

# Tamaño poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en dos Islas del Cielo del Noreste de Sonora, México.

María Eugenia Espinosa-Flores<sup>1\*</sup>, Nalleli E. Lara-Díaz<sup>1</sup>  
y Carlos Alberto López-González<sup>1</sup>

## Abstract

The black bear is an endangered species in Mexico, like the majority of the large carnivores they are distributed in small and isolated populations and thus their conservation depends on understanding their population status. During 2009, we estimated the abundance and density of the black bear in Sierra de Ajos and Sierra de San Luis in the Northeast Sonora, using camera traps. We defined patches (Sierras) as a combination of elevation and vegetation types in this part of the range. We extrapolated the densities to patch area to estimate population size, obtaining a density of 14.0 ind/100 km<sup>2</sup> in San Luis and 2.0 ind/100 km<sup>2</sup> in Ajos and a population size of 218 and 24 individuals respectively. Sierra de San Luis is a larger patch than Sierra de Ajos, which influences directly the population size directly. Furthermore, Sierra de Ajos is isolated from other Sky Islands, resembling a sinkhole population with no evidence for reproduction. It is necessary to continue monitoring black bear populations of the Sky Islands, to determine population trends and related factors that cause the variation of population size among the Sky Islands.

**Key words:** abundance, carnivores, density, patch size, Sky Islands, cameras traps.

## Resumen

El oso negro se encuentra en peligro de extinción en México, como la mayoría de los grandes carnívoros, se distribuye en poblaciones pequeñas y aisladas, por ende su conservación requiere de contar con conocimiento actual de sus poblaciones. Durante el 2009, estimamos la densidad del oso negro en Sierra de Ajos y Sierra de San Luis en el Noreste de Sonora, utilizando trampas cámara. Definimos los parches (Sierras) como la combinación de elevación y tipos de cobertura utilizados por la especie. Para estimar el tamaño poblacional, la densidad se extrapoló al área de cada parche. Obtuvimos una densidad de 14.0 ind/100 km<sup>2</sup> en San Luis y de 2.0 ind/100 km<sup>2</sup> en Ajos y un tamaño poblacional de 218 individuos y 24 individuos respectivamente. Sierra de San Luis es un parche más grande que Sierra de Ajos, lo que influye directamente en un mayor tamaño poblacional. Además, Sierra de Ajos se encuentra más aislada de otras Islas, por

<sup>1</sup>Laboratorio de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Av. De las Ciencias S/N, Col. Juriquilla, Santiago de Querétaro 76230.

E-mail: eugeniaursusespinosa@gmail.com (MEE-F), nalleli.lara@yahoo.com.mx (NEL-D), cats4mex@gmail.com (CAL-G)

\*Corresponding author

lo que es posible que funcione como una población sumidero y no hay evidencia de presencia de una población reproductiva. Es necesario continuar con el monitoreo de las poblaciones de oso negro en otros parches de las Islas del Cielo, para determinar sus tendencias poblacionales e identificar los factores que contribuyen a la variación en el tamaño poblacional entre las Islas del Cielo.

**Palabras clave:** abundancia, carnívoros, densidad, Islas del Cielo, tamaño parche, trampas cámara.

## Introducción

El declive de las poblaciones de carnívoros es un problema a nivel global (Weber y Rabinowitz 1996), ya que han sufrido reducciones dramáticas en su abundancia y en su intervalo histórico de distribución en los últimos 200 años (Woodroffe 2000).

Actualmente, la gran mayoría de los carnívoros de talla grande (> 20 kg) existen en poblaciones pequeñas y aisladas (Meffe y Carroll 1994). Lo que contribuye a que la recuperación de sus poblaciones sea lenta, debido además a sus bajas tasas reproductivas, de crecimiento y bajas densidades (Woodroffe y Ginsberg 1998). Así mismo, por sus requerimientos de grandes áreas se encuentran en constante conflicto con el ser humano (Noss *et al.* 1996; Woodroffe 2000) y su habilidad para dispersarse se ve limitada cuando deben atravesar hábitats abiertos o urbanizados (Weaver *et al.* 1996). Tales factores hacen que las especies de grandes carnívoros sean más propensas a la extinción (Lacy 2000).

Uno de los principales retos de la conservación biológica es revertir la reducción de las poblaciones de grandes carnívoros (Weber y Rabinowitz 1996). Sin embargo, para lograrlo es necesario determinar su distribución, abundancia y densidad, además de identificar los factores por los cuales sus poblaciones varían (Baldwin y Bender 2009). Debido a que actualmente sus poblaciones se distribuyen en hábitats fragmentados (Dixon *et al.* 2006), la conservación de estas especies requiere de un manejo a nivel de paisaje (Linnell *et al.* 2001).

La estructura del paisaje afecta diferentes atributos de las especies, como su abundancia y densidad (Fahrig 2005). Dentro de esta estructura, el tamaño de los parches influye directamente sobre la abundancia de la especie, ya que está correlacionado con la cantidad de recursos disponibles (Ravan y Roy 1997). De este modo, parches más pequeños soportarán poblaciones pequeñas (Lefkovitch y Fahrig 1985) y su subsistencia dependerá de la dispersión de individuos entre los parches de hábitat (Moilanen y Hanski 1998).

