Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 778-784, 2012
DOI:10.7550/rmb.24850

Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México

Medium and large mammal diversity and reproductive data in the cloud forest, Biosphere Reserve of Sierra Manantlán, Jalisco-Colima, Mexico

Marcelo Aranda[1]✉, Francisco Botello[2] y Lorena López-de Buen[3]

[1]*Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Privada Nueva Tabachín 104, Colonia Tlaltenango, 62170 Cuernavaca, Morelos, México.*
[2]*Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria 04510 México, D. F., México.*
[3]*Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Veracruzana. Circunvalación y Yáñez s/n Col. Unidad Veracruzana 91710 Veracruz, Veracruz, México.*
✉ *jmaranda@conanp.gob.mx*

Resumen. El bosque mesófilo de montaña (BMM) es uno de los ecosistemas con menor extensión territorial y de los más amenazados en México. Este trabajo presenta datos sobre la riqueza, abundancia relativa, actividad y datos reproductivos de especies de mamíferos medianos y grandes en el BMM ubicado en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Entre febrero de 2008 y agosto de 2009, mediante la utilización de fototrampas, se obtuvieron 372 registros independientes que corresponden a 17 especies. Esta información respalda la elección adecuada de método y sitios de monitoreo. Los resultados indican que el ecosistema se encuentra en buen estado de conservación, lo que coincide con lo que en fecha reciente registró la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Es recomendable establecer acciones de monitoreo a mediano y largo plazo en múltiples sitios, para complementar la evaluación que se ha realizado de este ecosistema en el país.

Palabras clave: riqueza, abundancia relativa, actividad, reproducción, monitoreo, fototrampeo.

Abstract. The cloud forest (CF) is one of the ecosystems with less surface and the most threatened in Mexico. This paper presents information on the richness, relative abundance, activity and reproductive data of medium and large mammals in the CF located in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve. Between February 2008 and August 2009, we used camera-traps with which we obtained 372 independent records, corresponding to 17 species. We believe this data supports an appropriate choice of method and monitoring sites; but also data on richness, abundance and reproduction of the species indicate that the ecosystem is properly preserved in the area, which is consistent with recently reported Conabio. Therefore we recommend establishing monitoring activities in the medium and long term in multiple sites, which could complement the assessment that has been undertaken at national level in this ecosystem.

Key words: richness, relative abundance, activity, reproduction, monitoring, camera traps.

Introducción

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es uno de los ecosistemas con menor extensión territorial en el mundo y el más amenazado en México (Rzedowski, 1978; Challenger, 1998; Conabio, 2010). El BBM típicamente se asocia a cañadas y valles con suelos húmedos y ricos en materia orgánica (INE, 2000; Conabio, 2010). Es un ecosistema complejo en estructura, afinidad florística y composición de especies. En relación con el área que ocupa, el BMM es el ecosistema que cuenta con la mayor diversidad de especies de flora y fauna (Challenger, 1998).

Respecto a la flora, los taxones dominantes varían ampliamente de un lugar a otro; usualmente son muy abundantes y diversas las plantas trepadoras leñosas y las pteridofitas arborescentes. Abundan las especies de epífitas de las familias *Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperacear* y *Araceae* (Challenger, 1998; Acosta, 2004; Rzedowski, 2006). El sotobosque está representado por especies tropicales perenifolias, como arbustos de las familias Acanthaceae, Rubiaceae y Myrsinaceae, y una mezcla de elementos arbóreos de especies con afinidades holárticas y tropicales de los géneros *Liquidambar*, *Quercus*, *Fagus*, *Cornus*, *Tilia*, *Persea*, *Rapanea, Cle-*

Recibido: 05 abril 2011; aceptado: 08 febrero 2012

thra y *Magnolia,* entre otros (Challenger, 1998; Conabio, 2010).

