

Riqueza de especies y gremios tróficos de mamíferos carnívoros en una selva alta del sureste de México

Gabriela Pérez-Irineo¹ y Antonio Santos-Moreno^{1*}

Abstract

The region of Los Chimalapas, in the southeastern Mexico has a high biodiversity, but it faces problems of habitat loss, primarily by livestock and agricultural activities. A group that can provide data on these changes is that of the mammals of the order Carnivora, because its members have a variety of size classes, trophic guild or ecological function and respond differently to changes in habitat. This study characterizes the species richness and composition of trophic guilds of the assemblage of the order Carnivora, 29 trapping stations with phototrap were established within the rainforest, from March 2011 to June 2013. There was a collection effort of 8,529 days-trap and it were obtained 543 photographic records of 10 species of the order Carnivora, as well as two additional species recorded by direct observation, so the assemblage was composed of 12 species. Trophic guilds were five: carnivore (5 species), omnivore (4), insectivore (1), frugivorous (1), and the consumer aquatic species (1). The assemblage consist of two species of large size predators, three mesopredators, one species that is considered indicative of good water quality (*Lontra longicaudis*), and three generalist species (*Urocyon cinereoargenteus*, *Puma yagouaroundi*, and *Procyon lotor*), that prefer open areas and that are adapted to zones with disturbance, but with low abundance in the area. Also, 66% of species are in any risk category according to Mexican laws, confirming the importance of the Los Chimalapas for the conservation of Carnivora.

Keywords: Camera-trap, Chimalapas, conservation, Oaxaca.

Resumen

La región de Los Chimalapas, en el sureste de México presenta una biodiversidad alta, pero enfrenta problemas de pérdida de hábitat, principalmente por actividades agrícolas y ganaderas. Un grupo que puede proporcionar datos de estos cambios es el de los mamíferos del orden Carnivora, ya que sus integrantes presentan una considerable diversidad respecto de su tamaño, gremio trófico o función ecológica y responden de forma distinta ante los cambios en el hábitat. Este estudio caracteriza la riqueza de especies y composición de gremios tróficos del ensamblaje del orden Carnivora por

¹Laboratorio de Ecología Animal. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 71230, México. E-mail: gabyirineo@yahoo.com.mx (GPI), asantosm90@hotmail.com (AS-M)

*Corresponding author

lo que se establecieron 29 estaciones con fototampas dentro de la selva alta, desde marzo de 2011 hasta junio de 2013. Se realizó un esfuerzo de 8,529 días-trampa y se obtuvieron 543 registros fotográficos de 10 especies del orden Carnivora, dos más fueron observadas por lo que el ensamblaje estuvo compuesto de 12 especies. Se registraron cinco gremios tróficos: carnívoro (5 especies), omnívoro (4), insectívoro (1), frugívoro (1) y el de consumo de especies acuáticas (1). El ensamblaje está integrado por dos especies de depredadores de talla grande, tres mesodepredadores, una especie que es considerada indicadora de buena calidad de agua (*Lontra longicaudis*) y tres especies de hábitos generalistas, que prefieren áreas abiertas y que se adaptan a zonas con perturbación (*Urocyon cinereoargenteus*, *Puma yagouaroundi* y *Procyon lotor*), pero con una baja abundancia en la zona. El 66% de las especies se encuentra en alguna categoría de riesgo según la legislación mexicana, confirmando la importancia de Los Chimalapas para la conservación de los Carnivora.

Palabras clave: Cámaras-trampa, Chimalapas, conservación, Oaxaca.

Introducción

La constante disminución de los bosques tropicales y el cambio en las condiciones ambientales pueden provocar también cambios en la estructura y composición de las comunidades animales (Morin 2011). Un grupo que puede ser útil para el monitoreo de estas modificaciones a largo plazo son los mamíferos del orden Carnivora que presentan una amplia diversidad ecológica, morfológica y conductual (Gittleman *et al.* 2001): se les encuentra en bosques, matorrales, pastizales abiertos o vegetación acuática; dietas especializadas carnívoras, insectívoras, frugívoras/folívoras, piscívoras y omnívoras; de hábitos terrestres, arborícolas y acuáticos; con una variedad de tallas y pesos corporales que van desde 3 hasta 800 kg (Gittleman *et al.* 2001).

Algunas de estas especies son reconocidas como determinantes de la estructuración de las comunidades como depredadores, centrándose en el control de las poblaciones presa (Gittleman y Gompper 2005), o como competidores, afectando la dinámica de especies dentro y fuera del Orden (Steneck 2005; Elmhagen *et al.* 2010). Se ha documentado que la presencia y abundancia del depredador de alto nivel afecta la dieta de carroñeros (Wilmers *et al.* 2003) o herbívoros (McShea 2005) y su remoción puede conducir a la sobreabundancia de algunas especies y la disminución de otras, generando cambios estructurales en los ecosistemas terrestres (Gittleman y Gompper 2005; McShea 2005; pero ver Wright *et al.* 1994)

Una manera simple de evaluar los cambios en el hábitat es a través de la riqueza de especies (Magurran 1988; Morin 2011). Otra característica que también puede reflejar estos cambios es la diversidad de gremios tróficos, donde un gremio está conformado por especies que hacen uso del mismo recurso de una manera similar (Simberloff y Dayan 1991), como el alimenticio. El estudio de ambas características es una manera de describir la estructura de las comunidades, pero también proporciona información de la forma en que las especies hacen uso de los recursos, incluso a través del tiempo (Pianka 1980; Van Valkenburgh 1988). En ocasiones es preferible enfocarse en gremios en lugar de grupos taxonómicos donde hay diferentes especies con papeles ecológicos no relacionados (Simberloff y Dayan 1991), como en el caso de los Carnivora, que presentan

una diversidad morfológica y ecológica. Se ha documentado que la diversidad de los gremios es un indicativo de la diversidad de la comunidad, por lo que es útil para realizar comparaciones entre diversas regiones (Pianka 1980; Van Valkenburgh 1989; Dalerum *et al.* 2009).

