). Ecology of bat reproduction. Ecology of bats, Departament of Zoology. University of Aberdeen, 57-104.
- Rahbek, C. (1995). The elevational gradient of species richness: ¿a uniform pattern? *Ecography*, 200-205.
- Rahbek, C. (2005). The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology letters*, 8(2), 224-239.
- Ramírez-Pulido, J., y Armella, M. A. (1987). Activity patterns of neotropical bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in Guerrero, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 363-370.
- Rascón Escajeda, J. A. (2010). Uso del hábitat por los murciélagos (Chiroptera) en la cuenca baja del Río Nazas, Durango. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
- RELCOM. 2010. Estrategia para la conservación de los murciélagos de Latinoamérica y el Caribe. Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos.
- Ruiz-Gutiérrez, F., López-Damián, L. J., Arroyo-Cabral, J., Chávez-Catalán, Y. E., y Flores-Sánchez, L. A. (2011). Nuevos registros de Molósidos (Chiroptera: Molossidae) para el estado de Guerrero, México. *Chiroptera Neotropical*, 17(2), 1022-1028.
- Saldaña-Vázquez, R. A., Sosa, V. J., Iñiguez-Dávalos, L. I., y Schondube, J. E. (2013). The role of extrinsic and intrinsic factors in Neotropical fruit bat-plant interactions. *Journal of Mammalogy*, 94(3), 632-639.

- Sánchez-Cordero, V. (2001). Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography*, 10(1), 63-76.
- Santos-Moreno, A., y Ruiz-Velásquez, E. (2011). Diversidad de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca, México. *Therya*, 2(2), 155-168.
- Simmons, N. B., y Voss, R. S. (1998). The mammals of Paracou, French Guiana, a Neotropical lowland rainforest fauna. Part 1, Bats. *Bulletin of the AMNH*; no. 237.
- Singh, U. P. y V. A. Krishna. (1997). A mini review on the female chiropteran reproduction. *Journal of Endocrinological Reproduction* 1: 1–19.
- Speakman, J. R., Thomas, D. W., Kunz, T. H., y Fenton, M. B. (2003). Physiological ecology and energetics of bats. *Bat Ecology*, 430-490.
- IUCN (2022) Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza. Lista Roja de Especies Amenazadas. <https://www.iucnredlist.org/es> (Fecha de consulta: 14 de marzo del 2023).
- Zortéa, M. (2003). Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Biology* 63: 159–168.

ANEXOS









Figura S1. Especies de murciélagos capturadas en el área de estudio. **A:** *Peropteryx macrotis*, **B:** *Balantiopteryx plicata*, **C:** *Mormoops megalophylla*, **D:** *Pteronotus parnelli*, **E:** *Natalus mexicanus*, **F:** *Natalus mexicanus*, **G:** *Anoura geoffroyi*, **H:** *Artibeus aztecus*, **I:** *Artibeus jamaicensis*, **J:** *Artibeus lituratus*, **K:** *Artibeus phaeotis*, **L:** *Artibeus toltecus*, **M:** *Artibeus watsoni*, **N:** *Centurio senex*, **O:** *Chiroderma villosum*, **P:** *Choeroniscus godmani*, **Q:** *Carollia brevicauda*, **R:** *Carollia perspicillata*, **S:** *Carollia subrufa*, **T:** *Desmodus rotundus*, **U:** *Glossophaga commissarisi*, **V:** *Glossophaga morenoi*, **W:** *Glossophaga soricina*, **X:** *Glyonycteris syvestris*, **Y:** *Micronycteris microtis*, **Z:** *Micronycteris schmidtorum*, **AA:** *Sturnira hondurensis*, **AB:** *Sturnira parvidens*, **AC:** *Uroderma bilobatum*, **AD:** *Rhogeessa*

parvula. Créditos fotográficos: Víctor Rosas-Guerrero (otos A, B, C, D, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, S, T, U, W, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD), José G. Martínez Fonseca (oto E), Clever Pinto (oto F), Frederico Acaz Sonntag (oto R), José Ángel Durán-Neri (oto V).