Respecto a los vertebrados, el BMM se caracteriza por albergar especies emblemáticas, entre las que se encuentran el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), el pavón (*Oreophasis derbianus*), el hocofaisán (*Crax rubra*) y diversas especies de colibríes del género *Eupherusa*; asimismo, mamíferos como el jaguar (*Panthera onca*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y algunas especies de murciélagos; entre otras, *Phyllostomus discolor, Carollia sowelli y Sturnira ludovici* (Pérez-Lustre et al., 2006; Conabio, 2010).

Tomando en consideración la proporción tan pequeña de área de este ecosistema respecto al territorio nacional y la elevada biodiversidad que alberga, recientemente la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio, 2010) realizó un estudio enfocado a definir cuáles son los factores que amenazan el BMM en México y determinar las zonas prioritarias y posibilidades para su conservación y manejo. La priorización se determinó con base en el análisis de los factores y procesos que afectan el deterioro, transformación y mantenimiento del BMM. Una de las áreas que resultaron de "alta prioridad" fue el BMM ubicado en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, en el sur de Jalisco. Desde hace varios años, diversos estudios han señalado la elevada riqueza de especies de vertebrados en esta región, principalmente de aves, y se ha podido constatar la presencia de varias especies de felinos y ungulados (Moreno-Arzate, 2009).

A pesar de lo anterior, Moreno-Arzate (2009) presenta una curva de acumulación que muestra un registro inconcluso de especies para el área monitoreada (13) y no todas ellas corresponden a registros en BMM. Adicionalmente, poco se sabe sobre los ciclos reproductivos y los periodos de actividad de las especies que habitan en el BMM, no sólo en la sierra de Manantlán, sino en todo el territorio nacional.

Tomando en consideración la importancia de generar conocimiento básico sobre la biodiversidad y la biología de las especies en el BMM, en este trabajo se utiliza el método de fototrampeo, con el cual se obtuvieron datos sobre la riqueza, abundancia relativa, actividad y épocas reproductivas de mamíferos medianos y grandes en el BMM ubicado en las inmediaciones de la Estación Científica Las Joyas, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, con lo cual se pretende incrementar la disponibilidad de información que fomente el buen desarrollo de planes de manejo y conservación regional.

Materiales y métodos

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RSBM), se encuentra ubicada en el sur de Jalisco. Esta reserva cubre una pequeña parte de Colima y tiene una extensión de 139 577 hectáreas. Se trata de una zona montañosa que forma parte de la Faja Volcánica Transmexicana, con un importante gradiente altitudinal que va de 400 a 2 860 m. Dependiendo de la orientación y la altitud, la precipitación varía de 600 a más de 1 700 mm anuales; la parte suroeste es la más húmeda y la noreste la menos húmeda. La vegetación es también variada y además del BMM incluye bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque de pinos, bosque de encinos y manchones de bosque de oyamel (INE, 2000).

La Estación Científica Las Joyas se localiza en el polígono de la RBSM, entre los 19º34'14"-19º37'30" N, 104º14'49"-104º18'16" O, aproximadamente a 22 km al sur- sureste de la ciudad de Autlán, Jalisco. Tiene una superficie de 1 245 ha, de las que aproximadamente el 40% está cubierto por BMM, mientras que para toda la Reserva este bosque ocupa una superficie estimada en 2 066 ha (INE, 2000).

Se utilizaron fototrampas digitales con sensor infrarojo pasivo (Wildview, Cudde Back y Stealth Cam). A lo largo del muestreo se mantuvieron activas 1 o 2 cámaras por cada una de las 2 estaciones de monitoreo localizadas en las coordenadas 19º35'07"-104º16'06.5" N, 19º35'04.2"-104º15'33" O, a una altitud de 2 040 y 2 070 m, respectivamente. Las cámaras estuvieron activas durante 19 meses, de febrero de 2008 a agosto de 2009.

La abundancia relativa se manejó tomando el número de registros independientes de cada especie, medidos con base en ciclos de 24 hrs (véase Botello et al., 2008), expresada como porcentaje del total, admitiendo que todas las especies tendrían la misma probabilidad de ser registradas por las cámaras.

