

Diversidad de mamíferos en una reserva privada de la Sierra Sur de Oaxaca, México

Mammal diversity in a private reserve in the Sierra Sur of Oaxaca, Mexico

Alejandra Buenrostro-Silva¹, Berenice Pinacho-López², Jesús García-Grajales^{1*}

¹Instituto de Industrias, Universidad del Mar Campus Puerto Escondido. Km. 2.5 Carretera Federal Puerto Escondido - Sola de Vega, Puerto Escondido CP. 71980, Oaxaca, México.

²Licenciatura en Zootecnia, Universidad del Mar, campus Puerto Escondido. Km. 2.5 Carretera Federal Puerto Escondido - Sola de Vega, Puerto Escondido. CP. 71980, Oaxaca, México.

*Autor de correspondencia: archosaurio@yahoo.com.mx

Artículo científico recibido: 27 de noviembre de 2015, **aceptado:** 10 de marzo de 2016

RESUMEN. El estado de Oaxaca es el segundo estado con mayor riqueza de mamíferos del país; pero no está exento de las presiones causadas por las actividades humanas, como el crecimiento poblacional y la sobre-utilización de los recursos naturales, lo que tiene un impacto negativo sobre la biodiversidad. El presente trabajo registra la diversidad de mamíferos que se encuentran en un área privada destinada a la conservación (APC), dejando de manifiesto su importancia por ser un relictos de vegetación poco alterada y servir como refugio de mamíferos inmersos en una zona amenazada por la actividad humana. De febrero a octubre de 2012, por medio de trampas Sherman, Havahart, redes de niebla y cámaras trampa se estimó la diversidad de mamíferos en la época de sequías y lluvias. En total 30 especies, 23 géneros, nueve familias y seis órdenes se registraron. En la diversidad, hay diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la época de sequía ($H' = 2.27$) y de lluvias ($H' = 2.12$); no obstante, en términos de la equitatividad la época de sequía alcanzó un menor valor ($J' = 0.70$) en comparación con la época de lluvias ($J' = 0.74$). Aunque el APC rancho El Sagrado no es un área grande, el número de especies registradas es alto. Este trabajo es el primer reporte de la diversidad de mamíferos en la Sierra Sur de Oaxaca y representa un aporte importante de información de los mamíferos de Oaxaca.

Palabras clave: Juquila, Mixtepec, murciélagos, riqueza, roedores

ABSTRACT. The state of Oaxaca is the state with the second greatest mammalian richness in the country, but it is not exempt from the pressures caused by human activities, such as population growth and over-utilization of natural resources, which have a negative impact on its biodiversity. This study records the diversity of mammals in a private conservation area (PCA), thereby demonstrating its importance as a relict of little altered vegetation and as a refuge for mammalian species in an area threatened by accelerated human activities. From February to October 2012, by means of Sherman and Havahart traps, mist nets and camera traps, the diversity of mammals during the dry and rainy season was estimated. A total of 30 species, 23 genera, nine families and six orders were recorded. In terms of diversity, there is a significant difference ($p < 0.05$) between the dry season ($H' = 2.27$) and the rainy season ($H' = 2.12$); however, regarding equitativity the dry season had a lower value ($J' = 0.70$) compared to the rainy season ($J' = 0.74$). Although the El Sagrado ranch PCA is not a large area, the number of documented species is relatively high. This paper is the first report about mammal diversity in the Sierra Sur of Oaxaca and represents an important contribution to our knowledge of mammals in Oaxaca.

Key words: Juquila, Mixtepec, bats, richness, rodents

INTRODUCCIÓN

La gran diversidad biológica de México le ha conferido ser uno de los 12 países megadiversos

(Botello *et al.* 2015). Esta biodiversidad es producto de la interacción de diversos factores que incluyen su historia geológica, posición geográfica y heterogeneidad ambiental, evidenciadas desde sus

complejas cadenas montañosas hasta sus extensas planicies costeras (Godínez-Navarro *et al.* 2008, Badii *et al.* 2015). El estado de Oaxaca se caracteriza por albergar una proporción importante de la diversidad biológica del país (Santos-Moreno 2014), lo que se atribuye a su alta heterogeneidad ambiental, topográfica, tipos de vegetación y climas (Briones-Salas *et al.* 2015). Es la segunda entidad federativa con mayor diversidad de mamíferos terrestres con 191 de las 564 especies presentes en el país (Sánchez-Cordero *et al.* 2015). No obstante, presenta problemas graves de conservación de su fauna, lo que se refleja en la pérdida de su biodiversidad por la perturbación antrópica (Badii *et al.* 2015, Briones-Salas *et al.* 2015).

El municipio de San Gabriel Mixtepec, pertenece al distrito de Juquila, en la Sierra Sur del estado de Oaxaca, se caracteriza por la interacción de condiciones geográficas accidentadas, suelos suaves y poco profundos, ricos en materia orgánica, además de contar con una extensa área de vegetación primaria, constituida principalmente por bosque de pino, bosque de encino, selva mediana, selva alta y selva baja caducifolia (Diario Oficial Municipal 2010). Las principales actividades económicas son la siembra de café, la producción de miel y la ganadería bovina de doble propósito de pastoreo extensivo, en zonas caracterizadas por la transición entre áreas de tipo urbano y rural, con la consecuente reducción de especies vegetales que se eliminan conforme los bosques y las selvas se convierten en pastizales para la ganadería (Torres-Lima y Rodríguez-Sánchez 2006).