Una región reconocida por su biodiversidad alta y por su buen estado de conservación es la conocida como Los Chimalapas, ubicado en el este del Estado de Oaxaca, en el sureste de México, incluye los municipios de Santa María Chimalapa y San Miguel Chimalapa y es parte de la Selva Zoque, junto con la Selva del Ocote y la Sepultura en Chiapas. Esta región abarca casi 600 mil hectáreas de las cuales el 64% están cubiertas por selva alta y mediana (Morales Salas *et al.* 2001; Martínez-Pacheco 2013). Están presentes 41 especies de mamíferos terrestres de talla media y grande, que representan el 54% de riqueza a nivel nacional de este grupo, y de éstas, 20 pertenecen al orden Carnívora (66% de la riqueza nacional, Olguín Monroy *et al.* 2008; Galindo-Leal y Lira Torres 2012).

A pesar de su biodiversidad, Los Chimalapas enfrentan problemas graves de conservación como la extracción no regulada de recursos como la madera y fauna, pero sobre todo, cambios en el uso de suelo. Esta pérdida de vegetación ha sido causada por la expansión de las actividades ganadera y agrícola (Navarro-Sigüenza *et al.* 2008). La región norte de Los Chimalapas colinda con la selva del Uxpanapa, Veracruz, con una historia de deforestación de varias décadas, en donde la pérdida de la selva está calculada en un 80% (Arriaga Cabrera *et al.* 2000), por lo que este cambio de uso de suelo puede afectar negativamente y de forma significativa la estructura de las comunidades aledañas. Aunque para la zona de Los Chimalapas la deforestación aún es considerada baja (0.3%, INECC 2011), la tasa de pérdida anual de selva alta es de 1.9 % (Martínez-Pacheco 2012), por lo que es conveniente continuar con los inventarios de fauna en diferentes regiones aún no exploradas de esta área extensa, como la Sierra de Tres Picos, la Sierra Atravesada o la Sierra del Espinazo del Diablo (Navarro-Sigüenza *et al.* 2008). Por ello, este estudio se enfoca a la riqueza de especies y de gremios tróficos de los Carnívora en una selva alta del norte de Los Chimalapas y evaluar su estado de conservación a partir de las características biológicas y ecológicas de estas especies.

Material y Métodos

Área de estudio. Se ubica en la región norte de Los Chimalapas, en la comunidad de San Antonio Nuevo Paraíso (17.1536° N, -94.3537° W), municipio de Santa María Chimalapa, distrito de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, México (Fig. 1). El clima en la región es cálido húmedo, con una temperatura media anual que fluctúa entre los 22 y 26°C y una precipitación que va de 2,000 a 2,500 mm (Trejo 2004). La comunidad está constituida por menos de 140 habitantes. El tipo de vegetación es selva alta con algunas áreas de selva mediana. Los estratos arbóreos de estos tipos de vegetación están constituidos por especies de los géneros *Bursera*, *Cordia*, *Dialium*, *Elaeagia*, *Guatteria* y *Ficus*, entre otras. Otros elementos importantes son la presencia de palmas de los géneros *Astrocaryum*, *Desmoncus* y *Chamaedorea*, bejucos del género *Discorea*, así como una amplia diversidad de epifitas y helechos. La zona está inmersa en la región norte de La Sierra de Tres picos, con elevaciones que van desde 800 m hasta los 1,200

m en la zona de estudio pero al interior de Los Chimalapas van de los 500 hasta 2,550, por lo que la relieve topográfica no es plana (Salas Morales *et al.* 2001).