La determinación de las horas de actividad se obtuvo del total de imágenes de cada especie, en lapsos de una hora. Se consideró diurno el intervalo entre las 7:00 y las 18:59 horas; nocturno, de las 19:00 a las 06:59 horas, y el crepúsculo se precisó entre las 6:00 y 6:59 y entre las 18:00 y 18:59 horas.

Para varias especies se obtuvieron registros de hembras con una o más crías. La edad de la(s) cría(s) se estimó con base en su tamaño y otras características, como la coloración; se determinó una época probable de alumbramiento y la correspondiente para el apareamiento, tomando en consideración el periodo de gestación que registra la literatura.

Resultados

Especies registradas. Con un esfuerzo de captura de 1 156 noches trampa, se obtuvieron 372 registros independientes (depositados en el acervo de la Colección de Fotocolectas Biológicas del Instituto de Biología,

UNAM, número de catálogo en trámite; véase Botello et al., 2010), en los que se identificaron 17 especies de mamíferos silvestres (Cuadro 1; Wilson y Reeder, 2005). Fueron necesarios 9 meses de monitoreo para acumular 16 de las 17 especies registradas y sólo en el mes 18 se registró la última. El mes con mayor número de especies registradas (13) fue septiembre de 2008, los meses con el menor número (3) fueron febrero, abril, julio de 2008 y enero de 2009. Se obtuvo una riqueza estimada para la localidad de 20 especies (estimador de Jacknife de primer orden 19.84 especies; Colwell y Coddington, 1994).

Abundancia relativa. Se excluyen del análisis 2 especies: *Sciurus colliaei*, porque se trata de un animal de hábitos arborícolas que ocasionalmente baja al piso y *Sylvilagus floridanus*, porque se llegó a la conclusión de que una de las estaciones de fototrampeo coincidió con un sitio visitado cotidianamente por el mismo individuo durante varios meses, lo que habría ocasionado una sobre-estimación de su abundancia.

La especie con el mayor valor de abundancia relativa fue *Odocoileus virginianus*, seguida de *Puma concolor*, *Pecari tajacu* y *Panthera onca*, *Leopardus pardalis*, *Didelphis virginiana* y *Nasua narica*; estas especies fueron seguidas en frecuencia de registro por *Leopardus wiedii*, *Mephitis macroura*, *Conepatus leuconotus*, *Canis latrans* y *Urocyon cinereoargenteus*; finalmente, las especies que sólo se registraron 1 vez son *Dasypus novemcinctus*, *Puma yagouaroundi* y *Procyon lotor* (Cuadro 1).

Actividad. De acuerdo con su actividad, las especies pueden clasificarse en diurnas**:** *P. yagouaroundi*, *Nasua narica* y *Sciurus colliaei*; nocturnas**:** *D. virginiana*, *D. novemcinctus*, *C. latrans*, *U. cinereoargenteus*, *C. leuconotus*, *M. macroura* y *P. lotor*; diurnas-nocturnas**:** *P. concolor* y *O. virginianus*; diurna-crepuscular**:** *P. tajacu*, y nocturnas-crepusculares**:** *S. floridanus*, *L. pardalis*, *L. wiedii* y *P. onca*.

Reproducción. Se obtuvo información reproductiva para 5 especies. El ciclo reproductivo del venado cola blanca, *O. virginianus,* se puede resumir en los siguientes periodos: apareamiento: enero-febrero; nacimiento: agosto-septiembre; caída de astas: marzo-abril; crecimiento de astas: abril-mayo a octubre-noviembre; todos los registros de hembras con crías fueron de una sola cría. Los resultados para las otras 4 especies se resumen en el Cuadro 2.