Una de las preguntas de interés ecológico es sobre la relación que hay entre la estructura del hábitat y la comunidad animal, considerando que la fragmentación y las alteraciones en el ambiente intervienen sobre la complejidad y la heterogeneidad de los ecosistemas, lo que influye en la disponibilidad de recursos y diversidad de especies (Cortés-Marcial *et al.* 2014). Los mamíferos son particularmente sensibles a los cambios de hábitat, lo que influye en la estructura y complejidad de la comunidad (Sosa-Escalante 2016). Por lo que la pérdida de estas especies podría tener efectos devastadores en

el funcionamiento de los ecosistemas, además de que la diversidad y abundancia pueden ser utilizados como indicadores del estado de conservación (Cortés-Marcial y Briones Salas 2014).

Los inventarios biológicos permiten conocer el número de especies, la riqueza, patrones de distribución, representatividad, abundancia, diversidad de gremios y la estructura de la comunidad, lo que permiten una descripción completa y detallada de las zonas de aprovechamiento y conservación de los recursos naturales (Moreno 2001, Cervantes y Riveros-Lara 2012, Lavariega *et al.* 2016). Por lo que la identificación de cambios en la diversidad en el número de especies, la abundancia o la dominancia, permiten alertar sobre procesos empobrecedores (Magurran 2004). En el municipio de San Gabriel Mixtepec, se tiene registrado la presencia de 13 especies de mamíferos de talla pequeña, de los que se tiene conocimiento limitado de su biodiversidad (Espinoza-Medinilla y Martínez 2010, Cinta-Magallón *et al.* 2012, Galicia-Jiménez *et al.* 2014), por lo que es de importancia la elaboración de un inventario biológico actualizado que permita identificar las especies de mamíferos más vulnerables (Quintana *et al.* 2016). Un área de conservación privada representa un relicto de hábitat seguro y de recursos disponibles para las especies de mamíferos presentes en la zona con menor presión por cacería ilegal, por lo que se espera que su riqueza específica sea alta y representativa de la zona, con abundancias bajas (Muench y Martínez-Ramos 2016). Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis de la diversidad de especies de mamíferos presentes en un área de conservación privada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de conservación privada conocida como Rancho El Sagrado (16° 05' 18" LN y 97° 04' 03" LO), se ubica entre los 660 y 995 msnm, dentro del municipio de San Gabriel Mixtepec a 800 m del km 195 de la carretera federal 131. Presenta vegetación característica de la selva mediana subcaducifolia, con presencia de las familias Bom-

bacaceae (*Ceiba pentandra*), Burseraceae (*Bursera simaruba*), Leguminosae (*Enterolobium cyclocarpum*), Sapotaceae (*Manilkara zapota*) y Lauraceae (*Nectandra ambigens*) (Torres-Colín 2004), con bosque de pino-encino, además de áreas con plantación de árboles frutales de mango, aguacate, nanche, mamey, zapote, naranja, lima, limón y plátano. La vegetación presenta altura promedio de 10 m, la superficie del área privada es de 100 ha, de las cuales 4 ha se utilizan para cultivar café bajo sombra, colinda en algunas partes de su perímetro con el río Rana (García-Grajales y Buenrostro-Silva 2014). La región tiene temperatura entre 20 y 28 °C, con precipitación de 1 000 a 2 500 mm anuales. El clima es A Wo (w) i, g, que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano (García 1988).

Trabajo de campo

Se realizaron nueve muestreos de febrero a octubre de 2012, con duración de cinco días cada uno, excepto en el caso del fototrampeo cuya duración fue de febrero a mayo de 2012. Se consideraron los meses de febrero a mayo como la época de sequía y de junio a octubre como la época de lluvias. Durante los muestreos se establecieron transectos de longitud variable para cada tipo de método empleado, procurando abarcar los diferentes niveles altitudinales y los distintos tipos de vegetación. Los mamíferos pequeños (roedores) se capturaron con el uso de 120 trampas tipo Sherman, utilizando como cebo una mezcla de avena, vainilla y crema de cacahuete (Briones-Salas 2000, Santos-Moreno y Ruíz-Velázquez 2011). Para lo cual se establecieron 12 transectos con 10 trampas cada uno, con una separación de 30 m entre ellas, distribuidos de manera proporcional en la zona cafetalera, la selva mediana y el bosque de pino-encino.

Para la captura de mamíferos voladores (murciélagos), se instalaron cuatro redes de niebla, dos de 12 m x 2.5 m y dos de 6 m x 2.5 m, las primeras a una altura de tres m y las otras a 10 m (Briones-Salas 2000, Horvath et al. 2001, García-García y Santos-Moreno 2008), con la ayuda de varas y poleas que permitieron el ascenso y descenso de las redes (Kunz y Kurta 1988). Las redes se colocaron

entre la zona de cafetal, el cultivo de mango, la selva mediana y en la orilla del río, manteniéndose desplegadas de 19:00 a 24:00 h, con revisiones cada 45 min (García-García y Santos-Moreno 2008). Para capturar los mamíferos de tamaño mediano, se utilizaron siete trampas Havahart de 32" x 12" x 10", distribuidas y cebadas de forma aleatoria con manteca, sardina, huevos y frutas. Las cuales se colocaron a una distancia entre ellas de entre 200 y 300 m (Horvath et al. 2001).