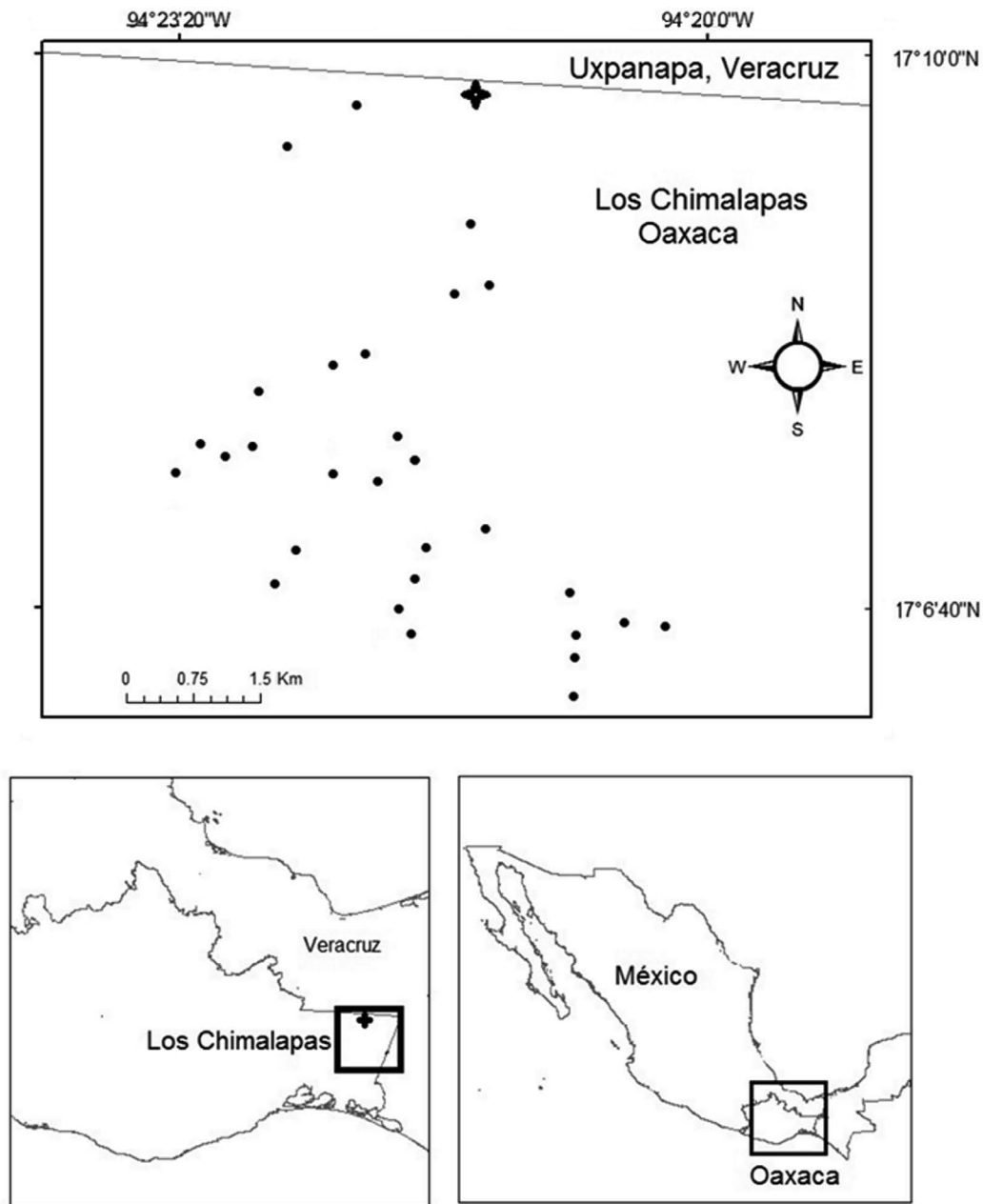


Figura 1. Zona de muestreo en Santa María Chimalapa, Oaxaca, México. Los puntos indican la ubicación de las trampas y la cruz el del pueblo más cercano.

Muestreo en campo. El estudio se realizó de marzo de 2011 a junio del 2013 y se utilizó el método de trampas-cámara para el registro de especies. Se colocaron 29 trampas dentro de la selva, 22 con una sola trampa, y 7 con trampas dobles escogidas al azar. El modelo inicial utilizado fue Wildgame modelo digital game scouting camera IR4 de 4 MP, y las trampas descompuestas fueron sustituidas con los modelos ScoutGuard SG550/SG550V, de 5 MP y Bushnell Trophy Cam, de 5 MP. Las trampas fueron colocadas de manera permanente en zonas aledañas a potreros y ríos, sobre senderos y bordes de los cerros, todas en el interior de la selva, sin atrayentes y a una altura alrededor de los 30

cm. La distancia entre trampas osciló entre 0.5 y 1.5 km, cubriendo un área de 22 km², formada por la ubicación externa de las trampas (Figura 1). Cada trampa permaneció activa las 24 horas del día, con un intervalo mínimo de retraso entre fotografías de 0.3 y 1 minuto.

Para la identificación de las especies fotografiadas se consultó literatura especializada (Reid 1997). Sólo para complementar el inventario y la riqueza de gremios, se tomaron en cuenta los registros de observaciones directas y registros indirectos recolectados durante los recorridos de revisión de las trampas-cámara; en los demás análisis se utilizaron sólo los datos obtenidos del fototrampeo. La identificación de rastros se llevó a cabo mediante guías de identificación (Aranda Sánchez 2012). En el caso de las huellas, se les tomó un registro fotográfico y, para aquellas que se observaron bien preservadas, se obtuvo un molde de yeso dental. Los moldes y los registros fotográficos se depositaron en la Colección de Referencia de Mamíferos, Laboratorio de Ecología Animal del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional (ECOAN-MAM). La nomenclatura y clasificación de las especies se realizó de acuerdo a Wilson y Mittermeier (2009).

Análisis de datos. El esfuerzo de colecta se expresó como el número de trampas colocadas multiplicado por el total de días que estuvieron activas (trampas * día). El éxito de captura se calculó con el número total de capturas entre el esfuerzo de colecta multiplicado por 100, para ser expresado como porcentaje. La riqueza específica se determinó como el número total de especies registradas, independientemente del método por el que se obtuvo. Para evaluar qué tan completo estuvo la estimación de la riqueza de especies obtenida por las trampas cámara se evaluaron dos modelos asintóticos de acumulación de especies (Clench y Dependencia Lineal) y el más adecuado se eligió con el criterio de Máxima Verosimilitud con el programa *Species Accumulation* (Díaz-Francés y Soberón 2005). Para ello, se construyeron curvas de acumulación partir de una matriz de presencia-ausencia de especies a partir de muestras (Gotelli y Collwel 2001), en este caso a través de esfuerzo acumulado expresado en días-trampa. Para disminuir el sesgo del orden de entrada de datos, la matriz se aleatorizó 100 veces bajo el programa *StimateS* versión 9.0.0 (Colwell 2013).

Con base en la revisión de los Carnívora que hacen Wilson y Mittermeier (2009), cada especie registrada se clasificó en diferentes gremios tróficos de acuerdo a la categoría alimenticia más frecuentemente consumida y se cuantificó la riqueza de cada uno de ellos dentro del ensamblaje. En la clasificación de los gremios sólo se consideraron aspectos generales debido a que hay variaciones en el tipo de alimento y en la proporción de consumo a lo largo de la distribución de algunas especies, mientras que para otras no hay datos específicos de la amplitud, preferencia o categorías de consumo en la dieta. Para establecer las categorías se tomó la propuesta por Van Valkenburgh (1989) y Dalerum *et al.* (2009), pero con adecuaciones: carnívoros, que consumen principalmente vertebrados terrestres vivos; frugívoros, que consumen principalmente frutos; omnívoros, que no tienden a consumir un tipo alimenticio específico; insectívoro, que consumen insectos y otros invertebrados terrestres, o carroñeros, que consume restos de animales muertos, pero pueden incluir otros tipos de alimentos. Para evaluar la eficiencia de las trampas en el registro de cada especie se calculó el Tiempo de Latencia para la

Primera Detección (LTD, por sus siglas en inglés) expresado como el esfuerzo de colecta desplegado (días-trampa) antes de obtener el primer registro (Gompper *et al.* 2006).