Individuos atípicos. El día 21 de abril de 2009 se obtuvo la imagen de un felino adulto, de complexión delgada, en buenas condiciones, con cabeza afilada y orejas largas; extremidades largas y coloración café con partes negruzcas. Todo su aspecto general indica que se trata de un puma, pero con características atípicas.

Cuadro 1. Especies de mamíferos medianos y grandes registradas por medio de fototrampas en la estación biológica de Las Joyas

Especie	*Núm. de registros*	*Abundancia relativa*
Didelphis virginiana (tlacuache)	10	3.84
Dasypus novemcinctus (armadillo)	1	0.38
Sylvilagus floridanus (conejo castellano)	101	No considerado
Canis latrans (coyote)	3	1.15
Urocyon cinereoargenteus (zorra gris)	3	1.15
Puma yagoguaroundi (leoncillo)	1	0.38
Leopardus pardalis (ocelote)	11	4.21
Leopardus wiedii (tigrillo)	5	1.91
Puma concolor (puma)	50	19.16
Panthera onca (jaguar)	13	4.98
Conepatus leuconotus (zorrillo cadeno)	3	1.15
Mephitis macroura (zorrillo rayado)	4	1.53
Nasua narica (coatí)	10	3.84
Procyon lotor (mapache)	1	0.38
Odocoileus virginianus (venado cola blanca)	124	47.51
Pecari tajacu (pecarí de collar)	22	8.43
Sciurus colliaei (ardilla gris)	10	No considerado

Discusión

Riqueza. Este es uno de los trabajos que registra mayor riqueza en BMM en México. Los publicados para Oaxaca y Guerrero registran entre 2 y 8 especies de carnívoros, contra los 11 aquí listados (Jiménez-Almaraz et al., 1993; Luna-Krauletz, 2005; Alfaro-Espinoza, 2006; Pérez-Lustre et al., 2006). Por otro lado, en varios tipos de vegetación de la localidad ya se habían registrado 13 especies de mamíferos grandes y medianos en 2 trabajos con el mismo periodo de monitoreo (Moreno-Arzate, 2009; Moreno-Arzate et al., 2009), mientras que aquí se registran 17 especies únicamente para el BMM. El elevado número de especies documentadas podría deberse a la selección adecuada del método y al esfuerzo de captura empleado; según Botello et al. (2008), el fototrampeo es uno de los métodos mas eficientes para registrar especies de mamíferos grandes y medianos.

En este trabajo, las 5 especies con más alto índice de abundancia fueron registradas en los primeros 4 meses. En los siguientes 4 se registraron las 7 especies siguientes y 2 más en el noveno mes. Finalmente, 1 más, 9 meses después. Es decir, que se necesitaron 8 meses para registrar las especies más comunes en el BMM, con 2 localidades de fototrampeo. Se debe notar que la CONABIO (2010),

Cuadro 2. Información sobre el registro fotográfico de crías

Especie	*Apareamiento*	*Nacimiento*	*Núm. crías registrado*
Leopardus pardalis	mayo-junio	julio-agosto	1
Puma concolor	mayo-junio	agosto-septiembre	1
Pecari tajacu	febrero-marzo	julio-agosto	1
Nasua narica	mayo-junio	julio-agosto	No determinado
Odocoileus virginianus	enero-febrero	agosto-septiembre	1

ha identificado esta porción de BMM como una región bastante bien conservada, que se encuentra dentro de una reserva de la biosfera, lo que podría influir en la elevada riqueza encontrada.