En México, el oso negro (*Ursus americanus*) es el carnívoro de mayor tamaño y la única especie de úrsido aún presente en el país (Doan-Crider y Hellgreen 1996). Su distribución se ha reducido hasta un 80% debido a la fragmentación del hábitat y a la cacería (INE 1999), por lo que desde 1986 ha estado protegido por las leyes mexicanas (NOM-059; SEMARNAT 2010) y es una especie prioritaria para ejercer acciones de conservación a través del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER; CONANP 2007).

Al Oeste de su distribución actual, en las serranías de Sonora y Chihuahua, los osos negros se encuentran en las montañas denominadas Islas del Cielo (Hewitt y Doan-

Crider 2008), que se caracterizan por estar rodeadas por grandes extensiones de desierto y pastizales (Onorato et al. 2003), siendo una región naturalmente fragmentada (Hewitt y Doan-Crider 2008). Tal estructura del paisaje provoca que la expansión de las poblaciones de oso negro sea aún más lenta (Onorato y Hellgren 2001).

En las Islas del Cielo el estado actual de las poblaciones de oso negro es incierto. En Chihuahua la especie continua estando presente en la mayoría de su distribución histórica y aunque es posible que haya sido extirpada de algunas zonas, se encuentra en otras donde previamente no ocurría (Calderón-Domínguez et al. 2006). En Sonora los estudios se han enfocado en la Sierra de San Luis, abarcando desde hábitos alimentarios y uso de hábitat (Sierra-Corona et al. 2005; Rodríguez-Martínez et al. 2008) y cuestiones poblacionales como densidad (Sierra-Corona et al. 2005; Varas-Nelson 2010), estructura poblacional (Rodríguez-Martínez et al. 2008), tamaño poblacional (Varas-Nelson 2010) y tendencias poblacionales (López-González y Lara-Díaz 2010).

A pesar de ser una especie bajo categoría de riesgo y un carnívoro tope en las cascadas tróficas, que influye en la estructura y función de los ecosistemas (Ripple y Beschta 2004), se carece de información actual de sus poblaciones a nivel de paisaje. Es por ello, que el objetivo del presente trabajo fue conocer el tamaño poblacional del oso negro en dos Sierras del Noreste de Sonora, con la finalidad de obtener información que contribuya al conocimiento de la especie y sea una base dentro de los programas para su conservación y manejo a nivel de paisaje.

## Material y Métodos

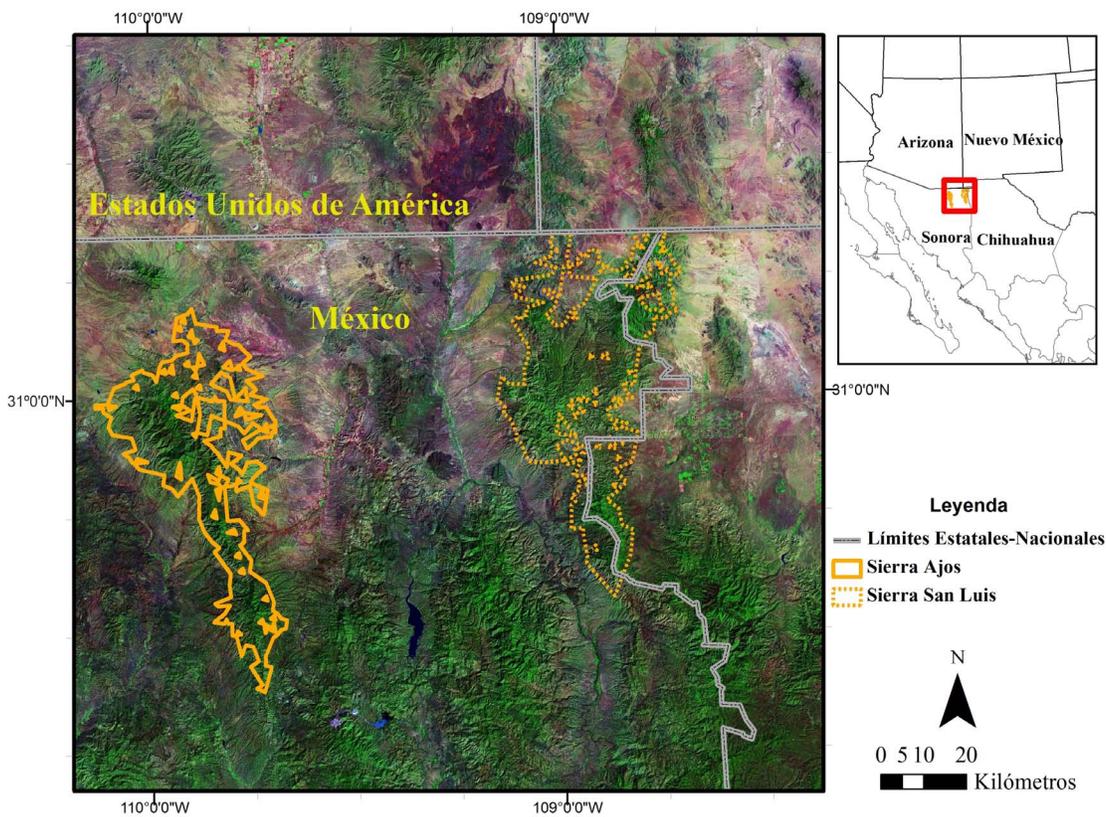
*Área de Estudio.* Se localiza en el Noreste del Estado de Sonora, México, dentro del Archipiélago Madrense, el cual está compuesto por más de 40 “Islas del Cielo” (i. e. montañas aisladas por pastizales, desiertos y valles intermontanos; Warshall 1994).