Tabla S1. Ubicación de los sitios de estudio.

Localidad	Sitio ¹	Altitud (msnm)	Tipo de vegetación dominante ²	Coordenadas
Tecpan de Galeana	S1 (El Veinte)	87	SBC, SMS	17°14'02.4" N 100°48'19.7" W
	S2 (Las Tunas)	99	SBC, SMS	17°14'47.4" N 100°38'29.4" W
	S3 (La Canastilla)	134	SBC, SMS	17°15'37.8" N 100°37'46.2" W
	A (Los Arcos)	23	Urbana	17°14'09.0" N 100°37'52.5" W
	B (Alcantarilla del hospital)	43	Urbana	17°12'18.1" N 100°39'02.3" W
	C (Cajones)	189	BG	17°15'59.1" N 100°37'41.3" W
Platanillo	S1	845	BG, SBC, SMS	17°31'46.5" N 100°35'12.5" W
	S2	850	BG, SBC, SMS	17°31'52.3" N 100°35'22.5" W
	S3	926	BG, SBC, SMS	17°32'05.7" N 100°35'31.2" W
	D (Cueva Platanillo)	789	SBC	17°30'45.5" N 100°34'33.4" W
	E (Cueva 1 de La Vela)	961	BG, SBC, SMS	17°29'22.4" N 100°32'32.9" W
	F (Cueva 2 de La Vela)	951	SBC	17°28'57.2" N 100°34'05.0" W
	G (Cueva 3 de La Vela)	1 053	SBC	17°29'31.5" N 100°32'34.6" W
Río Santiago	S1	1 608	BM, BPE	17°32'57.0" N 100°34'55.5" W
	S2	1 554	BG, BM, BPE	17°33'00.7" N 100°34'29.1" W
	S3	1 719	BM, BPE	17°33'09.0" N 100°34'08.0" W
La Mona	S1	2 294	BM, BPE, BP	17°35'07.2" N 100°33'41.7" W
	S2	2 338	BP, BPE	17°35'43.1" N 100°35'19.7" W
	S3	2 772	BP, BPE	17°35'55.9" N 100°35'27.8" W
	H (Cabañas de La Mona)	2 125	BP, BPE	17°34'49.9" N 100°35'57.7" W

¹Los sitios de áreas abiertas están indicados como S1, S2 y S3 y los refugios con letras (A-H).

²Abreviaturas de los tipos de vegetación como en el pie de la Tabla 3.

Tabla S2. Gremio alimentario y número de individuos capturados de cada especie de murciélagos presentes en el municipio de Tecpan de Galeana, Gro.

Familia	Especies	Gremio ¹	Abundancia
Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i> ²	I	2
	<i>Balantiopteryx plicata</i> ²	I	179
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i> ²	I	95
	<i>Pteronotus parnelli</i> ³	I	8
Natalidae	<i>Natalus mexicanus</i>	I	4
	<i>Natalus stramineus</i>	I	2
Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	N	9
	<i>Artibeus aztecus</i>	F	16
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	F	146
	<i>Artibeus lituratus</i>	F	18
	<i>Artibeus phaeotis</i>	F	130
	<i>Artibeus toltecus</i>	F	64
	<i>Artibeus watsoni</i>	F	4
	<i>Centurio senex</i>	F	5
	<i>Chiroderma villosum</i>	F	4
	<i>Choeroniscus godmani</i> ³	N	61
	<i>Carollia brevicauda</i>	F	3
	<i>Carollia perspicillata</i>	F	3
	<i>Carollia subrufa</i>	F	18
	<i>Desmodus rotundus</i>	H	9
	<i>Glossophaga commissarisi</i>	N	35
	<i>Glossophaga morenoi</i> ³	N	107
	<i>Glossophaga soricina</i> ³	N	154
	<i>Glyonycteris sylvestris</i> ³	I	33
	<i>Micronycteris microtis</i> ³	I	4
	<i>Micronycteris schmidtorum</i> ²	I	1