Resultados

El esfuerzo de muestreo fue de 8,529 días-trampas y se obtuvieron 543 registros fotográficos, que corresponden a un éxito de captura de 6.2%. Se registró un total de 12 especies del orden Carnivora, representantes de 5 familias. Los resultados de los modelos de acumulación de especies indican que el mejor modelo fue el de Clench (19,799 veces más probable que el de Dependencia Lineal), con una estimación de 10.17 especies (parámetros del modelo de Clench: $a = 11.92$ y $b = 1.172$, Fig. 3).

Dos de las 12 especies registradas, la nutria de río *Lontra longicaudis* y la martucha, *Potos flavus*, sólo fueron observadas (Tabla 1). Las especies fotografiadas fueron el mustélido *Eira barbara* (viejo de monte), el meffido *Conepatus semistriatus* (zorrillo), los felinos *Leopardus pardalis* (ocelote), *L. wiedii* (tigrillo), *Panthera onca* (jaguar), *Puma concolor* (puma) y *P. yagouaroundi* (yaguarundi), los prociónidos *Nasua narica* (tejón), *Procyon lotor* (mapache), y finalmente, el cánido *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris). Adicionalmente se registraron 14 especies de mamíferos de talla mediana y grande que no pertenecen a este orden. Para cuatro especies de Carnivora el LTD fue bajo (menor a 100 días-trampa) y para tres fue mayor 1,600 días-trampa (Fig. 2).

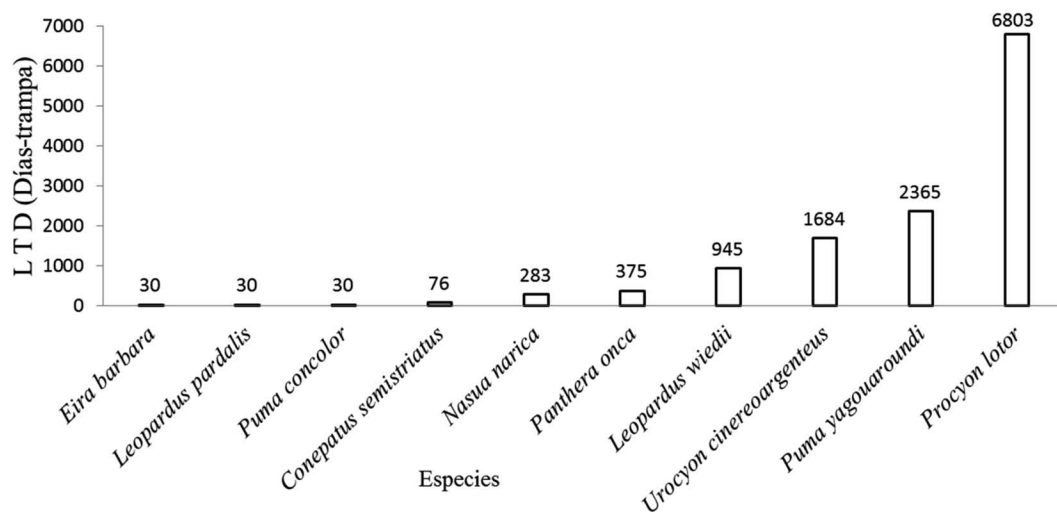


Figura 2. Tiempo de Latencia para la Primera Detección (LTD, expresado en días-trampa) de las especies del orden Carnivora registradas por trampa-cámaras en la selva alta de Santa María Chimalapa, Oaxaca, México.

Se registraron cinco gremios tróficos del ensamblaje Carnivora. El gremio carnívoro fue el que registró más especies, con cinco, seguido del omnívoro con cuatro y sólo una especie para los gremio insectívoro (*C. semistriatus*), frugívoro (*P. flavus*) y una especie cuyo principal alimento son los vertebrados e invertebrados acuáticos (*L. longicaudis*), por lo que fue considerado como otro gremio (Tabla 1). De las 12 especies registradas, ocho (66%) se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Noma Mexicana (SEMARNAT 2010): cuatro están en Peligro de Extinción (*L. pardalis*, *L. wiedii*, *P. onca* y *E. barbara*), dos se encuentran Amenazadas (*P. yagouaroundi* y *L. longicaudis*) y dos más en Protección Especial (*C. semistriatus* y *P. flavus*; Tabla 1).

Discusión

La composición del ensamblaje del grupo Carnivora estuvo constituida por 12 especies, con un éxito de colecta del 6%, en donde el 50% de ellas (seis especies) se obtuvieron con menos de 400 días-trampa, y el 83% (10) con casi 6,800 días-trampa. Este valor de esfuerzo es similar a lo registrado en otros estudios con alrededor de 1,000 días-trampa para registrar a la mayoría de especies (Kelly y Holub 2008) o hasta 2,340 días-trampa para alcanzar el 86% (Tobler *et al.* 2008). El éxito de captura y el esfuerzo requerido para registrar una proporción alta de la riqueza de especies están relacionados con las características de las especies y del ambiente (Kelly y Holub 2008), en este caso algunos de los Carnivora son especies raras y elusivas por naturaleza, mientras que otras son de tamaño corporal grande pero con abundancia baja, por lo que en comparación con otros grupos taxonómicos presentan un número de registro bajo (Tobler *et al.* 2008).

Tabla 1. Riqueza de especies, gremios tróficos y estado de conservación de las especies del orden Carnivora presentes en la selva alta en Santa María Chimalapa, México. El estado de conservación fue de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

F=fototrampeo, H=huellas, Ob=observación, I=insectívoro, O=omnívoro, C=carnívoro, A=vertebrados e invertebrados acuáticos, F=frugívoro.