En esta región muchas especies templadas alcanzan el límite de su distribución al sur mientras que algunas especies tropicales alcanzan su límite norte (Felger y Wilson 1994)

Los sitios de estudio incluyeron dos Islas del Cielo, localizadas en las coordenadas extremas entre los 31.337° y 30.349° de latitud N y entre los -110.166° y -108.706° de longitud W. Sierra de Ajos que se encuentra dentro de la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos Bavispe y la Sierra de San Luis (Fig. 1). En estas Sierras la vegetación dominante es el bosque de encino, donde las especies más comunes incluyen *Quercus emoryi*, *Q. oblongifolia*, *Q. arizonica*, *Juniperus monosperma* y *J. deppeana* (CONABIO 2009a, b). En las partes más elevadas (1,200 a 2,240 msnm) se encuentran bosques de pino encino caracterizados por *Pinus engelmannii*, *P. ponderosa* y *Arbutus arizonica* (Brown 1994; CONANP 2001). En las partes bajas (800 msnm) se encuentra el chaparral, donde las especies dominantes son *Dasyllirion wheeleri*, *Nolina microcarpa*, *Yucca torreyi*, *Y. baccata*, *Y. rostrata*, *Acacia constricta* y *Arctostaphylos pungens* (Brown 1994). La parte de pastizal la componen principalmente los géneros *Aristida* sp., *Bouteloua* sp., *Digitaria* sp., *Muhlenbergia* sp., *Setaria* sp. y *Panicum* sp. (Martínez-Yrizar et al. 2010).

Sierra de Ajos tiene una forma irregular y elongada con un gradiente altitudinal que va de los 1,050 a 2,625 msnm. Se encuentra aislada de otras Islas del Cielo por distancias que varían entre los 34 y 60 km donde se cuenta con presencia de la especie

(e. g. Sierra de San Luis, Sierra del Tigre, Sierra Madera, Montañas Mule y Montañas Huachucas). Por otro lado, la Sierra de San Luis representa un parche con una forma más circular y regular, cuyo gradiente altitudinal va de los 1,300 a 2,520 msnm; se localiza a una distancia de 5 a 15 km de otras Islas (e. g. Sierra del Tigre, Montañas Peloncillo y Montañas Animas).



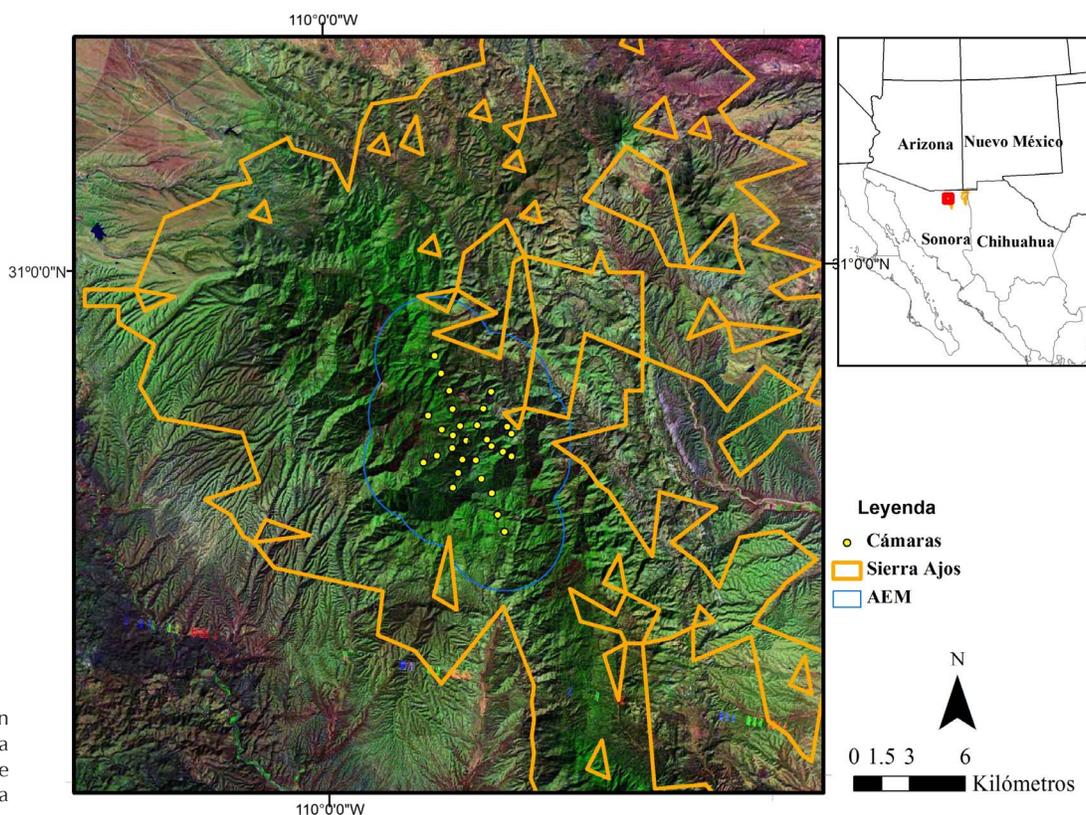
**Figura 1.** Localización geográfica de las Islas del Cielo, donde los polígonos representan una combinación de bosques y matorrales a una altitud mayor a 1,268 m.