Existen al menos 5 especies de mamíferos, *S. cunicularius*, *L. rufus*, *M. frenata*, *S. gracilis* y *B. astutus* que no fueron fotografiadas, pero que podría esperarse encontrarlas en localidades monitoreadas (Ceballos y Oliva, 2005; Moreno-Arzate, 2009; Moreno-Arzate et al., 2009). *Sylvilagus cunicularius* tiende a estar asociado a bosques tropicales secos y bosques templados de coníferas (Cervantes et al., 2005), lo que coincide con el hecho de no haberlo registrado en BMM. Una situación similar se da para *L. rufus*, especie principalmente asociada a bosques templados y matorrales áridos (Anderson y Lovallo, 2003; Romero, 2005). En el área de estudio ya fue registrada en las partes bajas (obs. pers.), donde se da un mosaico de agroecosistemas y bosque tropical caducifolio, por lo que era poco probable su registro en BMM. *Mustela frenata* fue registrada al menos en una ocasión en el BMM (obs. pers.), de hecho muy cerca de una de las localidades de fototrampeo; sin embargo no se obtuvo alguna imagen. Tampoco se obtuvo registro de *B. astutus*, especie cuyos rastros se observaron frecuentemente en zonas medias de la Reserva, principalmente en el bosque de encinos caducifolio (obs. pers.), pero nunca en BMM. Tampoco se obtuvo alguna imagen de *S. gracilis*. Nunca se observaron indicios de su presencia en BMM y únicamente se ha registrado en las partes bajas, en el mosaico de agro-ecosistemas y bosque tropical caducifolio (ejemplar atropellado, obs. pers.). En este sentido, parece ser que con la sola excepción de *M. frenata*, se lograron imágenes de todas las especies de mamíferos que se esperaría encontrar en el BMM de Manantlán. Esta riqueza observada coincide con el estimado de riqueza de Jacknife de primer orden, con el cual se obtuvo una riqueza esperada cercana a 20 especies.

Por otra parte, se obtuvo una imagen de *P. yagouaroundi*, una especie que a nivel regional se había registrado en agroecosistemas y bosque tropical caducifolio (obs. pers.). El registro de esta especie a 2 070 m snm, es además importante puesto que se encuentra justo por arriba del rango altitudinal anteriormente reportado para la especie (0 a 2 000 m snm; Aranda, 2005).

Abundancia relativa. Aún cuando se parte del supuesto de uniformidad en la detectabilidad de las especies, actualmente existe discusión acerca de la validez de utilizar al fototrampeo como un método que aporte datos sobre la abundancia relativa de especies; sin embargo, como en la mayoría de los métodos indirectos, los resultados sobre la abundancia relativa pueden ser muy útiles para establecer comparaciones a nivel temporal y espacial (Botello et al., 2008). Las estaciones de monitoreo en este estudio fueron ubicadas en brechas que son usualmente transitadas por grandes carnívoros como felinos y cánidos y que pueden ser utilizadas y cruzadas por especies como los venados y los pecaríes, mientras que algunas especies menos vágiles y más pequeñas podrían tener menos posibilidad de ser documentadas; sin embargo, aun considerando estos posibles sesgos en la detectabilidad, es notorio el elevado número de registros que se obtuvieron de carnívoros especialistas y sus presas: según algunos autores los números poblacionales de carnívoros especialistas tienden a elevarse conforme pasa el tiempo en zonas adecuadamente protegidas, mientras que la abundancia poblacional de especies de carnívoros generalistas (como ciertos cánidos), tiende a subir en los primeros años de protección de una región para después sufrir un notorio decremento (Travaini et al., 1997). En este estudio, *O. virginianus* presentó el valor más alto de abundancia relativa, seguido por *P. concolor*, *P. tajacu* y *P. onca*. Estos resultados no implican que por ejemplo, el número de individuos de puma sea mayor que el número de pecaríes, sin embargo si es un claro indicio de que estas 4 especies son más comunes que la zorra y el coyote, especies generalistas, comunes de sitios perturbados, y que la presencia del venado y el pecarí pueden estar fungiendo como las principales presas de pumas y jaguares (Sunquist y Sunquist, 2002; Aranda, 2002).

Por otro lado especies que son frecuentemente registradas en estudios de fototrampeo como los coatíes (Botello et al., 2008), están pobremente representados en los resultados obtenidos en este trabajo, lo que respaldaría la conclusión de que en el BMM son poco abundantes respecto a otros tipos de vegetación como la selva baja caducifolia (Valenzuela, 2005; Botello et al., 2008).

Actividad. De los 10 registros de coatí, 9 fueron en el día y sólo 1 en el crepúsculo, lo que concuerda con la litera-

tura (Leopold, 1959; Álvarez del Toro, 1991; Valenzuela, 2005). Los registros diurnos de la ardilla gris coinciden con lo que la literatura informa, incluso en el sentido de que son más activas en las primeras horas de la mañana y por la tarde (Sosa y Bello, 2005). Acorde con la literatura, todos los registros del tlacuache tuvieron lugar por la noche (Zarza y Medellín, 2005). El único registro del armadillo ocurrió en la noche, en concordancia con lo mencionado por Mendoza (2005). Sin embargo, en ausencia de cacería por parte de la gente y habiendo pocos depredadores naturales, el armadillo puede ser bastante activo durante el día (obs. pers.). Típicamente los zorrillos son animales nocturnos (Leopold, 1959; Álvarez del Toro, 1991; Mendoza y Ceballos, 2005; Pacheco, 2005) y los registros obtenidos estuvieron acordes con esto.

Aunque con pocos registros para cada especie, todos los de coyote y zorra gris ocurrieron en la noche. Algunos autores le atribuyen actividad diurna y nocturna al coyote (Bekoff y Gese, 2003), mientras que para otros es más crepuscular (Servín y Chacón, 2005). En el caso de la zorra gris, llama la atención que todos los registros hayan sido nocturnos, toda vez que no es raro observarla por la zona durante el día (obs. pers.). Las únicas 2 especies activas a lo largo de las 24 horas fueron el puma y el venado cola blanca, situación acorde con la literatura (Leopold, 1959; Álvarez del Toro, 1991; Miller et al., 2003; Pierce y Bleich, 2003; Chávez, 2005; Galindo y Weber, 2005). En el caso del puma, los registros indicaron actividad diurna, nocturna y crepuscular; para el venado cola blanca, la mayor parte de los registros fueron de día. El pecarí de collar se comportó principalmente diurno, con solo 2 registros de noche, uno en las primeras horas de oscuridad y otro casi al amanecer. En la literatura está registrado como activo en el día y en la noche (Álvarez del Toro, 1991; March y Mandujano, 2005). La marcada actividad diurna en el área de estudio puede estar relacionada con la poca presión humana. El conejo castellano estuvo activo principalmente en la noche, lo que concuerda con los datos para esta especie (Chapman y Litvaitis, 2003). El ocelote estuvo activo básicamente de noche; sin embargo, considerando la poca actividad humana en el área, se habría esperado más actividad diurna (Álvarez del Toro, 1991). No es el caso del tigrillo, especie más nocturna y que de ese modo se comporta en el área de estudio (Álvarez del Toro, 1991). El jaguar también tuvo un comportamiento principalmente nocturno, pero al menos 1 de los 13 registros ocurrió con luz de día, es decir, con poca actividad diurna, lo que está de acuerdo con lo que afirman algunos autores (Sunquist y Sunquist, 2002).

Reproducción. El ciclo reproductivo del venado cola blanca en el área de estudio es más afín al que se da en el norte de México, donde las crías nacen hacia los meses de agosto y septiembre (Leopold, 1959; Galindo y Weber, 2005). Hubo pocas imágenes de pecaríes de collar con crías, por lo que no se puede definir la duración de la temporada reproductiva, o si sólo hay un evento reproductivo al año; sin embargo, las fotografías obtenidas indican que hubo apareamiento entre los meses de febrero y marzo. Lo anterior concuerda en parte con lo propuesto por Álvarez del Toro (1991), que sugiere 2 temporadas de apareamiento al año, de las cuales, 1 tiene lugar a principios de año.

Respecto al ocelote y el puma, sólo se obtuvo el registro de una cría para cada una de estas especies, que coincidió con la época de nacimiento de venados, por lo que podría existir cierta sincronía; sin embargo, los datos son muy pocos para llegar a una conclusión; es necesario realizar estudios con mucho mayor esfuerzo de captura, puesto que en la literatura se registra que el apareamiento puede darse a lo largo del año (Sunquist y Sunquist, 2002).

El nacimiento de los coatíes coincide con lo que se ha informado para esta parte del país (Leopold, 1959).

Aún cuando sólo se eligieron 2 sitios de muestreo, la selección del método de registro y el largo tiempo que las estaciones estuvieron activas (y por tanto el esfuerzo elevado de captura resultante) permitió que se documentara adecuadamente la riqueza de mamíferos grandes y medianos del BMM de Manantlán.

Es importante realizar esfuerzos que incluyan un mayor número de estaciones y que puedan reflejar la diversidad existente en todas las secciones de BMM que hay en la región, pero ya que las especies más abundantes son las que primero son registradas, también se sugiere que sean estaciones de monitoreo permanentes o a largo plazo.

A pesar de que sólo se documentó la diversidad en 2 sitios, la información sobre la riqueza, la elevada frecuencia con la que se registraron depredadores especialistas y sus presas, así como la presencia de crías de varias especies, indican la presencia de poblaciones estables en la zona y que el ecosistema se encuentra en buen estado de conservación, lo que coincide con los registros de la Conabio (2010).

Por lo anterior, es recomendable establecer acciones de monitoreo a mediano y largo plazo en múltiples sitios de BMM, tanto regionales como nacionales, que estén basados en el fototrampeo que demostró ser un método adecuado y que podría complementar la evaluación nacional que se ha llevado a cabo de este ecosistema, con lo cual su conservación y uso sustentable se realizaría con bases más sólidas.

Agradecimientos

Agradecemos a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio; Proyecto FS003). F. Botello agradece el apoyo del Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT; CVU 48454).

Literatura citada

Acosta, C. S. 2004. Afinidades de la flora genérica del algunos bosques mesófilos de montaña del nordeste, centro y sur de México: un enfoque fenético. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 75:61-72.

Alfaro, E. A. M. 2006. Patrones de diversidad de mamíferos terrestres del municipio Santiago Comaltepec, Oaxaca, México. Tesis, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca. 46 p.

Álvarez del Toro, M. 1991. Los mamíferos de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. 133 p.

Anderson, E. M. y M. J. Lovallo. 2003. Bobcat and Lynx. *In* Wild Mammals of North America, G. A. Feldhamer, B. C. Thompson y J. A. Chapman (eds.). Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. p. 758-786.

Aranda, M., O. Rosas, J. Ríos y N. García. 2002. Análisis comparativo de la alimentación del gato montés (*Lynx rufus*) en dos diferentes ambientes de México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 87:99-109.

Aranda, M. 2005. *Herpailurus yagouaroundi* (Lacépède, 1809). *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 358-359.

Bekoff, M. y E. M. Gese. 2003. Coyote. *In* Wild Mammals of North America, G. A. Feldhamer, B. C. Thompson y J. A. Chapman (eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. p. 467-481.

Botello, F., M. Aranda y V. Sánchez-Cordero. 2010. Fortalecimiento de la Colección de fotocolectas biológicas (CFB): una propuesta del uso de la imagen digital al servicio del conocimiento de la biodiversidad. Informe final SNIB-CONABIO proyecto Núm. FS003. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Botello, F., V. Sánchez-Cordero y G. González. 2008. Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. *In* Avances en el estudio de los mamíferos de México, vol. II, C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, México, D. F. p. 335-354.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 986 p.

Cervantes, F. A., P. Delgado y A. L. Colmenares. 2005. Conejo. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 842-843.

Challenger, A. 1998. La zona ecológica templada húmeda (el bosque mesófilo de montaña). *In* Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro, A. Challenger (ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Universidad Nacional Autónoma de México/ Agrupación Sierra Madre, México, D. F. p. 443-518.

Chapman, J. A. y J. A. Litvaitis. 2003. Eastern cottontail. *In* Wild mammals of North America, G. A. Feldhamer, B. C. Thompson y J. A. Chapman (eds.). Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. p. 101-125.

Chávez, J. C. 2005. Puma. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 364-367.

Colwell, R. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 345:102-118.

Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2010. El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible. México, D. F. 197 p.

Galindo, C. y M. Weber. 2005. Venado cola blanca. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 517-521.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 2000. Programa de Manejo, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. INE-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F. 204 p.

Jiménez-Almaraz, T., J. Juárez-Gómez y L. León-Paniagua. 1993. Mamíferos. *In* Historia natural del parque ecológico estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México, I. Luna-Vega y J. Llorente-Bousquets (eds.). Facultad de Ciencias, UNAM/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. p. 503-549.

Leopold, A. S. 1959. Wildlife of Mexico. The Game Birds and Mammals. University of California Press, Berkeley. 568 p.

Luna-Krauletz, M. D. 2005. Distribución, abundancia y conservación de carnívoros en Santiago Comaltepec, Sierra Madre de Oaxaca, México. Tesis, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, Oaxaca. 64 p.

March, I. J. y S. Mandujano. 2005. Pecarí de collar. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 524-527.

Mendoza, A. 2005. Armadillo. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 117-118.

Mendoza, A. y G. Ceballos. 2005. Zorrillo. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica, Distrito Federal, México. p. 386-387.

Miller, K. V., L. I. Muller y S. Demarais. 2003. White-tailed Deer. *In* Wild mammals of North America, G. A. Feldhamer, B. C. Thompson y J. A. Chapman (eds.). The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. p. 906-930.

Moreno-Arzate, E. 2009. Diversidad de mamíferos medianos y grandes en la estación científica Las Joyas. Tesis, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Autlán de Navarro, Jalisco. 80 p.

Moreno-Arzate, E., C. A. López-González, L. I. Íñiguez-Dávalos y A. Martínez-Mendoza. 2009. Actividad y uso de hábitat en mamíferos medianos y grandes en la Estación Científica Las Joyas, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Memorias XXVI Simposio sobre Fauna Silvestre Gral. MV. Manuel Cabrera Valtierra, 21-23 octubre de 2009 Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango.

Pacheco, J. 2005. Zorrillo listado. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 388-389.

Pérez-Lustre M., R. G. Contreras-Díaz y A. Santos-Moreno. 2006. Mamíferos del bosque mesófilo de montaña del municipio de San Felipe Usila, Tuxtepec, Oaxaca, México. Revista Mexicana de Mastozoología 10:29-40.

Pierce, B. M. y V. C. Bleich. 2003. Mountain lion. *In* Wild mammals of North America, G. A. Feldhamer, B. C. Thompson y J. A. Chapman (eds.). Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. p. 744-757.

Romero, F. 2005. Lince, gato montés. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 362-364.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D. F., 432 p.

Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 504 p.

Servín, J. y E. Chacón. 2005. Coyote. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 349-350.

Sosa, V. J. y J. Bello. 2005. Ardilla. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 548-550.

Sunquist, M. y F. Sunquist. 2002. Wild cats of the world. The University of Chicago Press, Illinois. 452 p.

Travaini, A., M. Delibes, P. Ferreras y F. Palomares. 1997. Diversity, abundance or rare species as a target for the conservation of mammalian carnivores: a case study in southern Spain. Biodiversity and Conservation 6:529-535.

Valenzuela, D. 2005. Tejón, coatí. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 411-413.

Wilson D. E. y D. M. Reeder (eds.). 2005. Mammal species of the world. a taxonomic and geographic reference, tercera edición. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 2142 p.

Zarza, H. y R. A. Medellín. 2005. *In* Los mamíferos silvestres de México, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 108-110.