Durante 25 d entre febrero y mayo se colocaron 22 trampas cámara (Moultrie Digital Game Modelo 150) colocadas en estaciones de trampeo. La temporalidad se debió a un huracán que ocasionó lluvias fuertes, lo que impidió la colocación de las trampas para réplicas en el periodo de lluvias. Las trampas cámara se colocaron a un lado de las veredas primarias y secundarias utilizadas por los animales y en las orillas de los arroyos intermitentes, a una distancia de por lo menos 300 m a diferentes altitudes. Como atrayente se utilizó manteca sobre un sustrato fijo como rocas para que quedaran impregnadas con el olor, para que no se las comieran o llevaran, se dejaron activas por cinco días consecutivos, se ubicaron de forma que abarcaran todos los tipos de vegetación de la zona. Todas las cámaras trampa se programaron para registrar la fecha, hora, temperatura, estadio lunar y georeferenciación (Hernández-Flores y Rojas-Martínez 2010, Monroy-Vilchis et al. 2011).

Los ejemplares capturados se identificaron con las claves de Hall (1981) y Medellín et al. (2008) para después liberarlos en el sitio de captura (Santos-Moreno y Ruíz-Velázquez 2011). Aquellos individuos cuya identificación no se pudo realizar se prepararon para su posterior identificación en laboratorio con el permiso de colecta científica SGPA/DGVS/08444/09. La taxonomía y nomenclatura de los ejemplares se realizó de acuerdo con Ramírez-Pulido et al. (2014).

El esfuerzo de muestreo se obtuvo, para las trampas Sherman por medio de la multiplicación del número de trampas utilizadas por el número de noches totales. Para las trampas Havahart, se calculó el número de trampas colocadas por noche

multiplicado por los días de muestreo (Cruz-Lara et al. 2004). En el caso de los registros por medio de trampas cámara, el cálculo del esfuerzo de muestreo se obtuvo al multiplicar el número de trampas utilizadas por el número de días activos totales; mientras que para las redes de niebla, el esfuerzo se obtuvo al sumar el total de metros red empleados cada noche por el total de horas que las redes estuvieron abiertas (Medellín 1993). El éxito de captura por método de trampeo se calculó con el número total de capturas de especies, dividido entre el número de noches trampa y entre el número de trampas expresado en porcentaje. En el caso de las redes de niebla, el éxito de captura se calculó con el número de individuos de todas las especies entre el esfuerzo de captura multiplicado por 100.

Para conocer la representatividad del esfuerzo de colecta, se utilizó el estimador no paramétrico de Chao 2 determinado con el programa EstimateS versión 8.2 para construir una curva de acumulación de especies mediante una matriz de presencia-ausencia. Los datos se aleatorizaron 100 veces con el fin de reducir el efecto que el modelo puede causar en la forma de la curva de acumulación de especies observadas (Colwell 2009). Adicionalmente, se tomaron en cuenta algoritmos que emplean proporciones de especies raras (especies de única y doble aparición), bajo el supuesto de que el entrecruce de estas dos líneas indica la culminación del inventario (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). La razón de utilizar estimadores no paramétricos se debe a que los estimadores asintóticos subestiman la riqueza de especies (Cao et al. 2006), por lo que se recomienda el uso de este estimador cuando se tiene una unidad de esfuerzo pequeña y para áreas pequeñas de muestreo (Escalante et al. 2002, Tøttrup et al. 2005). Se utilizó el modelo de Clench para evaluar la calidad del muestreo, mediante la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontradas (Jiménez-Valverde y Hortal 2003).

La diversidad de especies entre la temporada de sequía y lluvias se calculó con el índice de Shannon-Wiener (H') (Moreno 2001), se utilizó la prueba t de student modificada por Hutcheson (1970) para comparar los valores de diversidad

registrados entre dos estaciones. Mientras que el índice de equitatividad de Pielou (J') para hacer la comparación entre las dos estaciones. La abundancia relativa se calculó por medio de las curvas de intervalo-abundancia con serie logarítmica de base 10 (Feisinger 2001). Los mamíferos de talla grande se excluyeron del análisis debido a la ausencia de datos en la época de lluvias.

RESULTADOS

Se obtuvieron 884 registros, que se agruparon en 30 especies, distribuidas en seis órdenes, nueve familias y 23 géneros (Tabla 1). El esfuerzo de captura en las trampas Sherman fue de 5 400 trampas noche⁻¹ con éxito de captura del 3.9 %, para las trampas Havahart el esfuerzo fue de 315 trampas noche⁻¹ con éxito de 4.7 %, mientras que en las trampas cámara fue de 440 trampas noche⁻¹ con éxito del 5 %, en tanto que en las redes de niebla fue de 6 480 m de red hora⁻¹noche⁻¹, con éxito de captura de 4.8 %. Las trampas Sherman registraron ocho especies (25.8 %), las redes de niebla 16 (51.6 %), las trampas cámara seis (19.4 %) y las trampas Havahart sólo registraron una especie (3.2 %).