	<i>Sturnira hondurensis</i>	F	93
	<i>Sturnira parvidens</i>	F	46
	<i>Uroderma bilobatum</i>	F	3
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa párvula</i>	I	1
Total	30	F=14, H=1 I=10, N=5	1 257

¹F: frugívoros, N: Nectarívoros, I: Insectívoros, H: Hematófago. ²Datos de especies capturadas exclusivamente en refugios. ³Datos de especies capturadas en áreas abiertas y refugios.

Tabla S3. Características descriptivas de las especies de murciélagos capturados.

Especie	Estado reproductivo ¹					Sexo ²		Peso (g) ³	Antebrazo (mm) ³
	E	I	H	L	G	M	H		
EMBALLONURIDAE									
<i>Peropteryx macrotis</i> ⁴	-	1	-	-	-	1	1	5.95 (5.8–6.1)	42.61 (42.7–42.5)
<i>Balantiopteryx plicata</i> ⁴	58	122	11	27	4	103	119	5.92 (3.7–13.6)	42.28 (35.9–42.8)
MORMOOPIDAE									
<i>Mormoops megalophylla</i> ⁴	11	73	11	-	-	59	36	15.21 (9.3–25.1)	55.38 (52.2–58.7)
<i>Pteronotus parnelli</i> ⁵	1	5	1	1	-	7	1	18.24 (15.0–19.4)	58.13 (56.6–59.7)
NATALIDAE									
<i>Natalus mexicanus</i>	2	2	-	-	-	2	2	7.00 (4.1–9.4)	38.81 (35.5–43.5)
<i>Natalus stramineus</i>	-	2	-	-	-	1	1	15.45 (15.3–15.2)	51.01 (50.9–51.1)
PHYLLOSTOMIDAE									
<i>Anoura geoffroyi</i>	2	-	-	2	2	3	6	14.71 (10.0–18.8)	43.19 (38.2–45.7)
<i>Artibeus aztecus</i>	3	16	-	-	-	11	8	17.54 (11.9–60.1)	41.17 (36.3–67.8)
<i>Artibeus jamaicensis</i>	64	37	5	15	9	85	45	44.36 (12.9–66.2)	60.63 (39.9–68.2)
<i>Artibeus lituratus</i>	6	4	1	4	-	11	6	58.10 (18.6–70.9)	67.07 (30.3–71.3)
<i>Artibeus phaeotis</i>	46	35	7	22	14	72	56	14.07 (8.1–40.1)	37.44 (29.3–60.2)
<i>Artibeus toltecus</i>	27	30	-	3	8	41	27	17.08 (4.5–58.2)	40.89 (31.7–69.9)
<i>Artibeus watsoni</i>	-	4	-	-	-	2	2	12.80 (8.8–15.9)	35.78 (35.3–36.5)
<i>Centurio senex</i>	2	2	-	-	1	3	2	23.47 (21.2–25.8)	44.12 (42.3–46.0)
<i>Chiroderma villosum</i>	1	3	-	-	-	1	3	18.30 (15.5–21.1)	41.84 (39.9–46.0)
<i>Choeroniscus godmani</i> ⁵	26	24	6	2	3	49	12	9.27 (5.5–13.6)	34.62 (31.6–38.2)
<i>Carollia brevicauda</i>	2	-	1	-	-	3	-	15.90 (13.8–18.2)	38.36 (36.9–39.8)
<i>Carollia perspicillata</i>	-	2	-	-	1	1	2	16.73 (14.8–19.9)	39.61 (39.3–40.1)
<i>Carollia subrufa</i>	7	8	1	1	1	8	10	15.81 (12.1–18.6)	39.80 (36.9–45.7)
<i>Desmodus rotundus</i>	3	2	-	3	-	3	5	33.14 (28.4–39.9)	59.85 (57.6–63.3)
<i>Glossophaga commissarisi</i>	19	7	3	-	6	22	12	10.07 (7.5–12.2)	35.95 (32.8–38.7)
<i>Glossophaga morenoi</i> ⁵	26	45	3	9	9	50	57	11.16 (8.3–37.8)	36.03 (33.2–59.7)