Familia	Especie	Nombre común	Método de registro	Gremio trófico	Estado de conservación
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	zorrito	F	I	Protección especial
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	viejo de monte	F	O	Peligro de extinción
Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote	F, H	C	Peligro de extinción
Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	tigrillo	F	C	Peligro de extinción
Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	nutria de río	Ob	A	Amenazada
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	tejón	F, Ob	O	
Felidae	<i>Panthera onca</i>	jaguar	F, H	C	Peligro de extinción
Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	martucha	Ob	F	Protección especial
Felidae	<i>Puma concolor</i>	puma	F	C	
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	jaguarundi	F	C	Amenazada
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorra gris	F, Ob	O	
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	mapache	F	O	

El método utilizado en este estudio estuvo dirigido hacia especies que pasan al menos un cierto tiempo a nivel del sotobosque, por lo que no se registraron aquellas de hábitos arborícolas o acuáticos. Por ejemplo, el registro de *P. flavus*, especie arborícola y de *L. longicaudis*, especie semiacuática, fue sólo a través de observaciones y aunque las trampas permanecieron dos años en campo, activas las 24 horas del día, no se obtuvo ningún registro fotográfico de ellas. Otras especies como *Galictis vittata* (el grisón), quizá no se registró debido a su talla corporal pequeña, ya que este tipo de especies suelen no ser registradas por este método (Tobler *et al.* 2008), además de que frecuente zonas cercanas a ríos, arroyos y humedales (Yensen y Tarifa 2003).

Las 12 especies de Carnivora en la zona equivalen al 36 % de la riqueza del grupo a nivel nacional, al 55% en todo el estado de Oaxaca y al 60% presentes en la Selva Zoque (Olguín Monroy *et al.* 2008; Galindo-Leal y Lira Torres 2012). Esta riqueza fue mayor o similar a otras regiones con hábitat similar dentro del Estado, de entre cuatro a 12 especies en Tuxtepec y la Chinantla Baja (Alfaro *et al.* 2006; Pérez-Irineo y Santos-Moreno 2010). Comparado con otras selvas altas y medianas del sureste de México,

la riqueza es similar e incluso más alta a lo registrado en otras selvas protegidas, como la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, con 13 especies (Pozo de la Tijera y Escobedo Cabrera 1999), o en Laguna Bélgica, Chiapas con 5 (Riechers Pérez 2004), pero está por debajo de otras como la Selva Lacandona, con 15 especies (March y Aranda 1992), El Triunfo, con 14 (Espinoza Medinilla *et al.* 1998) y La Sepultura, con 17 especies (Espinoza Medinilla *et al.* 2004), todas en el estado de Chiapas. Esta última presenta conexión física con Los Chimalapas.

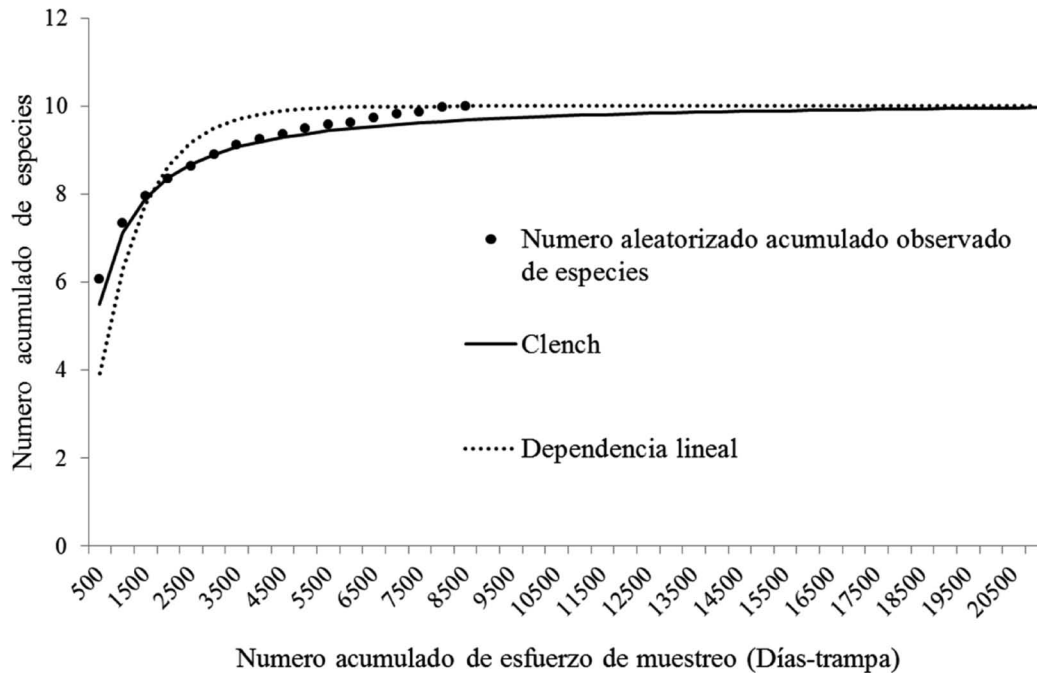


Figura 3. Curva de acumulación de especies del orden Carnivora en Los Chimalapas, Oaxaca, México. Las estimaciones de los modelos de Dependencia Lineal y de Clench han sido extrapoladas a un esfuerzo mayor al realizado para ilustrar mejor sus tendencias.

El fototrampeo permitió registrar el 98.3% de las especies que se estima están presentes en el área según el modelo de acumulación de especies de Clench. El inventario previo en la Selva Zoque indica la presencia de 20 especies (Galindo-Leal y Lira Torres 2012), pero debido a que fue realizado en diversos tipos de hábitat, algunas de las especies que no son típicas de selva alta, como los zorrillos *Spilogale pygmaea* y *S. gracilis* propios de selva baja, matorrales xerófilo o bosque espinoso (Medellín *et al.* 1998; Verts *et al.* 2001), no se esperaban en este estudio, conducido en selva alta. Dado que se registró la mayoría de especies nativas de selvas alta y mediana, con excepción de *Bassariscus sumichrasti* (cacomixtle), se considera que ésta es la especie que falta en el muestreo, ya que es una de las registradas como típicas de selvas y cuya distribución se restringe a este tipo hábitat (Kays 2009).