El modelo Chao 2 estimó que el número asintótico esperado fue de 34 especies y el modelo de Clench mostró un buen ajuste de la información ($R^2 = 0.99$). Pero no se detectó sobreposición en las líneas que representan a las especies de aparición única y doble (Figura 1). Para la riqueza de los mamíferos pequeños, se registraron 24 especies que representaron 80 % de los mamíferos capturados, ocho especies terrestres que representan 26.7 % del total de especies capturadas. El grupo de la familia Muridae fue el más representativo y los géneros *Peromyscus* y *Heteromys* los mejor representados. Para los mamíferos voladores, se registraron 16 especies que representan 53.3 % del total de las especies capturadas, las cuales están representadas por las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae, 12 géneros, siendo la familia Phyllostomidae la más diversa con 15 especies. En el grupo de los mamíferos medianos y grandes se registraron seis especies que corresponden a cinco familias, las

Tabla 1. Listado de las especies que forman la mastofauna del rancho El Sagrado.

	Orden/Familia/Especie	Tipo de trapeo	Norma	CITES	Abundancia	Clave
	Didelphimorphia					
	Didelphidae					
1	<i>Marmosa mexicana</i>	TS			3	Mme
2	<i>Didelphis virginiana</i>	TH-FC			31	Dvi
	Rodentia					
	Sciuridae					
3	<i>Sciurus aureogaster</i>	FC			2	Sau
	Muridae					
4	<i>Peromyscus aztecus</i>	TS			83	Paz
5	<i>Peromyscus mexicanus</i>	TS			10	Pme
6	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	TS			1	Rsu
7	<i>Sigmodon hispidus</i>	TS			7	Sh
8	<i>Heteromys irroratus</i>	TS			86	Hir
9	<i>Heteromys pictus</i>	TS			18	Hpi
	Carnivora					
	Felidae					
10	<i>Leopardus pardalis</i>	FC	P	I	1	Lpa
11	<i>Leopardus wiedii</i>	FC	P	I	5	Lwi
	Procyonidae					
12	<i>Procyon lotor</i>	FC			1	Plo
	Soricomorpha					
	Soricidae					
13	<i>Sorex</i> sp.	TS			1	Ssa
	Chiroptera					
	Phyllostomidae					
14	<i>Desmodus rotundus</i>	RN			31	Dr
15	<i>Glossophaga morenoi</i>	RN			21	Gm
16	<i>Glossophaga soricina</i>	RN			3	Gs
17	<i>Anoura geoffroyi</i>	RN			4	Ag
18	<i>Choeronycteris mexicana</i>	RN	A		5	Cm
19	<i>Carollia subrufa</i>	RN			1	Cs
20	<i>Sturnira parvidens</i>	RN			157	SI
21	<i>Sturnira hondurensis</i>	RN			41	Sho
22	<i>Uroderma bilobatum</i>	RN			2	Ub
23	<i>Enchisthenes hartii</i>	RN	Pr		3	Eh
24	<i>Artibeus jamaicensis</i>	RN			21	Aj
25	<i>Artibeus lituratus</i>	RN			243	Al
26	<i>Dermanura phaeotis</i>	RN			13	Dp
27	<i>Dermanura tolteca</i>	RN			74	Dt
28	<i>Centurio senex</i>	RN			9	Cse
	Vespertilionidae					
29	<i>Myotis nigricans</i>	RN			2	Mn
	Artiodactyla					
	Cervidae					
30	<i>Odocoileus virginianus</i>	FC			5	Ovi

TS: Trampa Sherman, TH: Trampa Havahart, FC: Fotocolecta, RN: Red de niebla, Norma: Norma Oficial Mexicana 059, P: En peligro de extinción, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial.

cuales representan 20 % del total de especies capturadas, estando los carnívoros representados por dos especies de felinos. Para la diversidad alfa, hubo una diferencia significativa ($t = 2.69$, $gl. = 29$, $p < 0.05$) entre la época de sequía ($H' = 2.27$) y la época de lluvias ($H' = 2.12$), siendo mayor el número de registros en la época de sequía ($J' = 0.74$).

Las curvas de intervalo-abundancia para los

pequeños mamíferos en la época de sequía muestran a *Peromyscus aztecus* como la especie más abundante y seguida de *Marmosa mexicana*, mientras que las especies menos abundantes fueron *Reithrodontomys sumichrasti* y *Sorex* sp., con un registro durante el muestreo; no habiendo capturas de estos últimos tres mamíferos en la época de lluvias. En cuanto a la época de lluvias, *Heteromys*

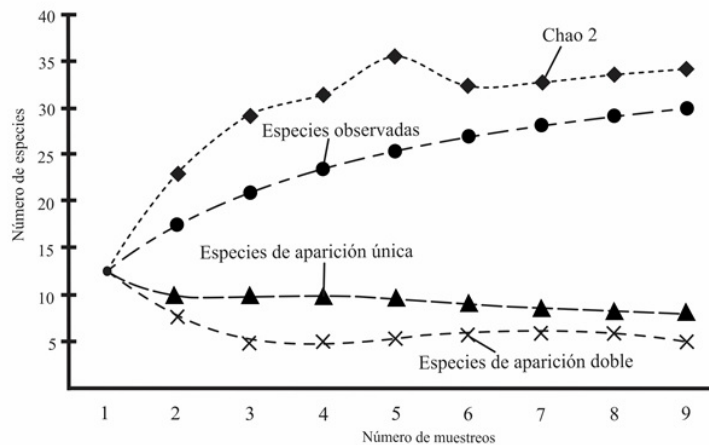


Figura 1. Curva de acumulación de especies de mamíferos en el rancho El Sagrado, San Gabriel Mixtepec, Oaxaca, México.

irroratus fue uno de los roedores con el mayor número de registros, seguido por *P. aztecus*. Las otras especies se ubican en la parte media de la curva, mientras que en la parte inferior se encuentra *Sigmodon hispidus* como una de las especies menos abundantes de este grupo en esta época.