Debido a la alta diversidad biológica de fauna y de ecosistemas, ambas Sierras están consideradas como regiones terrestres prioritarias por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 2009a, b). Cabe destacar, que en estas Sierras se han registrado otras especies de carnívoros que se encuentran también en peligro de extinción en México (e. g. ocelote-*Leopardus pardalis*; jaguar-*Panthera onca*; Lara-Díaz 2010)

**Muestras.** Durante el 2009, se instalaron 29 y 27 trampas cámara Wildview 2® en la Sierra de Ajos y la Sierra de San Luis respectivamente (Fig. 2 y 3). En Sierra de Ajos el período de actividad fue de 41 días continuos en promedio durante abril-mayo, con un esfuerzo total de muestreo de 1,148 días/cámara. Mientras que para la Sierra de San Luis fue de 37 días continuos en promedio durante julio-agosto, con un esfuerzo total de muestreo de 1,007 días/cámara.

Las trampas cámara fueron colocadas en veredas identificadas como paso de fauna y distribuidas a una distancia promedio aproximada de 1 km entre ellas. Frente a cada cámara (aprox. a 3 m) se colocó un atrayente que consistió en sardina comercial, una mezcla de maíz con avena y extracto de vainilla. Las trampas cámara fueron programadas para activarse cada minuto, registrando el día y la hora (en formato militar) y para capturar tres eventos fotográficos sucesivos, una vez que fueran activadas.

*Abundancia y densidad.* Las fotografías de oso negro obtenidas durante los muestreos, fueron sometidas a un análisis ciego, en el que cinco investigadores llevaron a cabo la identificación de individuos de modo independiente (*i. e.* sin conocer los resultados de los otros investigadores) por medio de marcas individuales (*e. g.* tamaño corporal, color de pelaje, cicatrices; Kelly *et al.* 2008). Las fotografías no utilizables fueron eliminadas durante el análisis (*e. g.* fotografías de baja calidad, cuerpo parcial; Kelly *et al.* 2008). El número de individuos considerado para construir las historias de captura fue la mediana del número de individuos identificados (13 para Sierra de San Luis y 3 para Sierra de Ajos). El resultado del conteo de individuos por los observadores en Sierra de San Luis fue 7, 13, 13, 13, 15 y para Sierra de Ajos fue de 3, 3, 3, 3, 3.



**Figura 2.** Distribución de las trampas cámara y área efectiva de muestreo (AEM) en la Sierra de Ajos.

Posteriormente, llevamos un consenso simultáneo entre los cinco observadores para determinar las recapturas de cada individuo. La variación en la identificación no se tomó en cuenta con el fin de evitar una sobrestimación y/o subestimación.

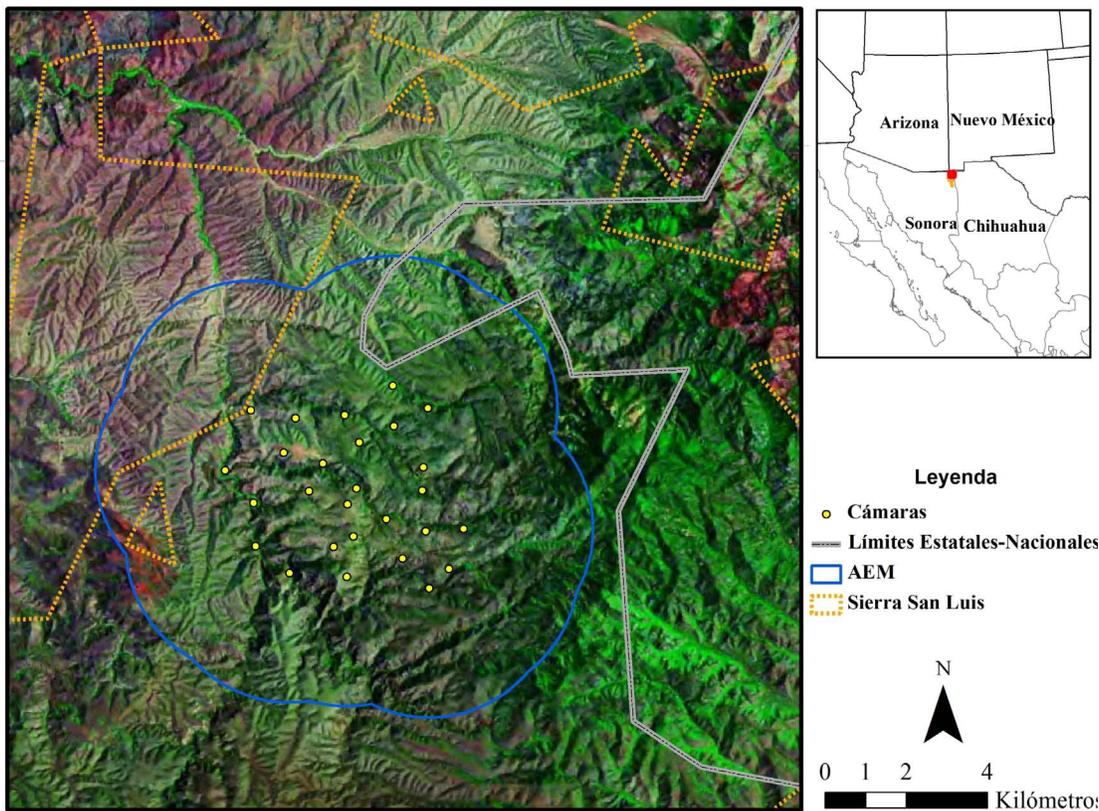
Con esta información, se construyó un historial de captura-recaptura para cada oso identificado, considerando como recaptura a las fotografías del mismo individuo separadas por un período igual o mayor de 24 horas (Yasuda 2004). Las historias de captura-recaptura fueron analizadas utilizando el programa MARK 6.0 con la herramienta CAPTURE (White 2008) con los supuestos de una población cerrada y el modelo de probabilidad de captura apropiado (Nichols y Karanth 2002).

Para estimar la densidad, primero calculamos el área efectiva de muestreo (AEM), generando un área de amortiguamiento alrededor de cada trampa cámara, tomado como base el ámbito hogareño registrado para la Sierra de San Luis (32.33 km<sup>2</sup>; López-González y Lara-Díaz 2010). Estas áreas, se disolvieron y fueron sumadas, representando

así el AEM, la cual fue expresada en km<sup>2</sup>. Para Sierra de Ajos el AEM fue de 131.33 km<sup>2</sup> y para Sierra de San Luis de 109.89 km<sup>2</sup> (Fig. 2 y Fig. 3).

La densidad (expresada como ind/km<sup>2</sup>) se calculó dividiendo la abundancia entre el AEM correspondiente para cada Sierra.

*Tamaño del parche.* Para el presente trabajo definimos a los parches, como una unidad fundamental del paisaje (Hanski y Gilpin 1991). En este caso, caracterizado por la percepción particular de la especie sobre su ambiente (Danielson 1992; With 1994; McGarigal y Marks 1995).



**Figura 3.** Distribución de las trampas cámara y área efectiva de muestreo (AEM) en la Sierra de San Luis.

Estos parches fueron definidos con ayuda del programa ArcMap 9.3 (ESRI 2008); determinamos el área total de cada Sierra, por medio del uso de modelos digitales de elevación (Menke 2008) y por las imágenes de satélite a una resolución de 1 km de los tipos de vegetación usados por el oso negro (Hansen *et al.* 1998). De este modo, la altitud más baja a la cual se registro un oso durante los muestreos fue de 1268 m y los bosques y matorrales, vegetación seleccionada por el oso negro en la región (Rodríguez-Martínez *et al.* 2008). Combinamos ambas variables (formato Raster) para obtener una capa única representando bosques y matorrales a una altitud mayor de 1,268 m (Fig. 1).

Esta capa se convirtió a datos vectoriales y con la extensión XTools se calculó el área de cada Sierra expresada en kilómetros cuadrados. Finalmente, la densidad previamente obtenida se extrapolo al área total de cada Sierra para obtener el tamaño poblacional.

## Resultados

En Sierra de Ajos, el esfuerzo de muestreo fue mayor con un menor número de registros fotográficos ( $n = 80$ ), en Sierra de San Luis el número de registros fotográficos fue considerablemente mayor ( $n = 458$ ). La abundancia estimada por medio de CAPTURE para la Sierra de Ajos fue  $3.0 \pm 0.01$ . La probabilidad de captura se dio por el modelo  $M(bh)$ , indicando que la probabilidad de captura de los diferentes individuos está dada por el comportamiento ( $b$ ) y por la heterogeneidad de captura ( $h$ ). Para la Sierra de San Luis se obtuvo una abundancia de  $13.0 \pm 2.59$ , con un modelo de probabilidad de captura  $M(h)$  que indica que la probabilidad de captura varió entre los individuos. La densidad calculada fue de  $2.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$  para Sierra de Ajos y  $14.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$  para la Sierra de San Luis.

Sierra de San Luis representa un parche de  $1,559 \text{ km}^2$ , más grande que Sierra de Ajos con  $1,188 \text{ km}^2$ . Bajo el supuesto de densidades mínimas calculadas, al extrapolarlas al área total de cada Sierra, se obtuvo un tamaño poblacional de 218 para la Sierra de San Luis y 24 individuos para la Sierra de Ajos.

## Discusión

Las densidades obtenidas en este estudio son bajas, en comparación con las densidades calculadas para otras Islas del Cielo, por ejemplo, Mazatzal ( $33.3 - 50.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$ ; Lecount 1980; Lecount 1982), Piñaleño ( $27.5 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$ ; Waddell y Brown 1984), Mogollón ( $9.4 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$ ; Costello *et al.* 2001), Sangre de Cristo ( $17.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$ ; Costello *et al.* 2001) y Serranías del Burro ( $35.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$ ; Doan-Crider y Hellgren 1996). En comparación con otros estudios realizados en Sierra de San Luis, la densidad obtenida en este sitio resultó mayor al estudio con la misma metodología ( $5.5 \pm 6.5 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$ ; Sierra-Corona *et al.* 2005), esta diferencia puede deberse a que utilizaron un número menor de trampas cámara ( $n = 9$  y  $n = 6$ ), por lo que su área efectiva de muestreo fue menor. Sin embargo, nuestra densidad resultó inferior a la obtenida mediante análisis genéticos ( $22.0 \text{ ind}/100 \text{ km}^2$ ; Varas-Nelson 2010) por lo que consideramos que las densidades obtenidas en este estudio son conservadoras.

El tamaño del parche podría ser un factor que explique las diferencias entre las abundancias de las Sierras estudiadas, ya que hábitats y parches más grandes pueden soportar poblaciones más grandes (Lefkovitch y Fahrig 1985; Bowers y Matter 1997).

Adicionalmente, la forma del parche influye en la cantidad de hábitat afectado por el efecto de borde y del mismo modo la cantidad de hábitat interior, por lo tanto, formas más regulares (e. g. circulares, cuadradas) contienen más área interior y menos área borde (Harris y Kangas 1979; Forman 1995). Sierra de Ajos representa un parche de menor tamaño con una forma tendiente a ser elongada e irregular y se encuentra más aislada de otras Islas del Cielo en comparación con Sierra de San Luis, por lo que estas características posiblemente influyen en el número de individuos detectados, reflejo del número de migrantes que pueda recibir (Lomolino 1990).

Adicionalmente, las poblaciones de oso negro en las Islas del Cielo probablemente están estructuradas como una metapoblación (Onorato *et al.* 2004; Varas-Nelson 2010), donde los parches con diferente calidad de hábitat, funcionan como un sistema fuente/

sumidero (Elmhagen y Angerbjörn 2001). En este estudio, Sierra de Ajos presenta características de una población sumidero, con un bajo número de individuos y la ausencia de hembras con crías (a lo largo de cuatro años de monitoreo; Lara *et al.* 2011a); Sierra de San Luis al contrario representa una población fuente, habiéndose documentado reproducción en este sitio por los últimos 10 años (Rodríguez-Martínez *et al.* 2008; López-González y Lara-Díaz 2010).

A pesar de que existe controversia sobre el uso de trampas cámara para estimar la abundancia de especies que no poseen patrones de manchas distintivas entre individuos (Lara *et al.* 2011b) compararon el uso de trampas cámara, transectos de excrementos y conteos aéreos para estimar la abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus cousei*) encontrando que no existían diferencias entre los resultados obtenidos por medio de trampas cámara y conteos aéreos. El caso de oso negro es semejante, por lo cual consideramos que el uso de las trampas cámara es una herramienta confiable para llevar a cabo la estimación del tamaño poblacional en esta especie.

En este estudio se presentan estimaciones de tamaño poblacional para el oso negro en la región y los primeros datos sobre densidad en Sierra de Ajos. Es importante continuar el monitoreo de sus poblaciones, para determinar sus tendencias e identificar los factores que contribuyen a la variación en el tamaño poblacional, generando de este modo estrategias para su manejo y conservación en la región.

## Agradecimientos

A Naturalia A. C., CONANP-Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe y Fundación Cuenca Los Ojos, por el apoyo brindado para la elaboración de este trabajo. Al PROMEP-FNB-2008-04 "Respuesta poblacional, espacio-temporal y fisiológica del oso negro (*Ursus americanus*) a un gradiente latitudinal como prueba de una hipótesis demográfica" por el financiamiento otorgado. A CONANP y CONABIO por el apoyo económico otorgado dentro del proyecto de "Reintroducción del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) en la Sierra Madre Occidental". Al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. por el apoyo económico otorgado a través del proyecto "Fortalecimiento e implementación de un programa de monitoreo de especies clave para la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos Bavispe y la RPC Cuenca del Río San Pedro". A las siguientes personas por su apoyo en el trabajo de campo: G. Carreón, M. Cirett, H. Coronel, A. González, D. Zamora, R. Jiménez, L. Portillo y G. Flores.

## Literatura citada

- BALDWIN, R. A., y L. C. BENDER.** 2009. Survival and productivity of a low-density black bear population in Rocky Mountain National Park, Colorado. *Human-Wildlife Conflicts* 3:271-281.
- BOWERS, M. A., y S. F. MATTER.** 1997. Landscape ecology of mammals: relationships between density and patch size. *Journal of Mammalogy* 78:999-1013.
- BROWN, D. E.** 1994. *Biotic Communities: Southwestern United States and Northwestern México.* University of Utah Press. Salt Lake City, EE.UU.
- CALDERÓN-DOMÍNGUEZ, P., E. CARREÓN-HERNÁNDEZ, A. LAFÓN-TERRAZAS, y J. C. GÚZMAN-ARANDA.** 2006. Distribución espacio temporal de las poblaciones de oso

- negro (*Ursus americanus*) en el Estado de Chihuahua. Protección de la Fauna Mexicana. A. C. Ciudad de Chihuahua, México.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD).** 2009a. Regiones Terrestres Prioritaria Sierra de Ajos-Buenos Aires-La Púrica. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_042.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_042.pdf). Fecha de consulta 17 de septiembre de 2010.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD).** 2009b. Regiones Terrestres Prioritaria Sierra de San Luis-Janos. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_045.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_045.pdf). Fecha de consulta 15 de septiembre de 2010.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS).** 2001. Estudio previo justificativo, área de protección de flora y fauna Mavavi. SEMARNAT, Ciudad de México, México.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS).** 2007. Programa de conservación de especies en riesgo. PROCER. 2007- 2012. [http://www.conanp.gob.mx/pdf\\_especies/PROCERFinalpubmar2009.pdf](http://www.conanp.gob.mx/pdf_especies/PROCERFinalpubmar2009.pdf). Fecha de consulta 03 de septiembre de 2010.
- COSTELLO, C. M., D. E. JONES, K. A. GREEN-HAMMOND, R. M. INMAN, B. C. THOMPSON, R. A. DEITNER, Y H. B. QUIGLEY.** 2001. A study of black bear ecology in New Mexico with models for populations dynamics and habitat suitability. Final report, Federal Aid in Wildlife Restoration Project W-131-R. New Mexico Department of Game and Fish. Santa Fe, EE.UU.
- DANIELSON, B. J.** 1992. Habitat selection, interspecific interactions and landscape composition. *Evolutionary Ecology* 6:399–411.
- DIXON, J. D., M. K. OLI, M. C. WOOTEN, T. H. EASON, J. M. MCCOWN, Y D. PAETKAU.** 2006. Effectiveness of a regional corridor in connecting two Florida black bear populations. *Conservation Biology* 20:155–162.
- DOAN-CRIDER, D. L., Y E. C. HELLGREN.** 1996. Population characteristics and winter ecology of black bears in Coahuila, Mexico. *Journal of Wildlife and Management* 60:398-407.
- ELMHAGEN, B., Y A. ANGERBÖRN.** 2001. The applicability of metapopulation theory of large mammals. *Oikos* 94:89-100.
- FAHRIG, L.** 2005. When is a landscape perspective important? Pp. 3-10 in *Issues and perspectives in landscape ecology* (Wiens, J., y M. Moss. eds). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- FELGER, R. S., Y M. F. WILSON.** 1994. Northern Sierra Madre Occidental and its Apachian outliers: a neglected center of biodiversity. Pp. 36-59 in *Biodiversity and management of the Madrean Archipelago: the sky islands of southwestern United States and northwestern Mexico*. (Debano, L. F., P. F. Ffolliott., A. Ortega-Rubio, G. J. Gottfried, R. H. Hamre, y C. B. Edminister. Comp.). U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Fort Collins, EE.UU.
- FORMAN, R. T. T.** 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 10:133-142.

- HANSEN, M., R. DEFRIES, J. R. G. TOWNSHEND, Y R. SOHLBERG.** 1998. UMD Global Land Cover Classification, 1 Kilometer, 1.0, Department of Geography, University of Maryland, College Park, Maryland, 1981-1994. Maryland, EE.UU.
- HANSKI, L., Y M. GILPIN.** 1991. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological Journal of the Linnean Society* 42:3-16.
- HARRIS, L. D., Y P. KANGAS.** 1979. Designing future landscapes from principles of form and function. In *Our National Landscape: Applied Techniques for Analysis and Management of the Visual Resource*. Pp. 725-729. (Pilsner, G. H., y R. C. Smardon. Eds). General Technical Report PSW-34, U.S. Forest Service. Washington, EE.UU.
- HEWITT, D. G., Y D. DOAN-CRIDER.** 2008. Metapopulations, food, and people: bear management in northern Mexico. Pp. 165-182 in *Wildlife Science: Linking ecological theory and management applications*. (Fulbright, T. E., y D. G. Hewitt. Eds.). CRC Press. Baton Rouge, EE.UU.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA).** 1999. Proyecto para la Conservación del Oso Negro (*Ursus americanus*) en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México, México.
- KELLY, M. J., A. J. NOSS, M. S. DI BITETTI, L. MEFFEL, R. L. ARISPE, A. PAVIOLO, C. D. DE ANGELO, Y E. DI BLANCO.** 2008. Estimating Puma Densities from Camera Trapping across Three Study Sites: Bolivia, Argentina, and Belize. *Journal of Mammalogy* 89:408–418.
- LACY, R. C.** 2000. Considering threats to the viability of small populations using individual-based models. *Ecological Bulletins* 48:39-52.
- LARA-DÍAZ, N. E.** 2010. La comunidad de mamíferos previa a la liberación de *Canis lupus baileyi* en Sonora, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
- LARA-DÍAZ, N. E., C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ, G. CARREÓN-ARROYO, A. GONZÁLEZ-BERNAL, H. CORONEL-ARELLANO, R. JIMÉNEZ-MALDONADO, Y I. OCHOA.** 2011a. Monitoreo de especies prioritarias en la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos Bavispe, Sonora, México. Reporte Final al FMCN 2010-2011. NATURALIA, UAQ, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de México, México.
- LARA-DÍAZ, N. E., H. CORONEL-ARELLANO, A. GONZÁLEZ-BERNAL, C. GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, Y C. A. LÓPEZ GONZÁLEZ.** 2011b. Abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en Sierra de San Luis, Sonora, México. *Therya* 2:125-137.
- LECOUNT, A. L.** 1980. Some aspects of black bear ecology in the Arizona chaparral. *International Conference on Bear Research and Management* 4:175-179.
- LECOUNT, A. L.** 1982. Characteristics of a central Arizona black bear population. *Journal of Wildlife Management* 46:861-868.
- LEFKOVITCH, L. P., Y L. FAHRIG.** 1985. Spatial characteristics of habitat patches and population survival. *Ecological Modelling* 30:297-308.
- LINNELL, J. D. C., J. E. SWENSON, Y R. ANDERSEN.** 2001. Predators and people: conservation of large carnivores is possible at high human densities if management policy is favourable. *Animal Conservation* 4:345-349.

- LOMOLINO, M. V.** 1990. The target area hypothesis: the influence of island area on immigration rates of non-volant mammals. *Oikos* 57:297-300.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, C. A., Y N. E. LARA-DÍAZ.** 2010. Diagnóstico poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en las serranías de los Estados de Sonora y Chihuahua y sus posibles afectaciones por el Muro Fronterizo. Reporte Final al Instituto Nacional de Ecología (Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas, Dirección de Conservación de los Ecosistemas). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México, México.
- MARTÍNEZ-YRÍZAR, A., R. S. FELGER, Y A. BÚRQUEZ.** 2010. Los ecosistemas terrestres de Sonora: un diverso capital natural. Pp. 129-156 in *Diversidad Biológica del Estado de Sonora* (Molina-Freaner, F., y T. R. Van Devender. Eds.). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- MCGARIGAL, K., Y B. J. MARKS.** 1995. FRAGSTATS: spatial analysis program for quantifying landscape structure. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-351. Corvallis, EE.UU.
- MEFFE, G., Y R. CARROLL.** 1994. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates. Sunderland, EE.UU.
- MENKE, K.** 2008. GIS data and map documents for Northern Jaguar Project. Tucson, EE.UU.
- MOILANEN, A., Y I. HANSKI.** 1998. Metapopulation dynamics: effects of habitat quality and landscape structure. *Ecology* 79:2503-2515.
- NICHOLS, J. D., Y K. U. KARANTH.** 2002. Statistical concepts: Estimating absolute densities of tigers using capture-recapture sampling. Pp. 121-138 in *Monitoring tigers and their prey: A manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia*. (Karanth, K. U., y J. D. Nichols. eds.). Centre for Wildlife Studies. Bangalore, India.
- NOSS, R. F., H. B. QUIGLEY, M. G. HORNOCKER, T. MERRIL, Y P. C. PAQUET.** 1996. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky Mountains. *Conservation Biology* 10:949-963.
- ONORATO, D. P., Y E. C. HELLGREN.** 2001. Black bear at the border: the recolonization of the Trans-Pecos. Pp. 245-259 in *Large mammal restoration: ecological and sociological challenges in the 21st Century*. (Maehr, D. S., R. F. Noss, y J. L. Larkin. eds.). Island Press. Washington, EE.UU.
- ONORATO, D. P., E. C. HELLGREN, F. S. MITCHELL, Y R. JR. SKILES.** 2003. Home range and habitat use of American black bears on a desert montane island in Texas. *Ursus* 14:120-129.
- ONORATO, D. P., E. C. HELLGREN, R. A. VAN DEN BUSSCHE, Y R. SKILES, JR.** 2004. Paternity and relatedness of American black bears recolonizing a desert montane island. *Canadian Journal of Zoology* 82:1201-1210.
- RAVAN, S. A., Y P. S. ROY.** 1997. Satellite remote sensing for ecological analysis of forested landscape. *Plant Ecology* 131:129-141.
- RIPPLE, W. J., Y R. L. BESCHTA.** 2004. Wolves and the Ecology of Fear: Can Predation Risk Structure Ecosystems? *BioScience* 54:755-766.

- RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, A., C. N. MORENO-ARZATE, R. SIERRA-GONZÁLEZ, Y C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ.** 2008. Uso de hábitat, hábitos alimenticios y estructura poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en la Sierra Madre Occidental. Pp 279-294 in Avances en el Estudio de los Mamíferos de México II (Lorenzo, C., y E. Espinoza. Eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2010. Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, Especies Nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de Especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección 1-96 pp. Ciudad de México, México.
- SIERRA-CORONA, R., I. A. SÁYAGO-VÁZQUEZ, M. D. C SILVA-HURTADO, Y C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ.** 2005. Black Bear Abundance, Habitat Use, and Food Habits in the Sierra San Luis, Sonora, México. Pp. 444-448 in Connecting mountain islands and desert seas: biodiversity and management of the Madrean Archipelago II. (Gottfried, G. J., B. S. Gebow, L.G. Eskew, y C. B. Edminster. comp.). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Fort Collins, EE.UU.
- VARAS-NELSON, A. C.** 2010. Conservation genetics of black bears in Arizona and Northern México. PhD thesis. University of Arizona. Tucson, EE.UU.
- WADDELL, T. E., Y D. E. BROWN.** 1984. Exploitation of two subpopulations of black bears in an isolated mountain range. *Journal of Wildlife Management* 48:933-938.
- WARSHALL, P.** 1994. The madrean sky island archipelago: A planetary overview. Pp. 6-18 in Biodiversity and management of the madrean archipelago: the sky islands of southwestern United States and northwestern Mexico. (Debano, L. F., P. F. Ffolliott, A. Ortega-Rubio, G. J. Gottfried, R. H. Hamre, y C. B. Edminster. comp.). U. S Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Fort Collins, EE.UU.
- WEAVER, J. L., P. C. PAQUET, Y L. F. RUGGIERO.** 1996. Resilience and conservation of large carnivores in the Rocky Mountains. *Conservation Biology* 10:964-976.
- WEBER, W., Y A. RABINOWITZ.** 1996. A global perspective on large carnivore conservation. *Conservation Biology* 10:1046-1054.
- WHITE, C. G.** 2008. Mark and Recapture Parameter Estimation. Version 6.0. Colorado State University. <http://welcome.warnercnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm>. Fecha de consulta 19 de septiembre de 2010.
- WITH, K. A.** 1994. Using fractal analysis to assess how species perceive landscape structure. *Landscape Ecology* 9:25-36.
- WOODROFFE, R., Y J. R. GINSBERG.** 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* 280:2126-2128.
- WOODROFFE, R.** 2000. Predators and people: using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation* 3:165-173.
- YASUDA, M.** 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, Central Japan. *Mammal Study* 29:37-46.

---

*Sometido: 3 de septiembre de 2012*

*Revisado: 5 de diciembre de 2012*

*Aceptado: 5 de diciembre de 2012*

*Editor asociado: Jan Schipper*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*