El ensamblaje de los Carnivora integrada por cinco gremios, dos de ellos, el carnívoro con cinco especies y el omnívoro con cuatro, fueron los que presentaron más especies. En el caso del gremio frugívoro, con solo una especie, quizá no se registró en mayor cantidad debido a que las especies que integran el gremio son principalmente arborícolas, como *B. sumichrasti*, por lo que su registro es difícil. No se registró ninguna especie para el gremio carroñero, aunque *E. barbara* incluye carroña en su dieta, su principal alimento se concentra en frutos y vertebrados (Presley 2000), por lo que se incluyó dentro de los omnívoros. Este patrón de diversidad de gremio concuerda con

lo observado para los Carnívora: mayor diversidad para el gremio carnívoro y omnívoro, con dos a seis especies (Van Valkenburgh 1989; Zapata *et al.* 2008) y menos abundante para los gremios herbívoro, frugívoro e insectívoro, con uno o tres especies (Zapata *et al.* 2008; Dalerum *et al.* 2009). La abundancia del gremio carnívoro en Los Chimalapas puede estar asociada a un ambiente diverso en términos de presas, ya que la riqueza más alta del gremio carnívoro se asocia a zonas diversas que exhiben niveles altos de biomasa de herbívoros (Van Valkenburgh 1989; Zapata *et al.* 2008).

La composición del ensamblaje está integrado por dos depredadores de talla grande considerados como depredadores tope dentro de los ecosistemas, *P. onca* y *P. concolor* y tres especies de depredadores de talla media o mesodepredadores, *L. wiedii*, *L. pardalis* y *P. yagouaroundi*. Cabe destacar que aunque estas especies se colocaron dentro de un mismo gremio, como carnívoros, cada especie utiliza diferentes recursos, por ejemplo, *L. wiedii* consume presas de tamaño pequeño principalmente arborícolas (<100 g) mientras que *L. pardalis* consume las de sotobosque, de tamaño pequeño pero también incluye de hasta 10 kg (de Oliveira 1998; de Oliveira *et al.* 2010). La presencia y la co-existencia de estos depredadores depende de una base adecuada de presas de distintos tamaños (López-González y Miller 2002; Silva-Pereira *et al.* 2011). Información preliminar sobre la abundancia de estos depredadores indica que es similar a lo documentado en otras zonas conservadas (Pérez-Irineo y Santos Moreno sometido). Otras especies registradas en Los Chimalapas tienen hábitos conductuales y alimenticios específicos y fuertemente asociados con los recursos de la selva, como *P. flavus*, cuyo alimento principal son los frutos de los árboles tropicales, y *L. longicaudis* cuyo forrajeo se concentra en los ríos de la zona, su presencia y abundancia depende de la calidad del agua, ya que su dieta está constituida por especies sensibles a la contaminación (Gallo 1997; Casariego *et al.* 2008; pero ver Monroy-Vilchis *et al.* 2009). Otras especies que toleran ambientes perturbados, como *C. semistriatus* que se alimenta de insectos y *E. barbara*, un omnívoro oportunista, pero con una dieta con un porcentaje alto de frutos y pequeños vertebrados arborícolas (Presley 2000), también dependen de los recursos de la selva y de áreas con cobertura vegetal densa.

Otro elemento que indica que el ensamblaje de Carnívora en Los Chimalapas se encuentra en buenas condiciones de conservación es que las especies de hábitos generalistas, que prefieren áreas abiertas y que se adaptan a zonas con perturbación como *U. cinereoargenteus*, *P. yagouaroundi* y *P. lotor* (Valenzuela Galván 2005; Servín y Chacón 2005; Aranda 2005), presentaron valores de LTD altos en comparación de otras especies, con 1,684, 2,365 y 6,803 trampas-día, respectivamente, por lo que pueden ser consideradas como raras. Aunque estas especies aún son escasas en la zona, de continuar la transformación de la selva hacia potreros o zonas agrícolas, quizá su presencia aumente en el área de Los Chimalapas. En otras regiones donde la selva ha perdido una parte significativa de su cobertura original, algunas especies de hábitos generalistas se han dispersado hacia zonas donde no se había registrado su presencia, como en el caso de *Canis latrans* (coyote) en el sureste de México y Centroamérica (Hidalgo-Mihart *et al.* 2004; 2013).

Este estudio confirma que la región de Los Chimalapas presenta una comunidad de mamíferos carnívoros en buen estado de conservación y de considerable diversidad en su composición de especies y del uso que hacen de sus recursos alimenticios. La

riqueza de especies en la región es similar a la de otras áreas protegidas, cuenta con más del 50% de la riqueza de carnívoros de Oaxaca y más del 30% para México. Adicionalmente, el 66% de las especies se encuentra en alguna categoría de riesgo. Algunas especies se verán más afectadas si se incrementan los cambios en el hábitat, como las que dependen de hábitat bien conservados, o las especies clave, como los depredadores de tallas grandes o los mesodepredadores, por lo que es adecuada la conservación de la zona como un refugio de mamíferos carnívoros.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la comunidad de San Antonio Nuevo Paraíso, al CONACYT, al IPN (apoyos SIP20110395, SIP-20120962 y SIP-20110395 a A. Santos-Moreno), a IDEAWILD y las personas que colaboraron en el trabajo de campo, por los apoyos otorgados en la realización de este trabajo.