En cuanto a los mamíferos voladores, *Artibeus lituratus* (38.6 %), *Sturnira parvidens* (25 %) y *Dermanura tolteca* (12 %) fueron las especies más abundantes en ambas épocas de muestreo. Durante la época de sequía *A. lituratus* fue la especie más abundante seguida por *S. parvidens* y *D. tolteca*. Otras especies como *C. subrufa*, *Choeronycteris mexicana* y *Uroderma bilobatum* tuvieron un ejemplar cada una. Por otro lado, en la época de lluvias *S. parvidens* fue la especie más abundante seguida por *A. lituratus* y sólo las especies *Myotis nigricans* y *U. bilobatum* registraron un ejemplar cada una. Para las curvas de intervalo-abundancia para los mamíferos medianos, *Didelphis virginiana* fue la especie más abundante y dominante de este grupo en ambas épocas de muestreo. Como especies raras se encontraron *Sciurus aureogaster* y *Procyon lotor* que sólo tuvieron un registro en la época de sequía (Figura 2). Las especies *Leopardus pardalis*, *L. wiedii* y *Odocoileus virginianus* se capturaron por el registro de las trampas-cámara.

DISCUSIÓN

El número de especies de mamíferos registrados en el estado de Oaxaca sigue siendo polémico y difiere. Al respecto Briones-Salas et al. (2015) mencionan que la composición taxonómica está representada por 216 especies, mientras que Sánchez-Cordero et al. (2014) reportan 199, y Santos-Moreno (2014) consideran 222 especies; divergencias producto de los estudios taxonómicos y sistemáticos que generan reacomodos en las listas de especies, desaparición de sinonimias, descripción de nuevas especies e incremento de registros en áreas poco exploradas. Considerando dichas divergencias, el presente estudio registra la presencia de 30 especies de mamíferos, lo que representa entre 13.51 y 15.07 % de la riqueza de especies presentes en el estado. La riqueza de especies registradas es menor en comparación con otros estudios realizados en tipos de vegetación y condiciones similares (Cruz-Lara et al. 2004, Palacios-Romo et al. 2012). Esta diferencia se puede deber al mayor tamaño de extensión de territorio explorado. Otra posible explicación de la riqueza de especies registradas se relaciona con la presencia de fenómenos naturales climatológicos como los huracanes, los cuales generan modificaciones inmediatas y visibles en la cobertura de los árboles (Hernández-Díaz

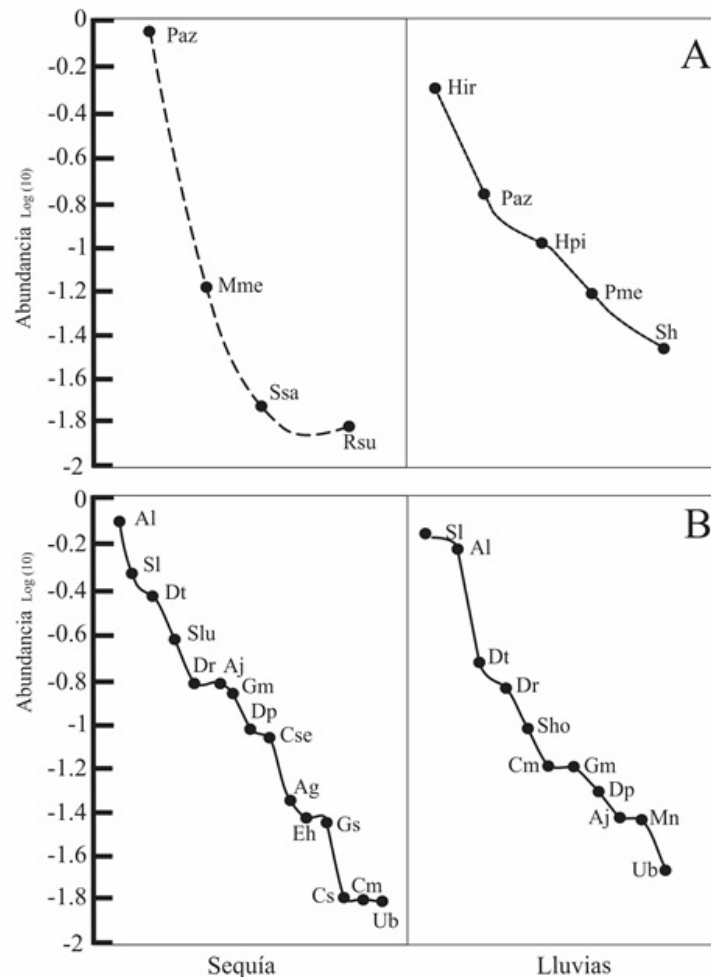


Figura 2. Curvas de intervalo-abundancia de las especies de mamíferos registrados en el rancho El Sagrado, San Gabriel Mixtepec, Oaxaca, México. A= Mamíferos pequeños, B= Mamíferos voladores. Claves de las especies en en la Tabla 1.

et al. 2012, Palafox y Gutiérrez 2013) y que, a su vez, pueden provocar cambios en la estructura, composición y abundancia relativa de las poblaciones animales (Waide 1991). Los efectos de los huracanes Carlota y Ernesto que impactaron al estado en los meses de junio y agosto, pudieron haber influido en el registro de especies, lo que provocó posibles cambios al ampliar o reducir su distribución en función de los disturbios en el ambiente (CONAGUA 2012), al modificar la fenología de la vegetación y la disponibilidad de alimento, lo cual se refleja en las probabilidades de captura (Adler y Lauenroth 2003, Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Otros efectos de

los huracanes sobre la fauna silvestre se relacionan con cambios en la abundancia relativa de algunas especies (Hernández-Díaz et al. 2012), en las conductas de forrajeo (Grant et al. 1997), en el uso del hábitat (Pries et al. 2009), en la dieta y las relaciones sociales entre congéneres (Pavelka y Behie 2005).