<i>Glossophaga soricina</i> ⁵	35	118	3	13	7	85	111	10.63 (8.7–14.0)	36.40 (33.4–39.4)
<i>Glyphonycteris sylvestris</i> ⁵	8	18	-	7	-	12	21	11.23 (8.3–13.6)	43.05 (36.1–45.9)
<i>Micronycteris microtis</i> ⁵	1	1	1	-	-	2	1	17.03 (6.5–46.3)	41.88 (35.5–60.2)
<i>Micronycteris schmidtorum</i> ⁴	-	1	-	-	-	1	-	33.16	36.16
<i>Sturnira hondurensis</i>	17	49	3	17	6	41	51	21.75 (12.6–61.2)	44.50 (38.4–64.0)
<i>Sturnira parvidens</i>	9	13	3	13	6	21	26	18.31 (12.7–53.4)	40.48 (36.4–69.0)
<i>Uroderma bilobatum</i>	-	1	1	-	1	2	1	24.63 (22.4–27.5)	45.96 (44.5–47.7)
VESPERTILIONIDAE									
<i>Rhogeessa parvula</i>	-	-	-	1	-	-	1	5.50	30.34

¹**E**: escrotado, **I**: macho inactivo, **H**: hembra inactiva, **L**: hembra lactante, **G**: hembra gestante. La suma de algunos individuos de estados reproductivos no necesariamente coincide con la suma de los sexos de los murciélagos, ya que algunos datos no se pudieron obtener. ²**M**: machos, **H**: hembras. ³Se muestran promedios y entre paréntesis valores mínimos y máximos. ⁴Datos de especies capturadas exclusivamente en refugios. ⁵Datos de especies capturadas en áreas abiertas y refugios.

Tabla S4. Categorías de conservación de las especies registradas en el municipio de Tecpan de Galeana, Gro.

Familia	Especie	UICN ¹	NOM-059 ²
Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	LC	
	<i>Balantiopteryx plicata</i>	LC	
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	LC	
	<i>Pteronotus parnelli</i>	LC	
Natalidae	<i>Natalus mexicanus</i>	LC	
	<i>Natalus stramineus</i>	LC	
Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	LC	
	<i>Artibeus aztecus</i>	LC	
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	LC	
	<i>Artibeus lituratus</i>	LC	
	<i>Artibeus phaeotis</i>	LC	
	<i>Artibeus toltecus</i>	LC	
	<i>Artibeus watsoni</i>	LC	Pr
	<i>Centurio senex</i>	LC	
	<i>Chiroderma villosum</i>	LC	
	<i>Choeroniscus godmani</i>	LC	
	<i>Carollia brevicauda</i>	LC	
	<i>Carollia perspicillata</i>	LC	
	<i>Carollia subrufa</i>	LC	
	<i>Desmodus rotundus</i>	LC	
	<i>Glossophaga commissarisi</i>	LC	
	<i>Glossophaga morenoi</i>	LC	
	<i>Glossophaga soricina</i>	LC	
	<i>Glyonycteris syvestris</i>	LC	

	<i>Micronycteris microtis</i>	LC	
	<i>Micronycteris schmidtorum</i>	LC	A
	<i>Sturnira hondurensis</i>	LC	
	<i>Sturnira parvidens</i>	LC	
	<i>Uroderma bilobatum</i>	LC	
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa parvula</i>	LC	

¹LC: preocupación menor; IUCN 2022. ²A: amenazada, Pr: sujeta a protección especial; SEMARNAT 2010.