Literatura citada

- ALFARO, A. M., J. L. GARCÍA-GARCÍA, Y A. SANTOS-MORENO. 2006. Mamíferos de los municipios Santiago Jocotepec y Ayotzintepec, Chinantla Baja, Oaxaca. *Naturaleza y Desarrollo* 4:19-23.
- ARANDA SÁNCHEZ, M. J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, A. C. Ciudad de México, México.
- ARANDA, M. 2005. *Herpailurus yagouaroundi*. Pp. 358-359 in Los mamíferos silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de la Cultura Económica, Ciudad de México, México.
- ARRIAGA CABRERA, L., J. M. ESPINOZA, C. AGUILAR, E. MARTÍNEZ, L. GÓMEZ, Y E. LOA (eds.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CASARIEGO, M. A., R. LIST, Y G. CEBALLOS. 2008. Tamaño poblacional y alimentación de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) en la costa de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 24:179-199.
- COLWELL, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. URL permanente <url.oclc.org/estimates>
- DALERUM, F., E. Z. CAMERON, K. KUNKEL, Y M. J. SOMERS. 2009. Diversity and depletions in continental carnivore guilds: implications for prioritizing global carnivore conservation. *Biology Letters* 5:35-38.
- DE OLIVEIRA, T. G. 1998. *Leopardus wiedii*. *Mammalian Species* 579:1-6.
- DE OLIVEIRA, T. G., M. A. TORTATO, L. SILVEIRA, C. B. KASPER, F. D. MAZIM, M. LUCHERINI, A. T. JÁCOMO, J. B. SOARES, R. V. MARQUEZ, Y M. SUNQUIST. 2010. Ocelot ecology and its effect on the small-felid guild in the lowland neotropics. Pp. 559-596 in *Biology and conservation of wild felids* (Macdonald, D. W., y A. J. Loveridge, eds.). Oxford University. Nueva York, EE.UU.
- DÍAZ-FRANCÉS, E., Y J. SOBERÓN. 2005. Statistical estimation and model selection of species-accumulation functions. *Conservation Biology* 19:569-573.
- ELMHAGEN, B., G. LUDWIG, S. P. RUSHTON, P. HELLE, Y H. LINDÉN. 2010. Top predators,

- mesopredators and their prey: interference ecosystems along bioclimatic productivity gradients. *Journal of Animal Ecology* 79:785-794.
- ESPINOZA MEDINILLA, E., A. ANZURES DADDA, Y E. CRUZ ALDAN.** 1998. Mamíferos de la reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 3:79-94.
- ESPINOZA MEDINILLA, E., E. CRUZ, I. LIRA, Y I. SÁNCHEZ.** 2004. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera "La Sepultura", Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* 52:249-259.
- FERGUSON, S. H., Y S. LARIVIÈRE.** 2002. Can comparing life histories help conserve carnivores? *Animal Conservation* 5:1-12.
- GALINDO-LEAL, C., Y I. LIRA TORRES.** 2012. Los mamíferos de la Selva Zoque: riqueza. Pp. 209-219 in *Una mirada desde el corazón de la jícara de oro. Experiencias de conservación en la Selva Zoque de los Chimalapas* (Ortega del Valle, D., T. Carranza López, y J. Martínez Pérez, eds.). Word Wildlife Fund Programa México. Oaxaca, México.
- GALLO, J. P.** 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens*, 1897. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 2:10-32.
- GITTLEMAN, J. L., Y M. E. GOMPPER.** 2005. The importance of carnivores for understanding patterns of biodiversity and extinction risk. Pp. 330-388 in *Ecology of predator-prey interactions* (Barbosa, P. y I. Castellanos, eds.). Oxford University Press, Nueva York, EE.UU.
- GITTLEMAN, J. L., S. M. FUNK, D. W. MACDONALD, Y R. K. WAYNE.** 2001. Why "carnivore conservation"? Pp. 1-8 in *Carnivore conservation* (Gittleman, J. L., S. M. Funk, D. W. Macdonald, y R. K. Wayne, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- GOMPPER, M. E., R. W. KAYS, J. C. RAY, S. D. LAPINT, D. A. BOGAN, Y J. R. CRYAN.** 2006. A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in Northeastern North America. *Wildlife Society Bulletin* 34:1142-1151.
- GOTELLI, N. J., Y R. K. COLLWEL.** 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.
- HERNÁNDEZ-DÍAZ, M., P. J. RAMÍREZ-BARAJAS, C. CHÁVEZ, B. SCHMOOK, Y 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.
- HIDALGO-MIHART, M. G., L. CANTÚ-SALAZAR, A. GONZÁLEZ-ROMERO, Y C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ.** 2004. Historical and present distribution of coyote (*Canis latrans*) in Mexico and Central America. *Journal of Biogeography* 31:2025-2038.
- HIDALGO-MIHART, M. G., F. M. CONTRERAS-MORENO, L. A. PÉREZ-SOLANO, Y C. HERNÁNDEZ-LARA.** 2013. Primeros registros de coyote (*Canis latrans*) en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:1012-1017.
- INECC.** 2011. Índice de riesgo de deforestación. <http://www.inecc.gob.mx/irdef-mapas> Fecha de consulta: 31 de octubre de 2013.
- KAYS, R.** 2009. Family Procyonidae (raccoons). Pp. 504-523 in *Handbook of the mammals of the world. Carnivores*. Lynx editions, Barcelona, España.
- KELLY, M. J., Y E. L. HOLUB.** 2008. Camera trapping of carnivores: trap success among camera types and across species, and habitat selection by species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia. *Northeastern Naturalist* 15:249-262.