Los huracanes no sólo influyeron en el ambiente al desviar cauces de ríos y afectar la vegetación, sino también en el monitoreo, lo cual se reflejó en la diferencia significativa de la riqueza de especies observada en la época de sequía y lluvias. Con respecto a la abundancia relativa de

los pequeños mamíferos, se observan diferencias en la composición de especies entre las épocas de muestreo. En sequía hay mayor abundancia de *P. aztecus* en relación con *R. Sumichrasti*, mientras que en lluvias fue más abundante *H. irroratus* y en menor proporción *S. hispidus*. Se ha reportado que *P. aztecus* es una especie que presenta bajas abundancias en zonas cafetaleras (Cruz-Lara et al. 2004) y probablemente su abundancia se relacione con su tolerancia a ciertos grados de perturbación antrópica, ya que al igual que *S. hispidus* se consideran como especies generalistas (Utrera et al. 2000). Por otro lado, *H. irroratus* fue una especie abundante en lluvias, lo cual puede atribuirse al aumento de su actividad reproductiva entre los meses de agosto y noviembre (Espinosa y Chávez 2005).

Para la abundancia relativa de los mamíferos voladores, la composición de la curva de intervalo-abundancia fue similar entre ambas épocas. Las especies *S. parvidens*, *A. lituratus*, *D. tolteca* y *D. rotundus* fueron las que presentaron mayor abundancia. Sin embargo, a nivel de paisaje, estas especies se reconocen como abundantes, porque soportan cambios causados por actividades humanas y son favorecidas en zonas alteradas por la presencia de ganado (Ceballos y Oliva 2005). Las especies del género *Artibeus* presentaron una mayor abundancia, lo cual puede indicar que en este tipo de hábitat encuentran alimento y refugio (Cruz-Lara et al. 2004). En contraste, *C. subrufa* a pesar de ser considerada una especie relativamente común, en el presente trabajo se encontró en menor abundancia, lo mismo que *C. mexicana* la cual se caracteriza por su poca abundancia, mientras que *U. bilobatum* es una especie con distribución restringida que enfrenta problemas de conservación, por la pérdida de su hábitat (Ceballos y Oliva 2005).

Las redes tuvieron mayor abundancia de quirópteros frugívoros cuya importancia principal es la dispersión de semillas de las especies cultivadas y silvestres (Valiente-Banuet et al. 1996). La diferencia en el éxito de captura de los murciélagos insectívoros y frugívoros está relacionada con las diferencias en el modo de vuelo y el uso de hábitat de las especies (Kalko 1998). Además del

efecto del tipo de muestreo en la detección de las especies voladoras (Pech-Canche et al. 2011). Para los mamíferos medianos y grandes, se obtuvo una alta cantidad de registros de *D. Virginiana*, debido a que los marsupiales son un componente importante en la fauna neotropical y ocupan el tercer lugar en abundancia después de los roedores y los quirópteros (Catzeflis et al. 1997), además de sus hábitos alimenticios generalistas que les permiten permanecer en zonas perturbadas (Cortés-Marcial y Briones-Salas 2014). La especie *L. pardalis* fue la que tuvo la menor cantidad de registros, probablemente a sus hábitos irregulares y crípticos, así como al efecto que ejercen otros depredadores en la zona (Moreno y Bustamante 2009). Aunque la abundancia de esta especie es baja en el norte del país y alta en el sur (Cuellar et al. 2006) y decrece con la disminución de la latitud, pero aumenta en zonas con alta precipitación (Di Bitetti et al. 2006). Al respecto Cortés-Marcial y Briones-Salas (2014) mencionan que la presencia de éste tipo de carnívoros sugiere un buen estado de conservación del hábitat; sin embargo, en San Gabriel Mixtepec factores como la cacería ilegal y la fragmentación del paisaje local por el cambio de uso de suelo, probablemente inciden de forma negativa sobre las poblaciones de felinos silvestres de la zona.

CONCLUSIONES

La mastofauna en el área de conservación privada, comprende un número considerable de especies silvestres a pesar de la pequeña extensión territorial. Hay especies en la zona que no fueron registradas, posiblemente por lo dirigido del estudio, por ejemplo, aquellas especies de hábitos arbóricolas, o aquellas que a pesar de ser registradas por el olor, como los zorrillos, no se consideraron. Un factor determinante fue la confluencia de dos eventos meteorológicos que influyeron en el muestreo. La riqueza de especies en este sitio es el producto de una combinación de elementos, afectados por una constante actividad humana. Aunque el uso de suelo en el municipio de San Gabriel Mixtepec no favorece las prácticas de protección de fauna

silvestre; la presencia de la zona de conservación privada, representa un espacio de protección donde es factible estudiar los procesos ecológicos de es-

pecies prioritarias en la región y realizar acciones que promuevan la conservación y aprovechamiento sustentable de la mastofauna.

LITERATURA CITADA

- Adler PB, Lauenroth WK (2003) The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecology Letters* 6: 749-756.
- Badii MH, Rodríguez CE, Lugo O, Aguilar J, Acuña M (2015) Pérdida de biodiversidad: Causas y efectos. *International Journal of Good Conscience* 10: 156-174.
- Botello F, Sarkar S, Sánchez-Cordero V (2015) Impact of habitat loss on distributions of terrestrial vertebrates in a high-biodiversity region in Mexico. *Biological Conservation* 184: 59-65.
- Briones-Salas M (2000) Lista anotada de los mamíferos de la región de La Cañada, en el valle de Tehuacán-Cuicatlán Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana. Nueva serie* 81: 83-103.
- Briones-Salas M, Cortés-Marcial M, Lavariega MC (2015) Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 685-710.
- Cao Y, Larsen DP, White D (2004) Estimating regional species richness using a limited number of survey units. *Ecoscience* 11: 23-35.
- Catzefflis FM, Richard-Hansen C, Fournier-Chambrillon, Lavergne A, Vié J (1997) Biométrie, reproduction et sympatrie chez *Didelphis marsupialis* et *D. albiventris* en Guyane Française (Didelphidae: Mammalia). *Mammalia* 61: 231-243.
- Ceballos G, Oliva G (2005) Los mamíferos silvestres de México. CONABIO - Fondo de Cultura Económica. México, DF. 986p.
- Cervantes FA, Riveros-Lara B (2012) Mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México. *Therya* 3: 311-325.
- Cinta-Magallón CC, Bonilla RCR, Alarcón I, Arroyo Cabrales J (2012) Dos nuevos registros de margay (*Leopardus wiedii*) en Oaxaca, México, con datos sobre hábitos alimentarios. *Cuadernos de Investigación UNED* 4: 33-40.
- Colwell RK (2009) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Software), version 8.2. <http://purl.oclc.org/estimates>. Fecha de consulta 4 de agosto de 2015.
- CONAGUA (2012) Servicio meteorológico nacional. Reporte Anual 2012. Comisión Nacional del Agua, México. DF. 55p.
- Cortés-Marcial M, Briones-Salas M (2014) Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 62: 1433-1448.
- Cortés-Marcial M, Martínez-Ayón YM, Briones-Salas M (2014) Diversity of large and medium mammals in Juchitan, Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *Animal Biodiversity and Conservation* 37: 1-12.
- Cruz-Lara LE, Lorenzo C, Soto L, Naranjo E, Ramírez-Marcial N (2004) Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana. Nueva serie* 20: 63-81.

- Cuellar E, Maffei L, Arispe R, Noss A (2006) Greffroy´s cats at the northern limit of their range: activity patterns and density estimates from camera trapping in Bolivian dry forests. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 41: 169-177.
- Diario Oficial Municipal (2010) Plan municipal de desarrollo. Gobierno Municipal de San Gabriel Mixtepec, San Gabriel Mixtepec, Oaxaca, México. 139p.
- Di Bitetti M, Paviolo A, De Angelo C (2006) Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology* 270: 153-163.
- Escalante T, Espinoza D, Morrone JJ (2002) Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana. Nueva serie* 87: 47-65.
- Espinosa LA, Chávez TC (2005) *Liomys irroratus*. Ratón espinoso. En: Ceballos G, Oliva G (coords.) Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica, México. pp: 628-629.
- Espinoza-Medinilla E, Martínez M (2010) Análisis morfológico y morfométrico de ratas arborícolas del género *Tylomys*. En: Cervantes F, Hortelano-Moncada Y, Vargas CY (eds.) 60 años de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM. Aportaciones al conocimiento y conservación de los mamíferos mexicanos. UNAM, México. pp: 43-54.
- Feisinger P (2001) Designing field studies for biodiversity conservation. The Nature Conservancy and Island Press, Washington, EE.UU. 236p.
- Galicia-Jiménez MM, Buenrostro SA, García-Grajales J (2014) Diversidad específica bacteriana en murciélagos de distintos gremios alimenticios en la Sierra Sur de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 62: 1673-1681.
- García E (1988) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Offset Larrios. México, DF. 221p.
- García-García JL, Santos-Moreno A (2008) Diversidad de cuatro ensamblajes de murciélagos en San Miguel Chimalapa, Oaxaca, México. En: Lorenzo C, Espinoza E, Ortega J (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. II. Asociación Mexicana de Mastozoología. México, DF. pp: 411-426.
- García-Grajales J, Buenrostro-Silva A (2014) Uso y características de las grietas de *Xenosaurus agrenon* (Reptilia: Xenosauridae) en el Rancho El Sagrado, Sierra Sur de Oaxaca, México. *Revista Quehacer Científico en Chiapas* 9: 47-51.
- Godínez-Navarro EG, del Río-Vélez AE, Covarrubias-Legaspi HO, López Velásquez R, Cortés Aguilar J (2008) Guía de mamíferos de Arcediano. Comisión Estatal del Agua, Jalisco, México. 156p.
- Grant GS, Craig P, Trail P (1997) Cyclone-induced shift in foraging behavior in flying foxes in America Samoa. *Biotropica* 29: 224-228.
- Hall ER (1981) The Mammals of North America. Vols. I, II. John Wiley and Sons. New York, EE.UU. 1180p.
- Hernández-Díaz M, Ramírez-Barajas PJ, Chávez C, Schmook B, S Calmé (2012) Presencia y abundancia relativa de carnívoros en una selva dañada por el huracán Dean (2007). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 790-801.
- Hernández-Flores SD, Rojas-Martínez AE (2010) Lista actualizada y estado de conservación de los mamíferos del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana. Nueva serie* 26: 563-58.

- Horvath A, Vidal-López R, Sarmiento-Aguilar R (2001) Mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5: 6-26.
- Hutcheson K (1970) A test for comparing biodiversity based on Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29: 151-154.
- 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.
- Kalko EKV (1998) Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology* 101: 281-297.
- Kunz TH, Kurta A (1988) Capture methods and holding devices. In: Nowak RW (ed.). *Walker's Bats of the World*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, EEUU. pp: 1-29.
- Lavariega M, Martín-Regalado N, Gómez-Ugalde RM, Aragón J (2016) Avifauna de la Sierra de Cuatro Venados, Oaxaca, México. *Huitzil*, *Revista Mexicana de Ornitología* 17: 198-214.
- Magurran AE (2004) *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. 215p.
- Medellín RA (1993) Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. En: Medellín RA, Ceballos G (Eds) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Vol. I. Asociación Mexicana de Mastozoología. México, DF. pp: 333-354
- Medellín RA, Arita HT, Sánchez O (2008) Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF. 79p.
- Monroy-Vilchis O, Zarco-González MM, Rodríguez-Soto C, Soria-Díaz L, Urios V (2011) Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical* 59: 373-383.
- Moreno CE (2001) *Métodos para medir la biodiversidad*. M & T-Manuales y tesis SEA, Zaragoza, España. 84p.
- Moreno R, Bustamante A (2009) Datos ecológicos del ocelote (*Leopardus pardalis*) en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá; utilizando el método de cámaras trampa. *Tecnociencia* 11: 91-102.
- Muench C, Martínez-Ramos M (2016) Can community-protected areas conserve biodiversity in human-modified tropical landscapes? The case of terrestrial mammals in southern Mexico. *Tropical Conservation Science* 9: 178-202.
- Palacios-Romo TM, Sánchez-Vázquez A, Contreras-Díaz RG, Pérez-Lustre M (2012) Inventario de mamíferos en sistemas cafetaleros de sombra en la cuenca baja del río Copalita en el estado de Oaxaca, México. *Therya* 3: 303-310.
- Palafox A, Gutiérrez TA (2013) Cambio climático y desarrollo turístico. Efecto de los huracanes en Cozumel, Quintana Roo y San Blas, Nayarit. *Investigación y Ciencia* 58: 36-46.
- Pavelka MS, Behie AM (2005) The effect of Hurricane Iris on the flood supply of black howlers (*Alouatta pigra*) in Southern Belize. *Biotropica* 37: 102-108.
- Pech-Canche JM, Estrella E, López Castillo DL, Hernández Betancourt SF, Moreno C (2011) Complementarity and efficiency of bat capture methods in a lowland tropical dry forest of Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 896-903.
- Pries AJ, Branch LC, Miller DL (2009) Impact of hurricanes on habitat occupancy and spatial distribution of beach mice. *Journal of Mammalogy* 90: 841-850.

- Quintana DLE, Carmona AM, PLeese T, David-Ruales CA, Monsalves BS (2016) Análisis de la biodiversidad de fauna vertebrada en una finca de Caldas, Antioquia. *Revista de Medicina Veterinaria* 32: 53-65.
- Ramírez-Pulido J, González-Ruiz N, Gardner AL, Arroyo Cabrales J (2014) List of recent land mammals of Mexico, 2014. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University* 63: 1-69.
- Sánchez-Cordero V, Botello F, Flores-Martínez J, Gómez-Rodríguez R, Guevara L, Gutiérrez-Granados G, et al. (2015) Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85 Supl.: S496-S504.
- Santos-Moreno A (2014) Los mamíferos del estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época* 4: 18-32.
- Santos-Moreno A, Ruiz-Velázquez E (2011) Diversidad de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca, México. *Therya* 2: 155-168.
- Sosa-Escalante JE (2016) Restauración ecológica y la protección de los mamíferos en México. *Therya* 7: 213-214.
- Torres-Colín R (2004) Tipos de vegetación. En: García-Mendoza AJ, Ordoñez MJ, Briones-Salas M (Eds.) *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México. pp: 105-115.
- Torres-Lima P, Rodríguez-Sánchez L (2006) Dinámica agroambiental en áreas periurbanas de México. Los casos de Guadalajara y Distrito Federal. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* 60: 62-86.
- TØttrup AP, Jensen FP, Christensen KD (2005) The avifauna of two woodlands in Southeast Tanzania. *Scopus* 25: 2-36.
- Utrera A, Duno G, Ellis B, Salas R, Manzione N, Fulhorst C, et al. (2000) Small mammals in agricultural areas of the western Llanos of Venezuela: Community structure, habitat associations, and relative densities. *Journal of Mammalogy* 81: 536-548.
- Valiente-Banuet A, Arizmendi MC, Rojas-Martínez A, Domínguez Canseco L (1996) Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12: 103-119.
- Waide RB (1991) Summary of the response of animal populations to hurricanes in the Caribbean. *Biotropica* 23: 508-512.