- LÓPEZ-GONZÁLEZ C. A., y B. J. MILLER.** 2002. Do jaguars (*Panthera onca*) depend on large prey? *Western North American Naturalist* 62:218-222.
- McSHEA, W. J.** 2005. Forest ecosystems without carnivores: when ungulates rule the world. Pp. 138-153 in *Large carnivores and the conservation of biodiversity* (Ray, J. C., K. H. Redford, R. S. Steneck, y J. Berger, eds.). Island Press, Washington, EE.UU.
- MAGURRAN, A. E.** 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. Nueva Jersey, EE.UU.
- MARCH, I. J., y M. ARANDA.** 1992. Mamíferos de la Selva Lacandona, Chiapas. Pp. 201-220 in *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: investigaciones para su conservación* (Vásquez Sánchez, M. A., y M. A. Ramos Olmos, eds.). Publicaciones Especiales Ecosfera. Chiapas, México.
- MARTÍNEZ-PACHECO, A. I.** 2012. Monitoreo del cambio de uso de suelo en Los Chimalapas 2000-2003. Pp. 86-94 in *Una mirada desde el corazón de la jícara de oro. Experiencias de conservación en la Selva Zoque de Los Chimalapas* (Ortega del Valle D., T. Carranza López, y J. Martínez Pérez, eds.). WWF-México, Oaxaca, México.
- MEDELLÍN, R. A., G. CEBALLOS, y H. ZARZA.** 1998. *Spilogale pygmaea*. *Mammalian Species* 600:1-3.
- MORIN, P. J.** 2011. *Community Ecology*, segunda edición. Wiley-Blackwell. Nueva Jersey, EE.UU.
- MONROY-VILCHIS, O., y V. MUNDO.** 2009. Nicho trófico de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en un ambiente modificado, Temascaltepec, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:801-806.
- NAVARRO-SIGÜENZA, A. G., L. CANSECO MÁRQUEZ, y H. OLGUÍN MONROY.** 2008. Vertebrados terrestres de los Chimalapas: una prioridad de conservación. *Biodiversitas* 77:10-15.
- OLGUÍN MONROY, H. C., L. LEÓN PANIAGUA, U. MELO SAMPER-PALACIOS, y V. SÁNCHEZ-CORDERO.** 2008. Mastofauna de la región de Los Chimalapas, Oaxaca, México. Pp. 165-216 in *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- PÉREZ-IRINEO, G., y A. SANTOS-MORENO.** 2010. Diversidad de una comunidad de mamíferos carnívoros en una selva mediana del noreste de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 26:721-736.
- PÉREZ-IRINEO, G., y A. SANTOS-MORENO.** Sometido. Ecology of the ocelot (*Leopardus pardalis*, Carnivora: Felidae) in rainforests of southeast Mexico. *Revista de Biología Tropical*.
- PIANKA, E. R.** 1980. Guild structure in desert lizards. *Oikos* 35:194-201.
- POZO DE LA TIJERA, C., y J. E. ESCOBEDO CABRERA.** 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical* 47:251-262.
- PRESLEY, S. J.** 2000. *Eira barbara*. *Mammalian Species* 636:1-6.
- REID, F. A.** 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press. Nueva York, EE.UU.

- RIECHERS PÉREZ, A.** 2004. Análisis mastofaunístico de la zona sujeta a conservación ecológica Laguna Bélgica, Chiapas, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología* 75:363-382.
- SALAS MORALES, S. H., L. SCHIBLI, Y E. TORRES BAHENA.** 2001. La importancia ecológica y biológica. Pp. 29-41 in *Chimalapas. La última oportunidad* (Aparicio Cid, R, ed.). World Wildlife Fund Programa México y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Ciudad de México, México.
- SEMARNAT.** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.
- SERVIN, J., Y E. CHACÓN.** 2005. *Urocyon cinereoargenteus*. Pp. 354-355 in *Los mamíferos silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de la Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- SILVA PEREIRA, J. E., R. F. MORO-RIOS, D. R. BILSKI, Y F. C. PASSOS.** 2011. Diets of three sympatric Neotropical small cats: food niche overlap and interspecific differences in prey consumption. *Mammalian Biology* 76:308-312.
- SIMBERLOFF, D., Y T. DAYAN.** 1991. The guild concept and the ecological communities. *Annual Reviews Ecology and Systematics* 22:115-143.
- STENECK, R. S.** 2005. An ecological context for the role of large carnivores in conserving biodiversity. Pp. 9-33 in *Large carnivores and the conservation of biodiversity* (Ray, J. C., K. H. Redford, R. S. Steneck, y J. Berger, eds.). Island Press. Washington, EE.UU.
- SOBERÓN, J., Y J. B. LLORENTE.** 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488.
- TOBLER, M. W., S. E. CARRILLO-PERCASTEGUI, R. LEITE PITMAN, R. MARES, Y G. POWELL.** 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large-and medium-sized rainforest mammals. *Animal Conservation* 11:169-178.
- TREJO, I.** 2004. Clima. Pp. 67-85 in *Biodiversidad de Oaxaca* (García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez, y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- VALENZUELA GALVÁN, D.** 2005. *Procyon lotor*. Pp. 415-417 in *Los mamíferos silvestres de México* (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de la Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- VAN VALKENBURGH, B.** 1988. Trophic diversity in past and present guilds of large predatory mammals. *Paleobiology* 14:155-173.
- VAN VALKENBURGH, B.** 1989. Carnivore dental adaptations and diet: a study of trophic diversity within guilds. Pp. 410-436 in *Carnivore, behavior, ecology, and evolution* (Gittleman, J.L., ed.). Cornell University Press. Nueva York, EE.UU.
- VERTS, B. J., L. N. CARRAWAY, Y A. KINLAW.** 2001. *Spilogale gracilis*. *Mammalian Species* 674:1-10.

- WILMERS, C. C., R. L. CRABTREE, D. W. SMITH, K. M. MURPHY, Y W. M. GETZ.** 2003. Trophic facilitation by introduced top predators: grey wolf subsidies to scavengers in Yellowstone National Park. *Journal of Animal Ecology* 72:909-916.
- WILSON, D. E., Y R. A. MITTERMEIER.** 2009. Handbook of the mammals of the world. Volume 1. Carnivores. Lynx editions, Barcelona, España.
- WRIGHT, S. J., M. E. GOMPPER, Y B. DELEON.** 1994. Are large predators keystone species in Neotropical forests? The evidence from Barro Colorado Island. *Oikos* 71:279-294.
- YENSEN, E., Y T. TARIFA.** 2003. *Galictis vittata*. *Mammalian Species* 727:1-8.
- ZAPATA, S. C., A. TRAVAINI, M. DELIBES, Y R. MARTÍNEZ-PECK.** 2008. Identificación de morfogremios como aproximación al estudio de reparto de recursos en ensambles de carnívoros terrestres. *Mastozoología Neotropical* 15:85-101.

Sometido: 23 de agosto de 2013
Revisado: 27 de octubre de 2013
Aceptado: 13 de noviembre de 2013
Editor asociado: Jorge Servin
Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández