



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Ecología espaciotemporal y estado de conservación del oso negro en el noroeste de México**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

**Doctora en Ciencias Biológicas**

Presenta:

**M. en C. Nalleli Elvira Lara Díaz**

Dirigida por:

**Dr. Carlos A. López González**

**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Querétaro, Querétaro. México**



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Doctorado en Ciencias Biológicas

Ecología espacio-temporal y estado de conservación del oso negro en el  
noroeste de México

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
Doctorado en Ciencias Biológicas

**Presenta:**  
Nalleli Elvira Lara Díaz

Dirigido por:  
Carlos Alberto López González

Dr. Carlos A. López González  
Presidente

  
Firma

Dr. Robert Wallace Jones  
Secretario

  
Firma

Dr. Christian Alejandro Delfín Alfonso  
Vocal


  
Firma


Dr. Juan Esteban Martínez Gómez  
Suplente

  
Firma

Dr. Aurelio Guevara Escobar  
Suplente

  
Firma

  
Dra. Margarita Teresa de Jesús García  
Gasca  
Director de la Facultad

  
Dra. Ma. Guadalupe Flavia  
Loarca Piña  
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Septiembre de 2017

## RESUMEN

El estado de conservación del oso negro en México es crítico ya que ha perdido más del 80% de su área de distribución. Las estrategias de manejo y conservación requieren incorporar información sobre su conducta espacial y temporal así como la regulación de su estado de protección. Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar los patrones de actividad, selección de recursos, áreas con presencia de la especie y estado de riesgo del oso negro en el noroeste de México. Se muestrearon 29 localidades con 1450 trampas cámara de 2009 a 2013 en Sonora y Chihuahua, México. Se calculó la proporción de actividad diurna, nocturna y crepuscular a través de un estimador de densidad kernel y se construyó una beta regresión entre la densidad diurna y la temperatura anual, precipitación estacional, densidad humana, densidad de carreteras, horas de luz, estación y tipo de manejo. Se construyó un modelo de regresión logística binomial que incorporó el NDVI, media y coeficiente de variación de la temperatura anual, densidad poblacional, rugosidad y estación. Se aplicó el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Especies Silvestres en México, a través de un taller con diversas instituciones. La actividad del oso negro fue principalmente diurna con tendencia bimodal; estuvo positivamente influenciada por las horas de luz, la precipitación estacional y reservas privadas y negativamente por factores antropogénicos. La selección de recursos fue influenciada positivamente por el coeficiente de variación de la temperatura y el NDVI, y negativamente con la temperatura media anual, densidad poblacional y rugosidad. Se identificaron tres áreas de importancia para la distribución del oso negro, dos sin evidencia de poblaciones reproductivas. La especie fue clasificada en peligro de extinción por una distribución restringida, hábitat limitado y alta vulnerabilidad biológica. La temperatura fue un factor principal en la actividad y selección de recursos de la especie y se debe considerar en planes de manejo ante escenarios de cambio climático. Además, la regulación de su estado de riesgo debe ayudar a establecer esfuerzos a largo plazo para promover su permanencia en el país.

**(Palabras clave:** beta regresión, hábitat, noroeste de México, patrones de actividad, riesgo de extinción, selección de recursos, *Ursus americanus*)

## SUMMARY

The Black bear conservation status in Mexico is critical because its distributional range has decrease more than 80%. Management and conservation strategies require to incorporate information on the temporal and spatial behavior, as well as regulating its protection status. The objectives of the present study were to evaluated activity patterns, resource selection, areas with presence of the species, and risk extinction of black bears in northwestern Mexico. We surveyed 29 localities with 1450 camera traps stations from 2009 to 2013 in the states of Sonora and Chihuahua, Mexico. We calculated the proportion of diurnal, nocturnal and crepuscular activity through a kernel density estimator, we build a beta regression between diurnal density and annual temperature, seasonal rainfall, human density, road density, daylight hours, season, and management type. Additionally, we build a binomial logistic regression model incorporating NDVI, mean and coefficient of variation of annual temperature, population density, roughness and season. We applied the Method for Assessing the Risk of Extinction for Wild Species in Mexico, through a workshop with several institutions. Black bear activity was primarily diurnal with a bimodal tendency; was positively influenced by daylight hours, seasonal rainfall, and private reserves and negatively by anthropogenic factors. Resource selection was positively influenced by the coefficient of variation in temperature and NDVI, and negatively associated with average annual temperature, population density, and roughness. We identified three areas of importance within the historical distribution of black bears, two of them without evidence of reproductive populations. This analysis concluded that the species should be classified as endangered of extinction due to restricted distribution, limited habitat, and high biological vulnerability. Temperature was a main factor influencing species activity and resource selection, and should be considered when developing management under climate change scenarios. In addition, regulation of their risk status should be help to establish long-term efforts to promote their permanence in the country.

**(Key words:** activity patterns, beta regression, extinction risk, habitat, northwestern Mexico, resource selection, *Ursus americanus*)

A mi familia, por su amor, paciencia (mucho paciencia) y apoyo en todo el camino.

A Carlos A. López González, porque, aunque a regañadientes, me dejó entrar a su equipo de trabajo, y a lo largo de todos estos años me ha dejado experiencias maravillosas, un gran apoyo personal y profesional, y sobre todo una pasión incondicional por la conservación, acompañada de infinito trabajo y una alta tolerancia a la frustración.

A Helí Coronel-Arellano, porque detrás de ese ogrito que eres, hay un gran profesionalista, pero sobre todo, un gran amigo (la mayoría de las veces, las otras solo hay un ogro).

A los amores de mi vida y sus crías (Lau, Liz, Eu, Luna, Mariana, Ximena, Tadei) y a Raquelita, por todos los momentos en que nos hemos acompañado. Ustedes son una de mis mayores fortalezas... *“está lloviendo pero yo no me voy a mojar, mis amigos me cubren cuando voy a llorar”*.

A Erasto, gracias por abrirme el camino a un mundo que no conocía y que no podía imaginar. Gracias por despertar mi mente y mi corazón de formas tan bellas, naturales y sinceras. Te amo.

Con cariño, a todos mis amigos, compañeros y profesores, en especial a los del lado oscuro del Laboratorio de Zoología de la UAQ, porque de todos he aprendido algo, y si no, pues aunque sea me divertí a montones. Gracias a todas las personas, a veces casi desconocidas, que se preocuparon por mí, y me desearon siempre salud.

Uno de los hechos que me marcó en este periodo, y que aún me duele profundamente, fue la desaparición forzada de los 43 normalistas de Ayotzinapa. Mi amado país, México, es robado, secuestrado, violentado y asesinado cada día y sin discriminación, por personas que ni siquiera tienen edad legal para conducir (que debieron tener el apoyo, las ganas y la oportunidad para estudiar) hasta aquellas que se encuentran en las más altas esferas del poder. México es un país riquísimo en recursos, diversidad y cultura, pero creo que no podemos ser indiferentes ante la situación actual del país. Yo no lo quiero ser, porque si somos indiferentes ante el dolor de nuestra propia especie, cómo podemos hablar de respeto hacia otras formas de vida, de conservación, de desarrollo sustentable, de un futuro para las generaciones que nos están alcanzando. No hay fórmulas inequívocas para sacar a México de la crisis (porque sí, estamos en una gran crisis), pero desde donde estoy, espero contribuir con cosas positivas. Como dijo M. Gandhi *“casi todo lo que realice será insignificante, pero es muy importante que lo haga”*. Espero sinceramente que todas las personas que han sufrido a causa de la delincuencia, corrupción e impunidad en este país encuentren luz, paz y justicia en sus caminos.

*“...Antes de que nos olviden  
Nos evaporaremos en magueyes  
Y subiremos hasta el cielo  
Y bajaremos con la lluvia...”*

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para el desarrollo y escritura de tesis, apoyo # 336794.

El presente trabajo fue realizado gracias al apoyo económico y logístico de: Universidad Autónoma de Querétaro, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) – Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) A. C., Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Panthera Corporation, The Northern Jaguar Project, Naturalia A. C., Universidad Veracruzana, PROFAUNA y Fundación PRODUCE A. C. Chihuahua.

Agradezco el apoyo logístico durante los monitoreos al director y personal de las Áreas Naturales Protegidas: Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe, Reserva de la Biósfera de Janos, Área de Protección de Flora y Fauna Campo Verde, Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca.

A los dueños y personal de los predios particulares y ejidos que nos permitieron el acceso y apoyaron en los monitoreos: Fundación Cuenca Los Ojos, Naturalia A. C., sierra La Madera, sierra El Tigre, El Tápila, Potrero de la Sierra, Oaxaca, Lobos, Tutuaca, El Muchacho, El Rincón, Los Reyes, San José, Papigochic, Los Hornos, Carretas, Hacienda San Guillermo, El Largo, El Cajón, La Avena, El Bote, El Oso, La Norteña, Tapiécitas y Aribabi.

A todas las personas que nos apoyaron con los monitoreos y bases de datos: Gerardo Carreón Arroyo, Alejandro González-Bernal, Rosa E. Jiménez-Maldonado, Diana Zamora-Bárceñas, Eugenia Espinosa-Flores, Daniel Ávila-Aguilar, María Fernanda Cruz-Torres, Socorro Tafoya, Carlos Ortega, Asdrubal Leal-González, Zaira González, Carmen García-Chávez, Cristian Aguilar-Miguel, Federico Mora-Carrillo, Arturo Romero-Rivero, Grethel Capistrán, Efrén Moreno-Arzate, Miguel Gómez-Ramírez, Carmina Gutiérrez-González, Jorge Rodríguez, Rubén Duarte, Alberto González-Gallina.

A Carlos A. López-González, Helí Coronel-Arellano, Robert W. Jones, Christian A. Delfín-Alfonso, Juan Esteban Martínez Gómez, Aurelio Guevara Escobar, Gerardo Sánchez Rojas, revisores anónimos y editores de la revista Ecosphere por sus revisiones, comentarios y aportaciones a los manuscritos.

A todas las personas y a sus instituciones involucradas en el taller para evaluar el riesgo de extinción del oso negro en el noroeste de México: Alejandra Peña Estrada, Alejandro Gómez Nisino, Alfonso Prieto Tinoco, Antonio Chávez Ramírez, Cristina Escobedo, David Armando Valles, Fernando Gavito Pérez, Fernando Quiroz Sánchez, Iván López, Jesús Alonso Duarte Moreno, Mario Cirett Galán, Luis A.

Gamboa Ballesteros, María Alfaro Martínez, Jorge Cordero Lurueña, David Calderón, Leonel Durán, José Manuel Ochoa Barraza, Mario Ochoa Martínez, Pavel Ornelas Flores, Alex Utescher, Carlos Morales, Carlos Ortega Ochoa, Emilio Clarke, Laura Liliana Saldívar Burrola, Alfredo Garza Herrera<sup>†</sup>, Ali I. Villanueva Hernández, Celia López González, Maximiliano Quiñones Amaro, Pedro Rodríguez Hernández, Jonás A. Delgadillo Villalobos, Romelia Medina Guillén.

## TABLA DE CONTENIDOS

1.	PRÓLOGO.....	12
2.	INTRODUCCIÓN GENERAL.....	12
3.	CAPÍTULO 1: ACTIVIDAD Y SELECCIÓN DE RECURSOS DE UN CARNÍVORO AMENAZADO: EL CASO DE LOS OSOS NEGROS EN EL NOROESTE DE MÉXICO.....	15
3.1	RESUMEN.....	15
3.2	INTRODUCCIÓN.....	17
3.3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.3.1	<i>Área de estudio</i> .....	19
3.3.2	<i>Trabajo de campo</i> .....	22
3.3.3	<i>Análisis de datos</i> .....	23
3.4	RESULTADOS.....	30
3.4.1	<i>Patrones de actividad</i> .....	31
3.4.2	<i>Selección de recursos</i> .....	37
3.5	DISCUSIÓN.....	40
4.	CAPÍTULO 2: ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL OSO NEGRO AMERICANO EN EL NOROESTE DE MÉXICO.....	46
4.1	RESUMEN.....	46
4.2	ABSTRACT.....	46
4.3	INTRODUCCIÓN.....	47
4.4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
4.4.1	<i>Área de estudio</i> .....	49
4.4.2	<i>Identificación de áreas y evaluación de riesgo</i> .....	51
4.5	RESULTADOS.....	53
4.6	DISCUSIÓN.....	57
5.	CONCLUSIONES GENERALES.....	62
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	64



<b>7.</b>	<b>APÉNDICES</b> .....	<b>82</b>
<b>7.1</b>	<b>APÉNDICE 1</b> .....	<b>82</b>
<b>7.2</b>	<b>APÉNDICE 2</b> .....	<b>84</b>
<b>7.3</b>	<b>APÉNDICE 3</b> .....	<b>86</b>
<b>7.4</b>	<b>APÉNDICE 4</b> .....	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Patrones de actividad del oso negro en 29 localidades de estudio en Sonora y Chihuahua, México.....	33
Tabla 2. Coeficientes estimados en la beta regresión sobre la proporción de actividad diurna de los osos negros en el noroeste de México en relación a covariables climáticas, de hábitat y antropogénicas.....	36
Tabla 3. Coeficientes estimados desde el modelo logístico binomial para explicar la probabilidad de selección de recursos de los osos negros en el noroeste de México.. .....	39
Tabla 4. Criterios considerados por el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER, Tambutti et al., 2001) y resultados de la evaluación de oso negro ( <i>Ursus americanus</i> , Pallas 1780) en el noroeste de México.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1. Localidades de estudio (n = 29) donde se evaluó la detección y no detección de osos negros dentro de diferentes comunidades bióticas (Brown 1994) en Sonora y Chihuahua, México. 1 - Los Fresnos, 2 - San Bernardino, 3 - Ajos, 4 - Tigre, 5 - Madera, 6 - Los Ojos, 7 - El Pinito, 8 - El Tápila, 9 - Buenos Aires, 10 - Potrero de la Sierra, 11 - Oaxaca, 12 - Lobos, 13 - Tutuaca, 14 - El Muchacho, 15 - El Rincón, 16 - Los Reyes, 17 - San José, 18 - Papigochic, 19 - Los Hornos, 20 - Carretas, 21 - Hacienda San Guillermo, 22 - El Largo, 23 - El Cajón, 24 - La Avena, 25 - El Bote, 26 - El Oso, 27 - La Norteña, 28 - Tapiecitas, 29 - Aribabi.....20

FIG. 2. Patrón de actividad general de los osos negros en el noroeste de México, estimado a través de una función de densidad que mide la probabilidad de observar al animal durante los periodos categorizados a través del día. Detalles de la asignación de horas a cada categoría en el texto.....32

FIG. 3. Mapa con proyección de la probabilidad de selección de recursos de los osos negros en el noroeste de México. Ver detalles en el texto.....40

FIG. 4. Identificación de áreas con registros de oso negro (*Ursus americanus*, Pallas 1780) en la Sierra Madre Occidental, noroeste de México, donde se aplicó el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (Tambutti et al., 2001).....50

## 1. PRÓLOGO

La presente tesis se encuentra dividida en dos capítulos, el primero fue enviado a la revista “*Ecosphere*” (ISSN 2150-8925), donde fue aceptado para su publicación. El segundo capítulo fue enviado a la revista “*Therya*”, con número de identificador: 536.

Los dos capítulos mantienen en general las normas editoriales de acuerdo a la revista a la que fueron sometidos, por lo que el formato es diferente entre capítulos, incluyendo formato de secciones, tablas, figuras y literatura citada.

## 2. INTRODUCCIÓN GENERAL

Actualmente cerca del 25% de las especies de mamíferos a nivel mundial se encuentran en peligro de extinción (Schiper et al. 2008), siendo los principales factores causantes, de manera directa e indirecta, los impactos antropogénicos ocasionados por el crecimiento de las poblaciones humanas (Harrison 1992, Cardillo et al. 2004). Entre ellos, la conversión y pérdida del hábitat natural de las especies ha llevado a la biodiversidad a una crisis global y tan solo de cobertura forestal se ha perdido aproximadamente el 20% (Anderson y Jenkins 2005). Adicionalmente, factores biológicos y ecológicos propios de las especies potencian su riesgo de extinción (Purvis 2000). En el caso de los carnívoros, cualquiera de las características como un rango geográfico reducido, endemismo, historia de vida lenta, alto nivel trófico, poblacionales pequeñas y aisladas, actividad diurna, estructura social compleja, gran tamaño corporal o una amplia variación en las tasas de crecimiento poblacional, hacen a las especies más susceptibles a encontrarse en riesgo (Gaston y Blackburn 1996, Purvis 2000, Cardillo et al. 2004, Cardillo et al. 2008, Mills 2007, Knapp y Monterrosa-Salomón 2010).

En México los osos negros (*Ursus americanus*, Pallas 1780), son los carnívoros de mayor tamaño (Hall 1981) y al igual que la mayoría de los carnívoros de talla grande ( $\geq 20$  Kg), sus poblaciones se han visto reducidas como

consecuencia de la fragmentación, por la expansión agropecuaria, usos forestales (Pelton 1982, Duffy 2002, List 2007) y otras actividades antropogénicas como la cacería furtiva (Leopold 1959, Pelton 1982, Brown 1983, Hoffmeister 1986, SEMARNAP-INE 1999, Costello et al. 2001). El hábitat del oso negro en el país, asociado principalmente a bosques de coníferas y latifoliadas (Servheen 1990), se ha reducido de manera drástica durante el siglo XX, perdiendo más de 80% de su área de distribución (SEMARNAP-INE 1999, Scheik y McCown 2014). Actualmente la especie se restringe a los bosques templados al norte de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, incluyendo la ecorregión conocida como Archipiélago Madreño (Leopold 1959, Baker y Greer 1962, Hall 1981, Marshall et al. 2004, Delfín-Alfonso et al. 2012), la cual consiste en sistemas montañosos rodeados de una matriz de pastizales y matorrales (Marshall et al. 2004).

Adicionalmente a la pérdida de su hábitat, las características intrínsecas de la biología del oso negro, demografía, talla corporal y requerimientos de espacio y recursos (Pelton 1982, Larivière 2001), factores extrínsecos amenazantes (e.g., sequía; Prieto-González et al. 2011) y factores antropogénicos (e.g., densidad poblacional humana; Pelton y van Manen 1994) colocan a la especie ante una situación crítica para su conservación. Por ello la especie o subespecies distribuidas en México (*U. a. eremicus* con distribución en la Sierra Madre Oriental, *U. a. machetes* y *U. a. amblyiceps* con distribución en la Sierra Madre Occidental; Hall 1981) han sido incluidas bajo diferentes categorías de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059, destacando la categoría de En peligro de extinción (SEDESOL 1994, SEMARNAT 2002, SEMARNAT 2010, DOF 2015), y la especie es considerada como prioritaria para ejercer acciones de conservación (CONANP 2013a).

A pesar de la situación de la especie, la información disponible sobre su distribución actual, biología, ecología y conducta es escasa, al igual que los trabajos en el noroeste de México (Doan-Crider y Hellgren 1996, Rodríguez-Martínez et al. 2008, Varas et al. 2010, Atwood et al. 2011, Delfín-Alfonso et al. 2012, Espinosa-

Flores et al. 2012, Scheik y McCown 2014, Camargo-Aguilera et al. 2017). Es necesario generar dicha información debido a que las estrategias de manejo y conservación requieren incorporarla para incidir en la permanencia de los osos negros a largo plazo.

Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar los patrones de actividad y selección de hábitat del oso negro en relación a factores bióticos, abióticos y antropogénicos en el noroeste de México, así como identificar y delimitar áreas con evidencia de la presencia de oso negro y evaluar su estado de riesgo, con base en el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres (MER; Tambutti et al. 2001) en los estados de Sonora, Chihuahua y Durango, México.

### **3. CAPÍTULO 1: ACTIVIDAD Y SELECCIÓN DE RECURSOS DE UN CARNÍVORO AMENAZADO: EL CASO DE LOS OSOS NEGROS EN EL NOROESTE DE MÉXICO.**

#### **3.1 Resumen**

Las estrategias de manejo y conservación de especies amenazadas requieren información sobre su comportamiento temporal y espacial y su relación con el uso del hábitat. Se evaluaron los patrones de actividad y selección de recursos del oso negro en el noroeste de México. Se monitorearon 29 localidades con 1450 estaciones con trampas cámara de 2009 a 2013 en los estados de Sonora y Chihuahua, México. En cada localidad se calculó la proporción de actividad diurna, nocturna y crepuscular a través de un estimador de densidad kernel basado en la hora de eventos fotográficos independientes, y se construyó una beta regresión entre la densidad diurna y la temperatura anual, precipitación estacional, densidad humana, densidad de carreteras, horas de luz, estación y tipo de manejo. Para evaluar la selección de recursos se construyó un modelo de regresión logística binomial que incorporó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, la media y el coeficiente de variación de la temperatura anual, la densidad de población humana, la rugosidad del terreno y la estación. La actividad del oso negro fue principalmente diurna con una tendencia bimodal alrededor del amanecer y el atardecer. La actividad diurna (entre el amanecer y el atardecer) estuvo influenciada positivamente por las horas de luz, la precipitación estacional y las reservas privadas y negativamente por factores antropogénicos. La selección de recursos fue influenciada positivamente por el coeficiente de variación de la temperatura y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, y se asoció negativamente con la temperatura media anual, la densidad de población humana y la rugosidad del terreno. Los patrones de actividad y el uso de recursos fueron similares a otros de Norteamérica. Sin embargo, la temperatura fue uno de los principales factores que influyó en la actividad de los osos negros y en la selección de recursos en nuestra área de estudio y debe ser considerado al desarrollar planes de manejo dados los

aumentos proyectados de temperatura esperados bajo escenarios de cambio climático. Se presenta el primer trabajo de su tipo en el noroeste de México y se considera un componente importante en futuros monitoreos y protocolos de manejo para la especie en la porción sur de su distribución.

**(Palabras clave:** beta regresión, función de probabilidad de selección de recursos hábitat, noroeste de México, oso negro, patrones de actividad)

### **Abstract**

Management and conservation strategies for endangered species require information on their temporal and spatial behavioral and habitat use relationships. We evaluated activity patterns and resource selection of black bears in northwestern Mexico. We surveyed 29 localities with 1450 camera traps stations from 2009 to 2013 in the states of Sonora and Chihuahua, Mexico. In each locality, we calculated the proportion of diurnal, nocturnal and crepuscular activity through a kernel density estimator based on the time of independent photographic events, and we built a beta regression between diurnal density and annual temperature, seasonal rainfall, human density, road density, daylight hours, season, and management type. To evaluate resource selection we built a binomial logistic regression model incorporating Normalized Difference Vegetation Index, mean and coefficient of variation of annual temperature, human population density, terrain roughness and season. Black bear activity was primarily diurnal with a bimodal tendency around sunrise and sunset. Diurnal activity (between sunrise and sunset) was positively influenced by daylight hours, seasonal rainfall, and private reserves and negatively by anthropogenic factors. Resource selection was positively influenced by the coefficient of variation in temperature and Normalized Difference Vegetation Index, and negatively associated with average annual temperature, human population density, and terrain roughness. Activity patterns and resource use were similar to other regions in North America. However, temperature was one of the main factors influencing black bear activity and resource selection in our study areas and should



be considered when developing management plans given projected increases in temperature expected under climate change scenarios. We present the first work of its kind for northwestern Mexico and considered it as an important component in future survey and management protocols for the species in the southern portion of its distribution.

**(Key words:** activity patterns, beta regression, black bear, habitat, northwestern Mexico, resource selection probability function).

### 3.2 INTRODUCCIÓN

El oso negro (*Ursus americanus*, Pallas 1780) es considerado en la categoría de preocupación menor por la IUCN debido a su amplia distribución y abundancia en Canadá y Estados Unidos, sin embargo las poblaciones más meridionales en México en peligro de extinción local (DOF 2015). En México, su área de distribución ha disminuido 80% (SEMARNAP-INE 1999, Delfín-Alfonso et al. 2012, Scheick y McCown 2014). La persistencia de los osos negros en México requiere el desarrollo de estrategias de manejo y conservación efectivas las cuales deberían beneficiarse de la colecta de información completa sobre relaciones temporales y espaciales intraespecíficas (Cheyne y Macdonald 2011, Akbaba y Ayas 2012, Carter et al. 2012). Específicamente, el conocimiento de patrones de actividad y selección de recursos es necesario para el diseño de acciones de manejo y recuperación para especies en peligro en paisajes con presencia humana (Manly et al. 2002, Beckman y Berger 2003).

Los patrones de actividad definidos como periodos conductuales alternados de descanso y movimiento favorecen la sobrevivencia y reproducción (Halle y Stenseth 2000). La evaluación de la variación en los patrones de actividad puede ayudar a entender las adaptaciones locales de una especie (Patterson et al. 1999, Lucherini et al. 2009, Norris et al. 2010) y proveen información sobre los patrones de movimiento y posibles interacciones interespecíficas (Chen et al. 2009, Harmsen et al. 2010, Carter et al. 2012). Los patrones de actividad varían con respecto a la

localización geográfica, estación, clima, cantidad y disponibilidad de alimento, edad, sexo y condición fisiológica de los individuos; la variación natural y presiones antropogénicas, entre otros factores, influyen también en ellos (Garshelis y Pelton 1980, Kaczensky et al. 2006, Matthews et al. 2006, Chen et al. 2009).

Los patrones de actividad de los osos negros generalmente muestran una tendencia diurna, presentando dos picos de actividad por la mañana y alrededor del atardecer (Ambstrup y Beecham 1976, Ayers et al. 1986, Bridges et al. 2004). Los patrones varían con la estación, en primavera-verano es principalmente diurna y en otoño incrementan su actividad nocturna; estos cambios pueden estar asociados con el tipo de alimento disponible, los periodos de luz y la temperatura (Garshelis y Pelton 1980, Bridges et al. 2004). Los osos pueden también reducir su actividad diurna e incrementar su actividad nocturna para evitar encuentros con humanos (Ayers et al. 1986, Bridges et al. 2004, Mattheus et al. 2006, Kaczensky et al. 2006, Schwartz et al. 2010). En general, una presencia humana significativa promueve una alta actividad nocturna para evitar encuentros con humanos cerca de áreas de alimentación, fuentes de agua y caminos (Gunther 1994, Beckman y Berger 2003, Lyons 2005).

Los osos negros pueden hacer uso de una amplia variedad de asociaciones vegetales, entre las que destacan bosques de coníferas y latifoliadas (Servheen 1990). En el norte de México y suroeste de Estados Unidos, los osos negros usan bosques de coníferas, encinos y juníferos, bosques abiertos, zonas de semidesierto, matorrales y pastizales (Hoffmeister 1986, LeCount y Yarchin 1990, Hellgren 1993, Doan-Crider y Hellgren 1996, Rodríguez-Martínez et al. 2008). Los osos negros se encuentran en un rango medio de elevaciones (e.g., 1015-2809 m en la Sierra Madre Occidental; Delfín-Alfonso et al. 2011), restringidos a las zonas donde no existen asentamientos humanos de gran tamaño; los osos negros evitan áreas cercanas a caminos o carreteras de alta velocidad (Aune 1994, Pelton y van Manen 1994, Fecske et al. 2002, Matthews et al. 2006). La selección de recursos también tiene un componente temporal importante; y aunque los osos deben

obtener alimento abundante, este es a menudo variable y distribuido desigualmente en primavera, verano y otoño (Lindzey y Meslow 1977, Rogers 1993, Costello et al. 2001).

Esperamos que los individuos en el noroeste de México muestren actividad diurna con un incremento de actividad nocturna alrededor del otoño, y durante otras estaciones en localidades con mayor presión humana (Garshelis y Pelton 1980, Bridges et al. 2004, Schwartz et al. 2010). También predecimos que la productividad, la precipitación, y las horas de luz, favorecerán los patrones de actividad diurna mientras que altas temperaturas la inhibirán (Garshelis y Pelton 1980, Powell et al. 1997). Por lo tanto nuestro primer objetivo fue describir los patrones de actividad de los osos negros en el noroeste de México y caracterizar su variación con relación a factores bióticos, abióticos y antropogénicos. Adicionalmente, esperamos que los osos negros reduzcan su uso de áreas con el incremento de la presencia humana (Fecske et al. 2002, Matthews et al. 2006). Los osos negros seleccionarán principalmente sitios con alta productividad (Costello y Sage Jr. 1994), por lo que las lluvias tendrán un impacto positivo en la selección de recursos debido a que está relacionada con una mayor disponibilidad de alimento; altas temperaturas tendrán un impacto negativo porque tales temperaturas disminuyen la movilidad de la especie (Pelton 1982). Como segundo objetivo, documentamos la selección de hábitat por los osos negros (Johnson 1980) en relación a factores bióticos, abióticos y antropogénicos.

### **3.3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.3.1 Área de estudio**

Estudiamos los patrones de actividad y selección de recursos del oso negro en 29 localidades de los estados de Sonora y Chihuahua en el noroeste de México de 2009 a 2013 (Fig. 1). La mayoría de las localidades (n=24) fueron seleccionadas debido a que los osos negros se encuentran potencialmente a elevaciones superiores a 1500 m y en estas localidades ocurren bosques mixtos (Delfín-Alfonso

et al. 2012). Las localidades restantes fueron sitios donde era poco probable la ocurrencia de los osos.

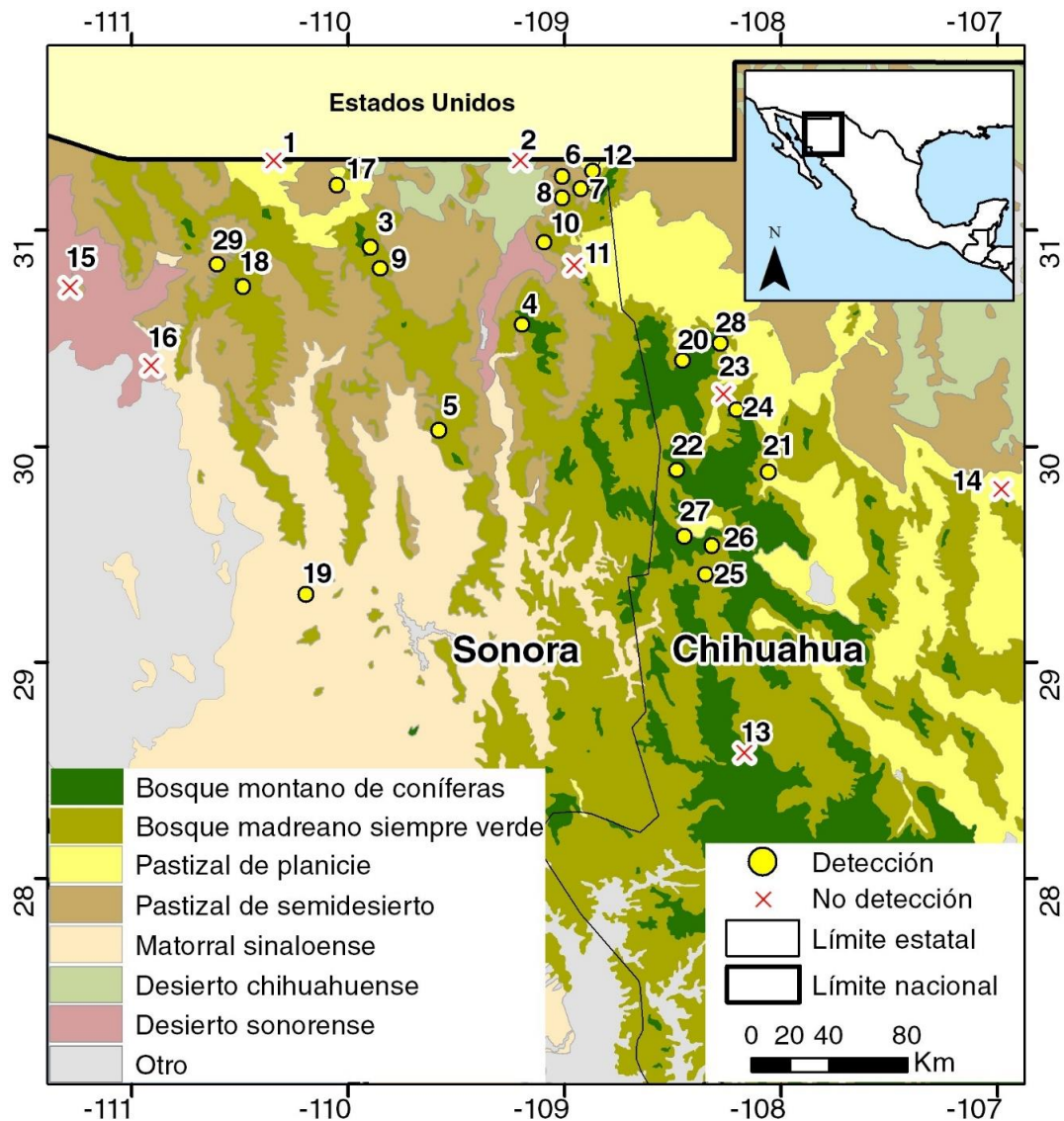


FIG. 1. Localidades de estudio (n = 29) donde se evaluó la detección y no detección de osos negros dentro de diferentes comunidades bióticas (Brown 1994) en Sonora y Chihuahua, México. 1 - Los Fresnos, 2 - San Bernardino, 3 - Ajos, 4 - Tigre, 5 - Madera, 6 - Los Ojos, 7 - El Pinito, 8 - El Tápila, 9 - Buenos Aires, 10 - Potrero de la Sierra, 11 - Oaxaca, 12 - Lobos, 13 - Tutuaca, 14 - El Muchacho, 15 - El Rincón, 16 - Los Reyes, 17 - San José, 18 - Papigochic, 19 - Los Hornos, 20 - Carretas, 21 - Hacienda San Guillermo, 22 - El Largo, 23 - El Cajón, 24 - La Avena, 25 - El Bote, 26 - El Oso, 27 - La Norteña, 28 - Tapiecititas, 29 - Aribabi.

Esta área abarca un conjunto de montañas entre las que el macizo de la Sierra Madre Occidental tiene la mayor superficie (Bye, 1995). Desiertos y valles intermontanos rodean este complejo montañoso; el paisaje es parte de una ecorregión conocida como “The Apache Highlands” (Marshall et al. 2004). Las localidades de estudio representan siete comunidades bióticas de acuerdo a Brown (1994) (TNC 2006; Apéndice I).

La comunidad Bosque Madreano Siempre Verde (Madrean Evergreen Woodland) está presente en 65.5% de las localidades (n=19 de 29 localidades). La precipitación media anual es mayor a 400 mm. La vegetación está compuesta principalmente por encinares y juníperos desde 800 m de elevación. Pastizales de desierto (Desert grasslands) o Desierto chihuahuense (Chihuahuan desertscrub) ocurren a bajas elevaciones, y los bosques de coníferas a elevaciones superiores a 1,850 m (Brown 1994).

Los Pastizales de Semidesierto (Semidesert Grassland) son la segunda comunidad más monitoreada (n = 11, 38%). Está localizada entre 1,100 y 1,400 m, y está rodeada por Matorrales de Desierto (Desert Scrub) en bajas elevaciones. Los Bosque Madreano Siempre Verde o los pastizales de Planicies (Plains Grasslands) ocurren entre 1,500-1,700 m. La precipitación media anual varía entre 250 y 450 mm (Brown 1994).

Los Pastizales de planicies (Plains and Great Basin Grassland) son la tercera comunidad más común (n=9, 31%), generalmente ocurren sobre 1,500 m de elevación en Sonora y sobre los 1,700 m en Chihuahua, alcanzando sus límites entre 2,200-2,300 m. Es adyacente al Bosque Madreano Siempre Verde, bosques de coníferas, y ocasionalmente a Chaparral Interior (Interior Chaparral). La precipitación promedio anual varía entre 300-460 mm (Brown 1994).

El Bosque Montano de Coníferas (Petran Montane Conifer Forest) ocurre en ocho localidades de estudio (27%), generalmente arriba de 2,000 m; tiene una precipitación promedio anual entre 460 a 760 mm. Bosques de pino ponderosa

están presentes en menores elevaciones, y bosques mixtos de coníferas en mayores elevaciones. En su límite inferiores colinda con Bosque de Pino-Junípero (Pinyon–Juniper Woodland), Chaparral Interior y Bosque Madreano Siempre Verde (Brown 1994).

El Matorral Espinoso Sinaloense (Sinaloan Thornscrub), el Desierto Sonorense de Tierras Altas (AZ Upland Subdivision-Sonoran Desertscrub) y el Desierto chihuahuense (Chihuahuan Desertscrub), están menos representadas, las primeras en dos localidades y la última en una localidad. El Matorral Espinoso Sinaloense ocurre en Sonora desde el nivel del mar hasta 900 m; tiene una precipitación anual entre 300-500 mm (Brown 1994). El Desierto Sonorense de Tierras Altas es encontrado entre 300-1,000 m, con una precipitación anual promedio entre 200-425 mm. El Desierto Chihuahuense puede ocurrir entre 400-1,600 m, y tiene una precipitación promedio anual entre 200-300 mm (Brown 1994).

Hay cuatro Áreas Naturales Protegidas (NPA) federales en el área de estudio: 1) Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe, localidades 3, 5 y 9; 2) Área de Protección de Flora y Fauna Campo Verde, localidades 22, 26 y 27; 3) Reserva de la Biósfera Janos, localidades 20 y 28; y 4) Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca, localidad 13. Es importante destacar que las localidades 1, 2, 6 y 7 son reservas privadas dedicadas a la conservación de la vida silvestre. Todas las localidades con excepción de las reservas privadas, y de la localidad 3 son privadas o ejidos (propiedad comunal) donde se realizan actividades como ganadería, agricultura o aprovechamiento forestal (INEGI 2012).

### **3.3.2 Trabajo de campo**

Muestreamos 29 localidades a través de un total de 57 monitoreos de campo, de enero de 2009 a diciembre de 2013 (Apéndice 2). Definimos un monitoreo de campo como el periodo en el cual las trampas cámara estuvieron colocadas y permanecieron fijas (aproximadamente un mes). En cada monitoreo de campo, colocamos una media de  $25.44 \pm 4.87$  (desviación estándar, DE, en adelante)

trampas cámara; el número de trampas cámara por monitoreo de campo estuvo en función de su disponibilidad. Colocamos un total de 1,450 trampas cámara en los 57 monitoreos de campo, con un esfuerzo de muestreo total de 56,371 días cámara (Apéndice 2). Las 29 localidades fueron monitoreadas de una a ocho ocasiones, donde la mayoría de los sitios tuvo un monitoreo de campo (Apéndice 2). Construimos un polígono mínimo convexo (74,750 km<sup>2</sup>) alrededor de las localidades muestreadas para tener referencia de la variación total de hábitats y condiciones ambientales.

Utilizamos seis diferentes modelos de trampas cámara activadas por movimiento: WildvieW modelos Xtreme 2.0, Xtreme 5.0, InfraedXtreme y TK30<sup>®</sup> (Wildview, Grand Prairie, USA), Cuddeback Digital Scouting Capture Camera 1125<sup>®</sup> (Cuddeback, Green Bay, USA) y Panthera Camera Trap V. 3<sup>®</sup> (Panthera, New York, USA). En la mayoría de las estaciones, colocamos trampas cámara WildvieW<sup>®</sup>. Todas las cámaras fueron programadas para operar continuamente (24 h/día) a intervalos de un minuto; las cámaras WildvieW<sup>®</sup> tomaron tres fotografías consecutivas, y las cámaras Cuddeback<sup>®</sup> y Panthera<sup>®</sup> tomaron una fotografía.

Colocamos las trampas cámara en árboles a lo largo de veredas o caminos identificados como paso de fauna, donde se encontraban rastros (i. e. huellas, excrementos, rascaderos, pelo de varias especies de fauna), con una dirección norte-sur para evitar su activación por la luz del sol (Si et al. 2014, Swan et al. 2014). Las cámaras estuvieron separadas aproximadamente 1 km, dependiendo de la rugosidad y accesibilidad a los sitios seleccionados. Usamos sardina comercial en salsa de tomate, una combinación de avena, maíz y extracto de vainilla como atrayente. Consideramos que esta combinación de atrayentes facilita la detección de osos, sin influir en su variación de comportamiento (Bridges et al. 2004).

### **3.3.3 Análisis de datos**

*Variables independientes para los patrones de actividad.* Siete variables fueron usadas en una beta regresión para modelar los patrones de actividad de los osos negros. Incluimos: 1) temperatura promedio anual (AAT), 2) precipitación

estacional (SR), 3) densidad poblacional humana (PD), 4) densidad de carreteras (RoD), 5) horas de luz promedio (MDL), 6) estación, y 7) tipo de manejo (MT). Una mayor proporción de MDL se ha asociado a una mayor actividad diurna de los osos negros. La actividad de los osos negros tiende a ser menor con altas o bajas temperaturas, mientras que mayor SR se asocia a la productividad estacional y un incremento en la actividad de los osos (Garshelis y Pelton 1980, Powell et al. 1997). La PD, RoD, y MT están relacionados a actividades humanas y asociados con un incremento de la actividad nocturna y una disminución de la actividad diurna (Schwartz et al. 2010); la estación es un factor de variación en los patrones de actividad a lo largo del día (Wagner et al. 2001, Bridges et al. 2004).

Utilizamos el programa ArcMap 10.1 (ESRI 2012) para el análisis de las variables 1 a 4 con el UTM Datum WGS 84. Las variables climáticas derivaron de promedios mensuales durante 1910-2009, donde AAT es el promedio anual de este periodo, y la SR es la suma trimestral de acuerdo a la estación en la que estuvieron activas las cámaras. Ambas variables fueron extraídas de Cuervo-Robayo et al. (2013): el raster fue remuestreado a un tamaño de pixel de 1 km<sup>2</sup> con la herramienta Resample (ESRI 2012). Para las variables PD (INEGI 2010) y RoD (INEGI 2015), utilizamos la herramienta Kernel Density (ESRI 2012) para proyectarlas a una unidad de área para obtener densidad poblacional (individuos/km<sup>2</sup>) y densidad de caminos (km de camino/km<sup>2</sup>). Asignamos el valor de cada variable a cada cámara utilizando la herramienta Sample (ESRI 2012).

MDL representa el promedio de las horas entre el amanecer y atardecer en cada cámara por monitoreo de campo. Las estaciones fueron designadas como primavera (Sp; Abril-Junio), verano (Su; Julio-Septiembre) y otoño (Au para el monitoreo de campo 1, y Aut para el monitoreo de campo 2; Octubre-Diciembre). El invierno no fue incluido debido a no se registraron osos negros en esta estación. Si un monitoreo de campo ocurría entre dos estaciones, asignamos ésta a la estación donde ocurrieran más del 50% de los días cámara (Apéndice 2). MT incluye



protección en reserva privada, protección en NPA, y propiedades privadas sin protección (Apéndice 2).

No incluimos cinco variables en el modelo de beta regresión, debido a que muestran una alta correlación ( $\geq 0.7$ ; Hosmer y Lemeshow 2000). Entre estas variables estuvieron el NDVI (correlación + con AAT), precipitación promedio anual (-AAT), temperatura estacional máxima y mínima (+MDL), y precipitación de la estación anterior (-MDL).

*Patrón de actividad.* Los patrones de actividad estimados usando trampas cámara son útiles y tienen algunas ventajas sobre la telemetría, particularmente si la variación individual no es estudiada; las ventajas incluyen la capacidad para coleccionar datos de individuos no marcados, baja intensidad de monitoreo y que la captura de individuos no es necesaria (Bridges et al. 2004). Elaboramos una base de datos de osos negros fotografiados durante el periodo activo de cada cámara, excluyendo fotografías de cámaras desprogramadas (2.61% de fotografías). Seleccionamos los registros fotográficos de osos adultos, y excluimos todos los registros de crías por estar correlacionados con las actividades de su madre (Costello 2010). Consideramos registros independientes a aquellos separados por lo menos una hora para evitar correlación. Si durante el periodo de una hora identificábamos individuos adultos diferentes en la misma cámara, consideramos cada uno como un evento independiente (Foster et al. 2013). Para las fotografías tomadas durante el horario de verano en Chihuahua (1 de abril a 28 de octubre de 2012 y 7 de abril a 27 de octubre de 2013), sumamos una hora a cada registro, de modo que todos los registros correspondieron a una zona horaria única (-7 UTC). En el estado de Sonora no se sigue el horario de verano, por lo que hubo cambios.

Convertimos la hora de los registros fotográficos a hora solar con el paquete solaR (Perpiñán-Lamigueiro 2012), para hacer comparable los periodos de muestreo a lo largo del año. Calculamos el promedio de la hora de amanecer y atardecer, para cada monitoreo de campo y en conjunto para todos los monitoreos,

por medio del paquete RAtmosphere (Biavati 2015). El uso de ambos paquetes, y el resto de los análisis fueron en el programa R ver. 3.2.2 (R Development Core Team 2015). Calculamos el día juliano (requerido por RAtmosphere) usando el software online provisto por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO 2015).

La actividad fue asignada a tres categorías: 1) diurna, una hora después del amanecer y una hora antes del atardecer, 2) nocturna, una hora después del atardecer y una hora antes del amanecer, y 3) crepuscular, una hora antes y después del amanecer, y una hora antes y después del atardecer (Foster et al. 2013). La proporción de actividad diurna, nocturna y crepuscular de los osos negros fue estimada siguiendo a Ridout y Linkie (2009), usando un estimador de densidad kernel con el paquete overlap (Meredith y Ridout 2014). Excluimos los monitoreos de campo con  $n < 5$  eventos independientes para el análisis debido a que observamos que un patrón de actividad derivado de menos de cinco eventos independientes podría sobreestimar la proporción de actividad, debido a que la actividad está concentrada en periodos cortos (e.g., el total del AUC está en una o dos horas durante todo del día).

El estimador de densidad kernel tiene la función  $\hat{f}(x, v) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_v[d(x, x_i)]$ , donde  $K_v$  es la función de densidad de probabilidad de la distribución circular normal,  $v$  es el parámetro de suavizado, y  $d(x, x_i)$  es la distancia angular entre los puntos (Ridout y Linkie 2009). Esta aproximación permite calcular el área bajo la curva, la cual es equivalente a la probabilidad de observar un animal durante los periodos categorizados (Foster et al. 2013); una mayor probabilidad indica mayor actividad.

Adicionalmente, debido a la diversidad de ambientes, tipo de manejo y estacionalidad entre los monitoreos de campo, evaluamos los factores asociados a la proporción de actividad diurna a través de un modelo de beta regresión, el cual asume que la variable de respuesta sigue una distribución beta (Ferrari y Cribari-Neto 2004). El modelo usado tuvo una variable de respuesta (proporción de

actividad) con valores bajo el intervalo (0,1). No usamos modelos donde se usa la transformación  $\text{logit}(\widetilde{y}) = \log\left(\frac{y}{y-1}\right)$ , porque esta aproximación tiene algunos inconvenientes. Por ejemplo, el parámetro de las regresiones es interpretado en términos de  $\widetilde{y}$  y no en los del valor de  $y$  (ocasionando la desigualdad de Jenesen). En segundo lugar, las regresiones que involucran datos como las tasas y proporciones son típicamente heterocedásticas, por lo que muestran una mayor variación en torno a la media y una menor variación hacia los límites inferior y superior del intervalo. Por último, la distribución de las tasas y proporciones suele ser asimétrica; por lo tanto, las aproximaciones basadas en la distribución normal pueden ser inexactas en muestras pequeñas (Ferrari y Cribari-Neto 2004, Cribari-Neto y Zeileis 2010).

Construimos el modelo de beta regresión usando el paquete `betareg` (Cribari-Neto y Zeileis 2010). Utilizamos la proporción de actividad diurna como variable dependiente y cinco variables continuas y dos variables categóricas, descritas en la sección previa, como variables independientes. Para la construcción inicial del modelo, utilizamos todas las variables y sus interacciones dobles debido a que los grados de libertad no permitieron interacciones más complejas. En el análisis, construimos modelos subsecuentes eliminando variables no significativas para encontrar el modelo más parsimonioso. Hicimos una comparación entre modelos subsecuentes mediante la función `Likelihood Ratio Test of Nested Models` del paquete `lmtree`, donde la variable fue eliminada si la probabilidad de  $\chi^2$  era superior a 0.05 (Hothorn et al. 2015). Reducimos el modelo hasta que las variables no podían ser eliminadas. Estimamos el Criterio de Información de Akaike (AIC; Akaike 1973) para todos los modelos construidos, y seleccionamos el mejor modelo usando el valor más bajo de AIC (Cribari-Neto y Zeileis 2010). También construimos intervalos de confianza (CI) de 95% con el procedimiento paramétrico `bootstrap`; usamos 99 aleatorizaciones desde muestras de 30 datos.

*Variables independientes para la selección de recursos.* Utilizamos 16 variables en el modelo logístico binomial: 1) NDVI, 2) AAT, 3) coeficiente de variación de AAT (CVT), 4) rango de temperatura anual (RT), 5) coeficiente de variación de la precipitación anual (CVR), 6) huella humana (HF), 7) distancia a localidades (DiLo), 8) distancia a caminos (DiRo), 9) distancia a corrientes de agua (DiSt), 10) PD, 11) RoD, 12) densidad de corrientes de agua (StD), 13) rugosidad, 14) orientación, 15) pendiente, y 16) estación.

El NDVI, variables climáticas y las estaciones del año, se han asociado con la presencia de bosques, producción estacional de frutos y variación estacional en el uso del hábitat (Lindzey y Meslow 1977, Landers et al. 1979, Costello y Sage Jr. 1994, Costello et al. 2001, Belant y Follmann 2002). Las variables antropogénicas representan características del paisaje que los osos negros evitan (Aune 1994, Fecske et al. 2002, Matthews et al. 2006). Las variables restantes han sido positivamente asociadas con el uso del hábitat (Aune 1994, Hayes y Pelton 1994, Clark et al. 1998, Fecske et al. 2002, Atwood et al. 2011).

El NDVI (USGS 2015), las variables climáticas (Cuervo-Robayo et al. 2013) y la estación fueron manejadas de la forma descrita anteriormente, pero la estación incluyó invierno. HF (WCS y CIESIN 2005), fue remuestreada a un pixel de 1 km<sup>2</sup> con la herramienta Resample (ESRI 2012). Para los shapes de caminos, corrientes y localidades (INEGI 2010, INEGI 2015), generamos un raster con un tamaño de pixel de 1 km<sup>2</sup> de distancias euclidianas en metros a partir de la localización de cada cámara (variables 7-9), usando la herramienta Euclidean distance (ESRI 2012). También con estos shapes utilizamos la herramienta Kernel Density (ESRI 2012) para proyectarlas a una unidad de área en km<sup>2</sup> (variables 10-12). La rugosidad, orientación y pendiente fueron derivadas de un raster de elevación (INEGI 2013a) previamente remuestreado a un tamaño por pixel de 1 km<sup>2</sup> usando DEM Surface Tools ver. 2.1.399 (Jennes 2013). Proyectamos todas las variables continuas usando UTM Datum WGS 84; y asignamos el valor de cada variable a cada cámara con la herramienta Sample (ESRI 2012).

No incluimos tres variables debido a una alta correlación ( $\geq 0.7$ ; Hosmer y Lemeshow 2000): elevación (-AAT), precipitación media anual (+NDVI, -CVT) y cobertura arbórea (+NDVI). Todas las variables continuas en la beta regresión y el modelo logístico binomial fueron normalizadas a una distribución z; la pendiente, al ser una unidad sexagesimal fue transformada a seno (Gumbel 2012).

*Selección de recursos.* Estimamos la selección de recursos para los osos negros a nivel de paisaje a través de una función RSP basada en unidades de recursos usadas y no usadas (Manly et al. 2002). La función RSP es la probabilidad de que una unidad de recursos sea seleccionada cuando es encontrada; la probabilidad de selección es una decisión binaria con resultados de uso y no uso de la unidad de recursos que depende únicamente del tipo de recursos (Lele et al. 2013). Las unidades de recursos coinciden con las localizaciones de las trampas cámara ( $n = 1,450$ ). Al menos un oso fue observado en las unidades usadas ( $n=390$ ) mientras que se falló en registrar a la especie en las unidades no usadas ( $n=1,060$ ) durante el periodo de muestreo. La selección de recursos es relativa, debido a que ella está en relación con la localización de las trampas cámara (pasos de fauna), y no son probabilidades absolutas de selección. La detección de los osos fue analizada con un modelo logístico con estructura de error binomial.

Inicialmente incluimos 16 variables independientes (ver sección previa) sin interacciones. Eliminamos variables no significativas para simplificar el modelo inicial. Estimamos el AIC para todos los modelos y seleccionamos el modelo con menor AIC (Akaike 1973). Construimos un nuevo modelo desde el modelo con menor AIC, permitiendo interacciones entre variables, con excepción de la estación. Construimos nuevos modelos subsecuentes y reducimos interacciones, desde complejas a simples, hasta que no logramos ninguna reducción adicional en el AIC. Estimamos el AIC para el nuevo grupo de modelos, seleccionando el mejor modelo de todos usando el AIC más bajo (Akaike 1973).

Posteriormente, calculamos la selección de recursos como  $p(\text{selección}) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)}$ , donde  $x_p$  corresponde a los valores de cada covariable y  $\beta$  a sus coeficientes de acuerdo al modelo logístico (Manly et al. 2002). Usamos como modelo de validación una curva ROC (Receive Operating Characteristic), considerando un área bajo la curva (AUC) entre 0.7 y 0.9 como “aplicación útil”, y mayor a 0.9 como “alta precisión” (Boyce et al. 2002). El análisis de la curva ROC y la estimación del AUC se construyeron a través del paquete pROC ver. 1.8 (Robin et al. 2015) en el programa R ver 3.2.2 (R Development Core Team 2015).

El modelo final fue extrapolado y representado como un espaciograma en ArcMap 10.1 (ESRI 2012), proyectando la RSPF de acuerdo a los coeficientes y variables importantes para el mejor modelo. Para ello construimos una retícula de 140,956 km<sup>2</sup>, con celdas de 1 km<sup>2</sup>, limitado al sur a una distancia de 50 km de la última cámara, al norte por la frontera con Estados Unidos, debido a que las capas geográficas de las variables usadas no coinciden entre países (i.e. INEGI 2010, 2015), y hacia el este y oeste por los límites de las ecorregiones más ampliamente representadas dentro del área cubierta por los monitoreos (Brown 1994, TNC 2006). La retícula fue construida con la herramienta genvecgrid, y los valores de las variables asociados a cada celda con la herramienta isectpolyrst, ambas en el programa Geospatial Modelling Environment ver. 0.7.2.1 (Beyer 2014).

### 3.4 RESULTADOS

Obtuvimos 5589 registros fotográficos de osos negros en 43 de 57 monitoreos de campo en 21 localidades (Fig. 1). De estos, 998 fueron eventos independientes con un rango de uno a 147 eventos por monitoreo de campo (mediana=14), y 977 fueron eventos independientes de 34 monitoreos de campo con  $n \geq 5$  eventos independientes.

Los monitoreos de campo con más eventos independientes (año-estación entre paréntesis) fueron Tapiecitas (13-Au,  $n = 147$ ), El Pinito 10-Su ( $n = 106$ ) y Los

Ojos (10-Aut, n = 64) (Apéndice 3). Nueve monitoreos de campo tuvieron menos de cinco eventos independientes (Tabla 1).

### 3.4.1 Patrones de actividad

La proporción de actividad diurna de los osos negros fue de 0.43, que correspondió al promedio del periodo entre las 6:36 y 17:23 h. La proporción de actividad nocturna (19:23-4:36 h) de los osos negros fue de 0.34, y durante el periodo crepuscular fue de 0.23 (Fig. 2). El patrón de actividad fue bimodal alrededor del amanecer y atardecer; la actividad fue mayor cerca del atardecer (Fig. 2). Todas las localidades en conjunto, tienen una proporción de actividad diurna y crepuscular de  $0.64 \pm 0.18$ .

Los patrones de actividad presentaron variación entre los monitoreos de campo (Apéndice 3). En 19 de las 34 monitoreos, fue más probable detectar un oso en el periodo diurno ( $0.56 \pm 0.11$ ). Observamos mayor actividad nocturna en 14 monitoreos ( $0.53 \pm 0.12$ ). Solo un monitoreo de campo tuvo mayor detección de actividad crepuscular con una proporción de 0.42. En 10 monitoreos de campo, la actividad de los osos negros fue bimodal alrededor del amanecer y atardecer; en cinco monitoreos los osos negros mostraron actividad catemeral (Tabla 1).

El mejor modelo para explicar la variación en los patrones de actividad entre localidades incluyó las variables: AAT, SR, PD, RoD, MDL, estación y MT, además de interacciones entre estación y tipo de manejo (Tabla 2). Este modelo fue significativo con un coeficiente Phi de 55.82 (EE=13.44, z=4.54, P<0.001) y un poder explicativo de pseudo  $R^2=0.89$  (Log-likelihood=47.52, g. l.=26, IC=0.8811-0.973). Todas las variables fueron significativamente diferentes de cero, con excepción del verano, y sus interacciones con MDL y AAT. MDL, SR y reservas privadas, e interacciones de la primavera con la RoD y AAT, reservas privadas con DP y SR, y predios privados con SR, tuvieron una relación positiva con la actividad diurna. Los coeficientes del modelo (Tabla 2) muestran que la mayor parte de la influencia sobre la actividad diurna de los osos negros fue negativa, y estuvo dada por la interacción

de PD y MT.Reserva Privada. El peso de este coeficiente fue tres veces más alto que el coeficiente con mayor influencia positiva (MT.Reserva Privada).

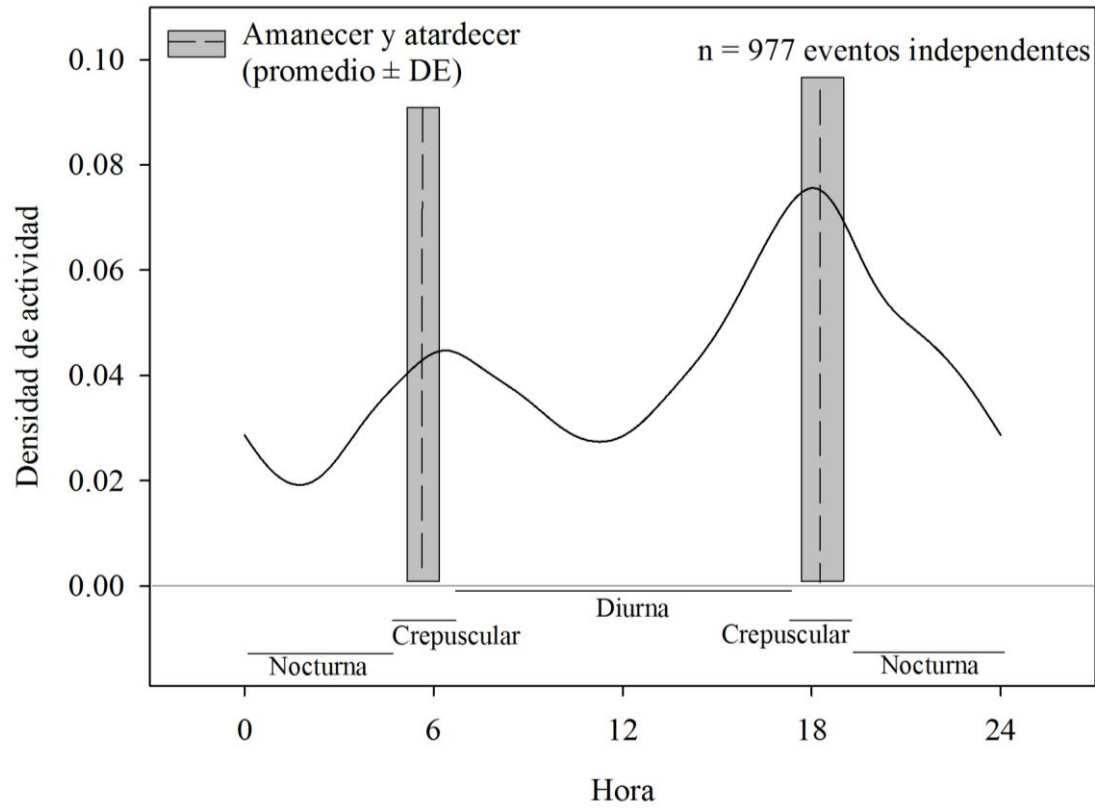


FIG. 2. Patrón de actividad general de los osos negros en el noroeste de México, estimado a través de una función de densidad que mide la probabilidad de observar al animal durante los periodos categorizados a través del día. Detalles de la asignación de horas a cada categoría en el texto.



TABLA 1. Patrones de actividad del oso negro en 29 localidades de estudio en Sonora y Chihuahua, México.

Id	Localidad	Monitoreo de campo	Proporción de actividad			Actividad predominante
			Diurna	Nocturna	Crepuscular	
1	Los Fresnos	09-Wi, 11-Au	-	-	-	-
2	San Bernardino	09-Wi	-	-	-	-
3	Ajos	09-Sp	0.51	0.39	0.1	D
		10-Sp	0.58	0.22	0.2	D
		11-Sp	0.54	0.23	0.23	D, Bi
		12-Sp	0.24	0.46	0.3	N, Bi
4	Tigre	09-Au	0.35	0.48	0.17	N
		11-Sp	0.2	0.38	0.42	C, Bi
		12-Su	0.68	0.11	0.21	D
5	Madera	09-Sp	0.41	0.22	0.37	D, Bi
		09-Su, 10-Au, 11-Su	-	-	-	-
6	Los Ojos	09-Au	0.14	0.66	0.2	N
		10-Su	0.67	0.08	0.25	D, Bi
		10-Au	0.22	0.57	0.21	N
		10-Aut	0.17	0.63	0.2	N

Id	Localidad	Monitoreo de campo	Proporción de actividad			Actividad predominante
			Diurna	Nocturna	Crepuscular	
		11-Su	0.41	0.42	0.17	N, Ca
		12-Sp	0.37	0.46	0.17	N
		13-Au	0.41	0.25	0.34	D, Bi
<b>7</b>	El Pinito	09-Su	0.82	0.04	0.14	D
		10-Su	0.58	0.21	0.21	D, Ca
		10-Au	0.46	0.38	0.16	D
		10-Aut	0.42	0.43	0.15	N, Ca
		11-Sp	0.58	0.18	0.24	D, Bi
		11-Au	0.64	0.16	0.2	D
		12-Su	0.68	0.14	0.18	D
		13-Sp	0.37	0.43	0.2	N
<b>8</b>	El Tápila	09-Au	*	*	*	*
		11-Au	0.64	0.21	0.15	D, Bi
<b>9</b>	Buenos Aires	10-Sp, 11-Su	*	*	*	*
<b>10</b>	Potrero de la Sierra	10-Wi	-	-	-	-
		11-Au	0.08	0.72	0.2	N
<b>11</b>	Oaxaca	10-Wi	-	-	-	-
<b>12</b>	Lobos	10-Au	0.38	0.39	0.23	N

Id	Localidad	Monitoreo de campo	Proporción de actividad			Actividad predominante
			Diurna	Nocturna	Crepuscular	
13	Tutuaca	12-Su	-	-	-	-
14	El Muchacho	12-Wi	-	-	-	-
15	El Rincón	12-Wi	-	-	-	-
16	Los Reyes	12-Wi	-	-	-	-
17	San José	12-Sp	*	*	*	*
18	Papigochic	12-Su	*	*	*	*
19	Los Hornos	12-Au	*	*	*	*
20	Carretas	12-Su	0.47	0.28	0.25	D
		13-Su	0.66	0.16	0.18	D
21	Hacienda San Guillermo	12-Su, 13-Su	*	*	*	*
22	El Largo	12-Au	0.51	0.34	0.15	D, Bi
		13-Au	0.14	0.71	0.15	N
23	El Cajón	12-Wi	-	-	-	-
24	La Avena	13-Au	0.45	0.34	0.21	D, Ca
25	El Bote	13-Au	0.1	0.66	0.24	N, Bi
26	El Oso	13-Au	0.27	0.39	0.34	N
27	La Norteña	13-Au	*	*	*	*

Id	Localidad	Monitoreo de campo	Proporción de actividad			Actividad predominante
			Diurna	Nocturna	Crepuscular	
<b>28</b>	Tapiecitas	13-Au	0.43	0.36	0.21	D, Ca
<b>29</b>	Aribabi	13-Sp	*	*	*	*

Donde en monitoreo de campo: 00 – últimos dos dígitos del año, Sp - primavera, Su - verano, Au – otoño monitoreo 1, Aut – otoño monitoreo 2, Wi - invierno; en Actividad Predominante: D – diurna, N - Nocturna, C - Crepuscular, Bi - Bimodal, Ca – Catemeral; “\*\*” – registros insuficientes, “-” – sin registros de oso negro.

TABLA 2. Coeficientes estimados en la beta regresión sobre la proporción de actividad diurna de los osos negros en el noroeste de México en relación a covariables climáticas, de hábitat y antropogénicas.

Variable	Coeficiente	EE	Valor P
Constante	-4.21	0.84	***
PD	-1.75	0.51	***
MDL	2.67	0.37	***
RoD	-0.82	0.29	**
AAT	-3.06	0.56	***
SP	1.05	0.41	*
Estación.Primavera	-2.32	0.61	***
Estación.Verano	-1.19	1.32	0.366
MT.Reserva Privada	7.07	1.72	***
MT.Privado	-1.31	0.46	*

Variable	Coficiente	EE	Valor P
PD:MDL	-3.02	1.16	*
MDL:Estación.Primavera	-3.98	0.76	***
MDL:Estación.Verano	-0.37	0.84	0.656
RoD:Estación.Primavera	1.32	0.48	*
RoD:Estación.Verano	-7.95	2.01	***
AAT:Estación.Primavera	3.73	0.84	***
AAT:Estación.Verano	-0.69	0.59	0.247
SP:Estación.Primavera	-6.36	1.23	***
SP:Estación.Verano	-1.75	0.46	***
DP:MT.Reserva Privada	6.5	3.12	*
DP:MT.Privado	-21.28	4.05	***
MDL:MT.Reserva Privada	-3.56	0.69	***
MDL:MT.Privado	-3.69	0.70	***
SP:MT.Reserva Privada	0.63	0.29	*
SP:MT.Privado	3.62	0.77	***

Donde: AAT – temperatura promedio anual, SR – precipitación estacional, PD – densidad poblacional humana, RoD – densidad de carreteras, MDL – promedio del periodo de horas luz, MT – tipo de manejo. Coeficiente Phi=55.82 (EE=13.44, z=4.54, P<0.001), pseudo R2=0.89 (Log-likelihood=47.52, g. l.=26, IC=0.8811-0.973). \*\*\*<0.001, \*\*<0.01, \*<0.05.

### 3.4.2 Selección de recursos

Del total de estaciones con cámaras trampa (n = 1450), detectamos osos negros en 390 estaciones dentro de 21 localidades (Fig. 1). El mejor modelo para

explicar la selección de recursos incluyó las variables: 1) AAT, 2) CVT, 3) rugosidad, 4) NDVI, 5) PD y 6) estación del año, así como algunas interacciones entre ellas (Tabla 3). La estación no fue significativa ( $p > 0.05$ ) y muestra un error estándar grande (Tabla 3), pero incluimos esta variable porque removerla incrementa el valor del AIC. Las variables de CVT y NDVI muestran una relación positiva con la selección de recursos, mientras las otras variables e interacciones tuvieron una relación negativa (Tabla 3). El modelo explicó el 25.73% de la devianza.

La curva ROC muestra un AUC = 0.831 (IC = 0.81-0.85), sugiriendo que es un modelo de aplicación útil de acuerdo a Boyce et al. (2002). En el área total proyectada (140,956 km<sup>2</sup>, Fig. 3), las zonas con una probabilidad de selección de recursos (RSP)  $\geq 0.8$  están caracterizadas por: 1) ATT de  $12.1 \pm 2.3$  °C, 2) CVT de  $1.9 \pm 0.15$  °C, 3) rugosidad de  $0.003 \pm 0.003$ , 4) NDVI de  $0.52 \pm 0.11$ , 5) PD de  $3.84 \pm 27.18$  individuos/km<sup>2</sup>, y 6) estación. El área de selección de recursos (probabilidad  $\geq 0.8$ ) corresponde a 4,190 km<sup>2</sup> en primavera, 4,938 km<sup>2</sup> en verano, y en otoño 3,445 km<sup>2</sup>. La mayoría del área proyectada (109,271 km<sup>2</sup>, 77.52%) tuvo una RSP menor a 0.5.

El área de selección de recursos correspondió en mayor proporción a la comunidad biótica Bosque Montano de Coníferas ( $55.12\% \pm 0.41\%$  para Sp, Su, Au), seguida por Bosque Madreano Siempre Verde ( $33.86\% \pm 0.24\%$ ). Las comunidades bióticas Pastizal de Planicies y Pastizal de Semidesierto fueron las comunidades bióticas menos representadas (5% cada una), mientras que el Desierto Chihuahuense, el Desierto Sonorense y el Matorral Espinoso Sinaloense menos de 1.5% cada una en todas las estaciones.

TABLA 3. Coeficientes estimados desde el modelo logístico binomial para explicar la probabilidad de selección de recursos de los osos negros en el noroeste de México.

Variable	Coeficiente	EE	Valor P
Constante	-18.65	398.41	0.963
AAT	-1.37	0.17	***
CVT	1.63	0.14	***
Rugosidad	-0.01	0.11	0.920
NDVI	0.72	0.12	***
PD	-0.29	0.12	*
Estación.Otoño	17.34	398.41	0.965
Estación.Primavera	17.45	398.41	0.965
Estación.Verano	17.54	398.41	0.965
AAT:CVT	-0.22	0.11	*
AAT:CVT:Rugosidad	-0.36	0.15	*
CVT:Rugosidad:NDVI	-0.33	0.11	*
CVT:Rugosidad:PD	-0.85	0.37	*
Rugosidad:NDVI:PD	-0.34	0.22	0.116
AAT:CVT:Rugosidad:PD	-0.24	0.17	0.167

Donde AAT – temperatura promedio anual, CVT – coeficiente de variación de AAT, NDVI – Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, PD – densidad poblacional humana. \*\*\* < 0.001, \*\* < 0.01, \* < 0.05.

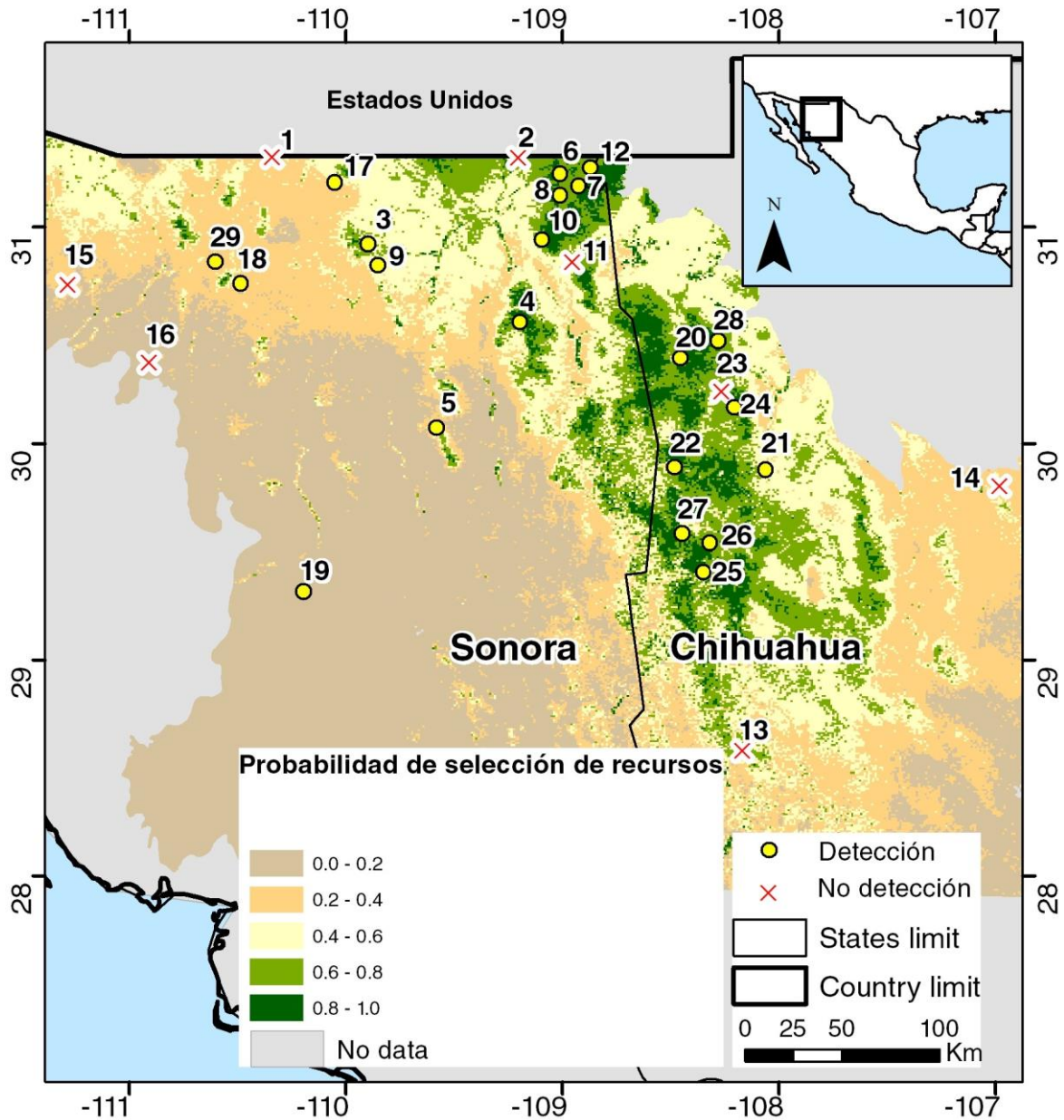


FIG. 3. Mapa con proyección de la probabilidad de selección de recursos de los osos negros en el noroeste de México. Ver detalles en el texto.

### 3.5 DISCUSIÓN

Los principales factores que explican los patrones de actividad y la selección de hábitat para los osos negros en la parte sur de su área de distribución son la temperatura, las actividades antropogénicas y la productividad ambiental. Nuestros



resultados muestran que en su distribución del suroeste, los osos negros tienen un patrón de actividad bimodal, similar al descrito para sitios en los Estados Unidos, como California, Idaho, Washington y Carolina del Norte (Amstrup y Beecham 1976, Lindzey y Meslow 1977, Garshelis y Pelton 1980, Ayers et al., 1986). En el atardecer e inicio de la noche, encontramos una alta proporción de actividad, similar a la reportada en Virginia, Estados Unidos (Bridges et al., 2004). Asimismo, las áreas de selección de recursos están asociadas con bosques templados, siguiendo los patrones generales reportados para regiones más templadas de Norteamérica (Servheen 1990).

La temperatura influyó negativamente tanto en los patrones de actividad como en la selección de recursos. En México, los osos negros ocurren en áreas con temperaturas más cálidas que en la mayoría de las partes más septentrionales de su área de distribución (Hall 1981, Hijmans et al. 2012, Scheick y McCown 2014). Por esta razón, los osos negros reducen su actividad cuando las temperaturas aumentan por encima de los 25 °C (Pelton 1982, Schwartz et al. 2010). En general, detectamos osos negros en áreas con una temperatura media anual de  $13.9 \pm 2.5$  °C. Además, los osos negros probablemente disminuyen su actividad en la mayoría de las localidades a mediodía para reducir su carga térmica durante las horas más calurosas del día (Ayers et al. 1986, Schwartz et al. 2010). Así, la temperatura impide el uso de ciertas áreas, particularmente en días de radiación solar elevada (Rogers y Allen 1987), o reduce la actividad en las localidades más cálidas. Para la selección de recursos, la relación positiva con la CVT implica que la variación de temperatura favorece el uso de áreas con temperaturas adecuadas cada estación. La actividad nocturna observada y el uso ocasional de ambientes áridos pueden resultar de la plasticidad conductual debido a la temperatura, donde los osos usan parte de la noche y períodos más frescos para forrajear para evitar una alta incidencia de radiación solar. Otros estudios de selección de recursos de oso negro (Rice et al. 2009, Merke et al. 2011, Duquette et al. 2017) no han evaluado la temperatura como covariable de importancia; sin embargo, esto puede ser uno de los factores más limitantes en la porción sur de la distribución de la especie.

La primavera y el otoño tuvieron un efecto significativo en la actividad diurna. En primavera, la productividad de los alimentos es menor que durante el verano y el otoño y se concentra de manera desigual a través del paisaje; esto se refleja en una reducción en el movimiento debido a fuentes de localizadas de alimento, así como un aumento de las horas invertidas por un individuo en sitios de alimentación (Garshelis y Pelton 1980). Durante el verano, los osos pasan una buena cantidad de tiempo dedicados no sólo al forrajeo, sino también a la conducta reproductiva, incluyendo la búsqueda de pareja y el tiempo copulando (Pelton 1982). Durante el otoño, hay una reducción de los movimientos en comparación con el verano, en preparación para la hibernación y la disponibilidad de alimentos no es tan restringida en distribución. Cuando disminuye la cantidad de frutos producida por los árboles, los movimientos tienden a aumentar (Garshelis y Pelton 1980, Larivière et al. 1994).

La presión antropogénica fue otro factor que influyó tanto en la selección de recursos como en la actividad. Encontramos una relación positiva entre reservas privadas y actividad diurna. Aquí, las presiones antropogénicas son inexistentes (no hay caza, hay suplementos alimenticios y ausencia de ganado). Las NPAs de México y las propiedades privadas representan áreas de uso múltiple (agrícola, ganadero y forestal) y donde los osos negros son muertos ocasionalmente porque son percibidos como una amenaza. También encontramos que la densidad de población humana y la densidad de carreteras tienen una correlación negativa con la actividad diurna. Esto apoya la influencia positiva de los hábitats con baja presencia humana y la influencia negativa de ambientes alterados por el hombre sobre la actividad diurna de los osos (Ayers et al. 2006, Schwartz et al. 2010). Además, la densidad de población humana afectó negativamente a la selección de recursos, donde los osos negros prefieren áreas remotas con mayor productividad de plantas, evitando ambientes antropogénicos (Rudis y Tansey 1995, Duquette et al., 2017).

Dos factores con influencia positiva en la actividad fueron las horas de luz y la precipitación estacional. Los períodos de horas de luz se asocian con una mayor capacidad visual y una detección más eficiente de los alimentos en el forrajeo de los osos (Garshelis y Pelton 1980, Larivière et al. 1994, Powell et al. 1997). La lluvia puede estar asociada con una mayor productividad de los alimentos, y la abundancia de alimentos se ha relacionado con una alta actividad de los osos a través del día, especialmente durante el verano y principios del otoño (Amstrup y Beecham 1976, Garshelis y Pelton 1980, Larivière et al. 1994). De manera similar, la productividad (NDVI) puede ayudar a definir áreas con mayor RSP porque sus valores más altos representan hábitats que proveen refugio, seguridad y cobertura de escape, caracterizados por terrenos inaccesibles, vegetación densa y comida abundante (Pelton 1982, Duquette et al. 2017). Sin embargo, las diferencias en la productividad entre las estaciones a nivel local y regional, y su influencia en los patrones de actividad y selección de recursos, aún está por cuantificarse en gran parte de la distribución de los osos negros en México (Rogers y Allen 1987, Costello y Sage Jr. 1994).

Consideramos que nuestros modelos son confiables y arrojan luz sobre la ecología del oso negro en el límite meridional de su distribución. La variación en los patrones de actividad y selección de recursos de osos negros en el noroeste de México refleja la plasticidad evolutiva de la especie a un conjunto de ambientes heterogéneos y estacionales, especialmente en áreas más cálidas de la distribución de la especie. El modelo de actividad diurna es preciso, pero la interpretación del modelo de selección de recursos debe ser tomada con cautela (Belant y Follman 2002). Debido a las detecciones imperfectas basadas en el método de muestreo, es importante señalar que la no detección no corrobora la ausencia de la especie (MacKenzie et al. 2003). Otro posible sesgo en nuestro trabajo proviene del uso de las fotos; no podemos distinguir a un animal que está ocupando (o usando) una unidad de hábitat en particular de aquellos individuos que sólo visitan temporalmente un sitio (Lele y Keim 2006, O'Connell et al. 2011). Sin embargo, las pseudo-ausencias utilizadas en estudios que evalúan la selección de recursos a

través de radio-telemetría (Bastille-Rousseau et al. 2010), entrevistas (Merkle et al. 2011) o trampas cámara (este estudio) se han obtenido a través de localizaciones aleatorias o no detecciones, proporcionándonos así datos comparativos entre las condiciones bajo las cuales la especie pueden ser detectada o no (VanDerWal et al. 2009). Si un tipo de hábitat es visitado con más frecuencia que otro, podemos decir que este hábitat se utiliza preferentemente (Lele y Keim 2006). A pesar de ser probabilidades relativas más que absolutas, pueden contribuir a estrategias de manejo y conservación.

Además, la función logística proporciona una aproximación razonable para evaluar la selección de recursos, pero es importante reconocer que el enfoque es específico para nuestro período de estudio, y puede variar entre diferentes períodos de estudio (Cardozo et al. 2013). Aunque el modelo desarrollado puede estar limitado en términos de tasas de detección/no detección, incorpora un gran número de localidades, estaciones y hábitats y, como tal, debe incorporar la variación en las respuestas de comportamiento de los osos a la variabilidad ambiental en el noroeste de México. A pesar de las limitaciones, el modelo de selección de recursos funciona suficientemente bien (Boyce et al. 2002) y creemos que nuestros resultados representan un esfuerzo que incorpora la variación individual, de tiempo y áreas en el límite de distribución meridional del oso negro.

Consideramos que trabajo adicional sobre los osos negros en México debería ser una prioridad para generar nueva información sobre la especie incluyendo los efectos de la edad, el sexo, actividades reproductivas y disponibilidad de alimento, lo que a su vez puede influir en los patrones de actividad y selección de recursos de los osos (Pelton 1982, Amstrup y Beecham 1976, Matthews et al. 2006).

Además, es necesario reevaluar las estrategias de conservación de la especie en México. En la actualidad, la mayoría de las iniciativas de conservación son administradas por instituciones gubernamentales (por ejemplo, SEMARNAT, CONANP) y concentradas en áreas protegidas. En consecuencia, es necesario

fomentar una mayor participación del sector privado y documentar su impacto en la conservación, ya que esto sería decisivo para apoyar la persistencia de la especie en el país.

Por último, el incremento en la temperatura y la disminución de las lluvias previstos en varios escenarios climáticos para esta región, pronostican una tendencia decreciente o incluso la desaparición de los bosques templados a nivel local o regional (Gay-García 2000). Tales cambios en las condiciones del hábitat modificarán el tiempo y el espacio que los osos usan para alimentarse y reproducirse, probablemente reduciendo su adecuación. La relación negativa de la temperatura con la actividad de los osos negros y la selección de recursos es bastante robusta, como se indica en nuestro trabajo. Es esencial evaluar la capacidad adaptativa de la especie para sobrevivir en un ambiente modificado por el cambio climático global en el límite sur de su distribución.

## 4. CAPÍTULO 2: ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL OSO NEGRO AMERICANO EN EL NOROESTE DE MÉXICO

### 4.1 Resumen

La distribución del oso negro en México ha disminuido 80% y sus límites son desconocidos. Nuestro objetivo fue identificar áreas con presencia de la especie y evaluar su riesgo de extinción en el noroeste del país. Aplicamos el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México, en un taller con instituciones gubernamentales, académicas y organizaciones civiles. Identificamos tres áreas de importancia para la distribución de los osos negros: Sonora-Chihuahua (1) mantienen poblaciones importantes para la especie, pero no tuvimos indicios de la presencia de poblaciones reproductivas en el sur de Chihuahua (2) y Durango (3). Nuestros resultados indican que la especie en el área de estudio cumple con las características para ser clasificada como en peligro de extinción dentro de la lista nacional de especies en riesgo, debido a una distribución restringida, hábitat limitado y alta vulnerabilidad biológica en términos de historia de vida e impactos negativos por presiones antropogénicas. La disminución continua de su área de distribución es preocupante, y la regulación del estado de conservación del oso negro en México debería ayudar a establecer esfuerzos para evitar la disminución de su área de distribución y promover su permanencia en el país.

**(Palabras clave:** *Ursus americanus*, riesgo de extinción, distribución, Sierra Madre Occidental).

### 4.2 Abstract

The range for the black bear in Mexico has decreased 80% and their limits are unknown. Our objective was to identify areas with presence of black bear, and evaluate their risk of extinction in northwestern Mexico. We apply the Method for Assessing the Risk of Extinction of Wild Species in Mexico, through a workshop with government institutions, academic and civic organizations. We identified three areas

of importance for black bear distribution: Sonora-Chihuahua (1) maintain important populations for the species; we did not have evidence of reproductive populations in the southern Chihuahua (2) and Durango (3). Our results indicated that the species in the study area should be classified as endangered or extinction in national red species list, due to restricted distribution, limited habitat, and high biological vulnerability in terms of life history and negative impacts from anthropogenic pressure. The loss of range is of concern, and the regulation of conservation status for the black bear in Mexico should be help to establish long-term efforts in order to avoid the decrease of their distribution range and promote their permanence in the country.

**(Key words:** *Ursus americanus*, extinction risk, distribution, Sierra Madre Occidental).

### **4.3 INTRODUCCIÓN**

Aproximadamente 26 % de las especies de mamíferos en el mundo se consideran en peligro de extinción, principalmente por factores antropogénicos directos o indirectos (e. g. pérdida de hábitat y fragmentación) relacionados con el incremento demográfico y el desarrollo económico (Baillie *et al.* 2004; Cardillo *et al.* 2004; Pimm *et al.* 2014; Ripple *et al.* 2014; IUCN 2016). Debido a los diferentes grados de riesgo, es necesario realizar un diagnóstico que permita identificar causas y efectos, amenazas y procesos subyacentes detrás de la disminución en las poblaciones, para apoyar la generación y establecimiento de medidas de conservación y protección adecuadas (Lee y Jetz 2011; Di Marco *et al.* 2012).

La evaluación del estado de riesgo de extinción de mamíferos y otras especies silvestres, requiere idealmente de parámetros objetivos, cuantificables y estandarizados, que generen datos confiables (Mace *et al.* 2008). Sin embargo, la carencia o falta de disponibilidad de información biológica, ecológica y geográfica, limita la aplicación de métodos cuantitativos en evaluaciones de riesgo (Mills 2007). En ausencia de datos cuantitativos, los métodos de evaluación del estado de riesgo

que incluyen una combinación de estimaciones, inferencias y proyecciones, así como opiniones y conocimiento de expertos, son usados para obtener la mejor información científica y razonablemente sustentada (Standards y Petitions Working Group 2006; Mace *et al.* 2008). Estos métodos son ampliamente utilizados por diversos grupos de expertos en todo el mundo; un ejemplo es la inclusión de especies amenazadas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés; Standards y Petitions Working Group 2006) o en la lista nacional de especies en riesgo conocida como Norma Oficial Mexicana 059 (NOM - 059; SEMARNAT 2010).

En México, el estado de riesgo de muchas especies ha cambiado a lo largo de la historia, siendo los mamíferos carnívoros un caso digno de explorar. Por ejemplo, el estatus del oso negro americano (*Ursus americanus* Pallas, 1780) en la NOM - 059 ha cambiado en el último cuarto de siglo. En 1994, la especie fue categorizada como en Peligro de Extinción, sin referencia a las subespecies distribuidas en la Sierra Madre Oriental (SMO) o en la Sierra Madre Occidental (SMOcc; SEDESOL 1994). En las listas de especies en riesgo de 2001 (SEMARNAT 2002) y 2010 (SEMARNAT 2010), solo la subespecie *U. a. eremicus*, distribuida en el noreste de México, fue considerada en Peligro de Extinción, con excepción de la población en la Serranía del Burro, en el estado de Coahuila, que fue catalogada bajo Protección Especial. Sin embargo, ambos listados no incluyen a las subespecies *U. a. machetes* y *U. a. amblyceps*, con distribución en la Sierra Madre Occidental (Hall 1981) por razones desconocidas.

Bajo esta premisa, se consideró hacer una reevaluación del estado de riesgo del oso negro en el noroeste de México, debido a la inconsistencia de su inclusión en la lista de especies en riesgo, a la pérdida de más del 80 % de su área de distribución (SEMARNAP-INE 1999), al desconocimiento preciso de su distribución actual (Scheick y McCown 2014; Monroy-Vilchis *et al.* 2016) y al incremento potencial en su riesgo de extinción, al ser un carnívoro de tamaño corporal grande (Purvis *et al.* 2000). Nuestro objetivo fue identificar y delimitar áreas



con evidencia de la presencia de oso negro en el noroeste de México (*i. e.* Sonora, Chihuahua y Durango) y evaluar su estado de riesgo, con base en el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres (MER; Tambutti *et al.* 2001), con el fin de justificar y fundamentar su exclusión o solicitar su ingreso en el listado de especies en riesgo en México (NOM - 059).

#### **4.4 MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **4.4.1 Área de estudio**

Se delimitó al oeste del estado de Sonora, y oeste de los estados de Chihuahua y Durango, con base en la distribución potencial reportada para el oso negro en la SMOcc (Delfín-Alfonso *et al.* 2012), y tiene una extensión aproximada de 169,000 km<sup>2</sup> (Fig. 4). A pesar de que se ha reportado la presencia de oso negro en los estados de Sinaloa, Jalisco, Nayarit, Zacatecas y Aguascalientes (Delfín-Alfonso *et al.* 2011), no existen registros recientes de la especie, por lo que fueron excluidos del área de estudio.

El intervalo de elevación va de 1,500 a 2,500 msnm, con algunas áreas por arriba de 3,000 msnm y otras por debajo de 1,000 msnm (INEGI 2013a). La temperatura media anual tiene un intervalo entre los 10 ° C a 18 ° C y la precipitación promedio varía entre los 400 a 1,500 mm por año (Cuervo-Robayo *et al.* 2013). La vegetación se encuentra representada por bosques templados (61 %), vegetación secundaria (21.5 %) y pastizales (10.5 %); el resto de la superficie (7 %) consiste en matorrales, selvas y vegetación modificada (INEGI 2013b). El noroeste del área de estudio está representado por la ecorregión denominada Islas Serranas o Islas del Cielo (Marshall *et al.* 2004), la cual es un conjunto de complejos montañosos con elevaciones entre 2,000 - 3,000 msnm; las zonas de mayor altitud se encuentran representadas por bosques templados (Bye 1995; Palacio-Prieto *et al.* 2000).

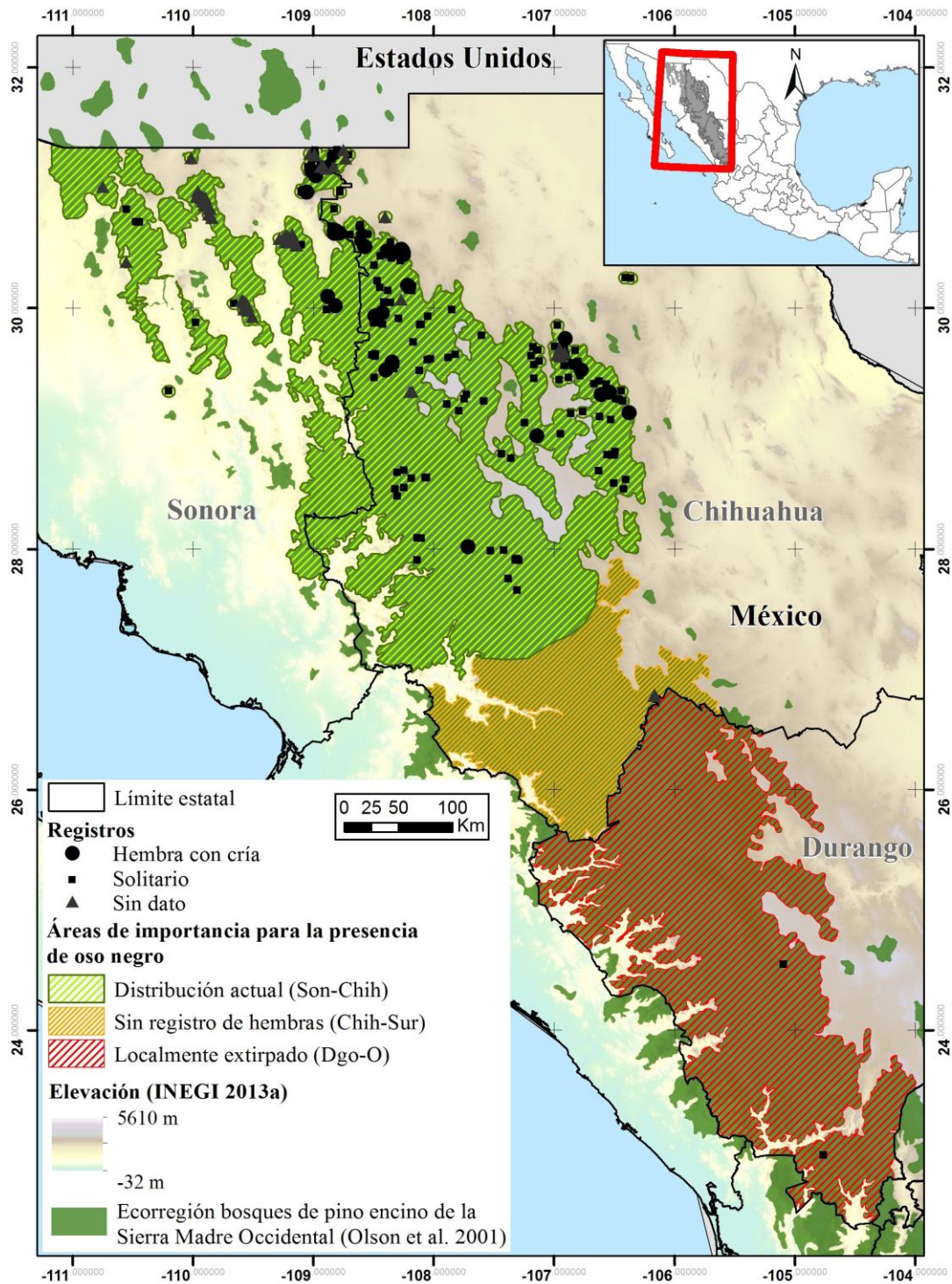


FIG. 4. Identificación de áreas con registros de oso negro (*Ursus americanus*, Pallas 1780) en la Sierra Madre Occidental, noroeste de México, donde se aplicó el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (Tambutti et al., 2001).

#### **4.4.2 Identificación de áreas y evaluación de riesgo**

Para identificar y delimitar las áreas con presencia actual de oso negro y evaluar su estado de riesgo en el noroeste de México, se llevó a cabo un taller con duración de dos días en la ciudad de Chihuahua en 2013. El taller contó con la participación de 38 personas de diversas instituciones académicas, gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (11 asistentes), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (2), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1), Departamento de Vida Silvestre del Gobierno del Estado de Chihuahua (2), CIIDIR-Instituto Politécnico Nacional (2), Universidad Autónoma de Chihuahua (1), Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (2), Universidad Autónoma de Querétaro (3), Universidad Veracruzana (1), Centro de Ecología Regional A.C. (1), Naturaleza sin Fronteras A. C. (1), PROFAUNA A. C. (3), PRONATURA A. C. (1), Tierra Silvestre A. C. (1), World Wildlife Fund (1), organizaciones cinegéticas de Chihuahua (3), pequeños propietarios (1) y vigilantes comunitarios (1). Se extendió la invitación a representantes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de los estados de Sonora, Chihuahua y Durango, departamentos de vida silvestre estatales, protección civil y asociaciones ganaderas regionales, Universidad de Sonora y Safari Club; sin embargo, no respondieron a la invitación.

Durante el taller, se obtuvieron registros de la especie a partir de literatura (*i. e.* Delfín-Alfonso *et al.* 2011) y bases electrónicas (*i. e.* Madrean Archipelago Biodiversity Assessment [MABA] Project; <http://madrean.org>). Posteriormente, se compilaron registros que proporcionaron los participantes durante el taller, que consistieron en evidencias de pieles, cráneos, avistamientos, trampas cámara y rastros (huellas y excrementos). Solo se incluyeron registros únicos (un registro por coordenada). Los registros utilizados se concentraron dentro del periodo 1970 - 2013, que corresponde a seis generaciones de la especie, en lugar de las tres recomendadas por la IUCN (2012). La inclusión de los registros obtenidos en el

taller, fue evaluada por el grupo de trabajo para evitar sesgos y eliminar registros con incertidumbre espacio - temporal.

Una vez compilados los registros se agruparon en dos categorías: hembras con crías e individuos solitarios. Si ambas categorías tenían la misma coordenada, se dio prioridad a la categoría de hembra con cría. Como material de apoyo para georreferenciar registros sin coordenadas precisas, se utilizaron mapas (escala 1 : 250 000) de vegetación y uso de suelo (INEGI 2013b), caminos, localidades y áreas rurales (INEGI 2010), ríos y cuerpos de agua (INEGI 2013c), modelo digital de elevación con una resolución de 1 km<sup>2</sup> / pixel (INEGI 2013a) y Áreas Naturales Protegidas (CONANP 2013b), impresos en formato tipo cartel para que los asistentes al taller pudieran ubicarse espacialmente.

Todos los registros fueron georreferenciados en coordenadas proyectadas utilizando el Datum ITRF 1992. El manejo de registros y capas geográficas se hizo en el programa ArcGIS 10.1 (ESRI 2012). Para la descripción de los registros obtenidos, a cada coordenada se le asoció un valor de cobertura arbórea (Di Miceli *et al.* 2011), elevación (INEGI 2013a) y tipo de vegetación (INEGI 2013b), con el apoyo de la herramienta Sample (ESRI 2012). Se construyó un área circular de 86.5 km<sup>2</sup> para cada registro por medio de la herramienta Buffer (ESRI 2012); esta área corresponde al ámbito hogareño promedio de osos adultos (Onorato *et al.* 2003). Con base en la ecorregión de bosques de pino encino de la Sierra Madre Occidental (Olson *et al.* 2001) y el buffer alrededor de los registros compilados, se delimitaron tres áreas de importancia para la presencia de la especie. Se generó un espacio mapa de los polígonos resultantes y se calculó su superficie (ESRI 2012).

El riesgo de extinción fue evaluado a través del MER durante el taller. Éste es una herramienta de evaluación cualitativa que pondera, por medio de una escala numérica jerárquica, los factores que afectan a una especie a escala nacional. Con base en el resultado del análisis, un taxón puede ser asignado a las categorías de riesgo acorde a la NOM - 059: En Peligro de Extinción (P), Amenazada (A), o se

puede proponer su inclusión como Sujeta a protección especial (Pr) (Tambutti *et al.* 2001; Sánchez *et al.* 2007; SEMARNAT 2010; Tabla 1).

En el taller se aplicaron los cuatro criterios considerados por el MER (Tabla 1): 1) amplitud de la distribución del taxón en México; 2) estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón, que incluye las condiciones bióticas (*e. g.* alimento) y abióticas (*e. g.* clima) adecuadas para la supervivencia y reproducción, si el hábitat disponible es continuo o fragmentado, si la naturaleza del hábitat es favorable o limita el establecimiento y dispersión de la especie y potenciales eventos estocásticos (*e. g.* sequías) que pueden afectar la sobrevivencia de la especie; 3) vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón; 4) impacto de la actividad humana sobre el taxón (Tambutti *et al.* 2001; Sánchez *et al.* 2007). El primer criterio se basó en la identificación y delimitación de áreas con presencia de la especie, mientras que para el resto de los criterios se utilizó la literatura disponible sobre la especie. Así, para los cuatro criterios, se generó una discusión abierta con los participantes del taller y se hizo un consenso de cada criterio para asignar un puntaje.

#### **4.5 RESULTADOS**

En total se obtuvieron 355 registros de osos negros para la SMOcc (Apéndice 4). De la literatura se obtuvieron 46 registros (1979 - 2010; Delfín-Alfonso *et al.* 2011) y a través de MABA Project (1993 - 2013; <http://madrean.org>) 66 registros. En el taller, se compilaron 243 registros (1998 - 2013). La mayoría fueron obtenidos a través de trabajo de campo con trampas cámara, observación directa de ejemplares o rastros (huellas, excrementos) (Apéndice 4). Los años con el mayor número de registros compilados fueron 2013 ( $n = 117$ ), 2005 ( $n = 92$ ), 2012 ( $n = 42$ ), 2009 ( $n = 34$ ), 2010 ( $n = 24$ ) y 2011 ( $n = 16$ ); el resto de los registros ( $n = 30$ ) se dividen entre 11 años diferentes (Apéndice 4). Para 269 registros se pudo determinar si pertenecían a individuos solitarios o de hembras con crías, donde las hembras con crías representaron el 13 % de estos registros (Fig. 4).

En el estado de Sonora se ubicaron 133 registros dentro de 14 municipios, en Chihuahua 220 en 18 municipios, y en el estado de Durango dos registros en un

municipio diferente cada uno (Fig. 4; Apéndice 4). Los registros presentaron una elevación (media  $\pm$  desviación estándar) de  $1972.75 \pm 331.36$  msnm, con un intervalo altitudinal entre 689 a 2,979 msnm (INEGI 2013a). La cobertura arbórea fue de  $23.56 \pm 13.25$  % (con un intervalo de 0 – 63 %) (Di Miceli *et al.* 2011). Estuvieron principalmente en bosques templados, incluyendo bosques de encino, encino pino, pino, pino encino, de galería, y vegetación secundaria asociada a ellos (79.44 %), pastizales naturales (14.37 %) y vegetación modificada (agricultura, pastizal inducido; 4.23 %). En menor proporción se encontraron en matorrales (n = 4), pastizal halófilo (n = 1), asentamientos humanos (n = 1) o zonas urbanas (n = 1) (INEGI 2013b).

Respecto a las áreas de importancia para la presencia de los osos negros, el área (Son - Chih) se definió con base en la presencia de la mayoría de los registros de la especie (n = 351) y la presencia de todos los registros de hembras con crías (n = 34). El área (Son - Chih) se localiza en el noreste de Sonora y oeste de Chihuahua (Fig. 4). Tiene una extensión de 84,808.10 km<sup>2</sup>, de los cuales 60,149.34 km<sup>2</sup> se encuentran en Chihuahua, y 24,658.76 km<sup>2</sup> en Sonora. Presenta elevaciones desde 224 - 3,081 msnm (INEGI 2013a), una temperatura promedio anual de 7.1 - 24.6 ° C y una precipitación promedio anual entre 302 - 1123 mm. Los bosques templados ocupan la mayoría del área (73.9 %, incluyendo vegetación secundaria asociada), seguidos por los pastizales naturales (12.24 %, incluyendo vegetación secundaria asociada). El resto del área (13.86 %) presenta agricultura, pastizales inducidos, matorrales, mezquiales, chaparrales, selva baja caducifolia o asentamientos humanos (INEGI 2013b).

El área (Chih - Sur) estuvo asociada con dos registros recientes de oso negro (2002). Se localiza en el suroeste del estado de Chihuahua, con una superficie de 23,140.91 km<sup>2</sup> (Fig. 4). Esta área tiene elevaciones entre 369 - 3,286 msnm (INEGI 2013a), un promedio de temperatura anual entre 7.5 - 24.2 °C y un intervalo promedio de precipitación anual de 290 - 1,303 mm (Cuervo-Robayo *et al.* 2013). La mayor parte de la vegetación consiste en bosques templados (79.84 %, 2013).

incluyendo vegetación secundaria asociada), pastizales naturales (8.79 %, incluyendo vegetación secundaria asociada) e inducidos (5.55 %). El resto (5.82 %) cuenta con agricultura, selva baja caducifolia, y asentamientos humanos (INEGI 2013b).

El área (Dgo - O) se localiza en el oeste del estado de Durango y en ella se ubicaron dos registros de oso negro (1989 y 2005). Tiene un área de 60,844.37 km<sup>2</sup> (Fig. 4), elevación entre 108 - 3,325 msnm (INEGI 2013a), temperatura promedio anual de 7.1 - 25.6 ° C y precipitación promedio anual entre 365 - 1,477 mm (Cuervo-Robayo *et al.* 2013). Los bosques templados ocupan la mayor superficie (78.91 %), seguido de pastizales naturales (10.43 %) y terrenos agrícolas (4.39 %). El resto (6.27 %) presenta principalmente pastizales inducidos y selva baja caducifolia (INEGI 2013b).

El área (Son - Chih) se consideró con presencia reciente de osos negros, y su superficie (84,808.10 km<sup>2</sup>) correspondió a 4.33 % del territorio nacional (INEGI 2013d). Dentro de la evaluación del MER, el criterio de amplitud de la distribución del taxón en México fue calificado con cuatro puntos, ya que representa una distribución menor al 5 % del área terrestre del país (Tabla 1). De acuerdo a la discusión dentro del taller, las áreas (Chih - Sur) y (Dgo - O) no se consideraron dentro de la distribución actual de la especie, debido a que únicamente existieron cuatro registros sin identificar la presencia de hembras con crías. Adicionalmente, estos registros se encuentran a una distancia entre 150 a 592 km lineales de la agrupación de registros del área (Son - Chih).

El estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón en Sonora, Chihuahua y Durango se calificó como intermedio o limitado, y se le asignó un valor de dos puntos con base en la continuidad del hábitat, eventos estocásticos (*i. e.* incendios, sequías y heladas) y cambio climático. La vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón se calificó como alta, y se le asignó un valor de tres puntos con base en su potencial reproductivo, la susceptibilidad a la productividad de recursos, la diversidad genética, y la conectividad poblacional. Finalmente se consideró que

el impacto de la actividad humana sobre el taxón es moderado y se les asignó un valor de tres puntos con base en las afectaciones de las principales actividades productivas de la región (*i. e.* ganaderas, mineras y forestales) sobre la especie (Tabla 1).

De acuerdo al MER y a las evaluaciones de cada uno de sus criterios durante el taller, el estado de riesgo del oso negro en la SMOcc fue asignado a la categoría 'En peligro de extinción' (12 puntos) (Tabla 4).

Tabla 4. Criterios considerados por el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER, Tambutti et al., 2001) y resultados de la evaluación de oso negro (*Ursus americanus*, Pallas 1780) en el noroeste de México.

CRITERIO	Clasificación	Puntos	Evaluación
	Muy restringida (área < 5%)	4	4
A. Amplitud de la distribución del taxón en México (porcentaje del área de distribución del taxón respecto a la superficie del territorio nacional).	Restringida (5% < área < 15%)	3	
	Restricción media (15% < área < 40%)	2	
	Ampliamente distribuida (área > 40%)	1	
B. Estado del hábitat respecto al desarrollo natural del taxón.	Hostil o muy limitante	3	
	Intermedio o limitante	2	2
	Propicio o poco limitante	1	
C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.	Alta	3	3
	Media	2	
	Baja	1	



CRITERIO	Clasificación	Puntos	Evaluación
D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón.	Alto	4	3
	Medio	3	
	Bajo	2	
Categorías de riesgo			TOTAL
12 a 14 puntos	<b>En peligro de extinción</b>		<b>12 puntos</b>
10 y 11 points	Amenazada		
< 10 puntos	Sujeta a protección especial		

#### 4.6 DISCUSIÓN

Nuestros resultados representan el esfuerzo inicial para definir áreas de importancia y estado de riesgo del oso negro en el noroeste de México. Este trabajo integra diferentes sectores de la sociedad (gobierno estatal y federal, academia, organizaciones civiles y otros individuos de la sociedad en general), quienes han estado involucrados de manera directa o indirecta en investigación y manejo de osos negros en el área de estudio. Consideramos que nuestra aproximación debería ser replicada periódicamente para ayudar a evaluar los cambios en el estado de riesgo de la especie así como para ayudar a definir su distribución reciente de manera más precisa.

La presente contribución contiene una cantidad considerable de registros en un periodo reciente (1970 - 2013) para el área de estudio (e. g. Scheick y McCown 2014), los cuales en su mayoría fueron obtenidos con base en trabajo de campo. A partir de ellos se delimitaron tres áreas con presencia de oso negro, las cuales estuvieron representadas principalmente por bosques templados (e. g. bosque de pino, bosque de encino) como hábitat primordial de la especie (Delfín-Alfonso *et al.* 2012; Monroy-Vilchis *et al.* 2016); aunque otros tipos de vegetación

también son usados y se relacionan en menor proporción con la disponibilidad de alimento (e. g. matorrales; LeCount y Yarchin 1990; Hellgren 1993).

El área (Son - Chih) fue la de mayor importancia para la especie, debido a la presencia de registros únicos de hembras con crías, lo cual representa poblaciones reproductivas, dada la filopatría de las hembras (Rogers 1987; Powell *et al.* 1997; Onorato *et al.* 2004). Esta región, a pesar de los límites artificiales en sus fronteras norte y sur, agrupa la mayoría de los registros únicos (99.3 %) y alberga todos los registros de hembras con crías, por lo que debe ser considerada como prioritaria para la conservación de oso negro en el noroeste de México.

En contraste, dentro de las áreas (Chih - Sur) y (Dgo - O), solo se recopilaron cuatro registros de la especie, ubicados a más de 150 km del registro más sureño del área (Son - Chih). Estas áreas no son consideradas por Scheick y McCown (2014) dentro de la distribución primaria de la especie en México, definida como áreas frecuentemente ocupadas, con poblaciones reproductivas y alta calidad de hábitat, también por la falta de registros.

Al sur del estado de Chihuahua, en el Área de Protección de Flora y Fauna Cerro Mohinora (municipio de Guadalupe y Calvo), y en la Región Prioritaria para la Conservación Sierra Tarahumara (municipio de Bocoyna), los habitantes consideran que los osos han sido extirpados, y algunos mencionan que no los han detectado en más de 50 años (com. pers.). Por otra parte, Delfín-Alfonso *et al.* (2012) expone que los osos negros pudieron ser extirpados de Durango, coincidiendo con las fuertes campañas de control de depredadores previamente documentadas para la Unión Americana y norte de México (Brown 1985). Galindo-Leal y Weber (1998) también indican que la especie fue extirpada de sitios específicos como la Reserva de la Biósfera La Michilía, en el sureste de Durango, como consecuencia de la cacería y el uso de veneno 1080. La falta de detecciones en ambas áreas coincide con nuestros resultados.

Aunque existe una mayor probabilidad de que los osos aún ocupen zonas dentro del área (Chih - Sur) por su cercanía al área (Son - Chih), en comparación

con el área (Dgo - O), consideramos que los cuatro registros de estas áreas durante el periodo de estudio, pueden representar individuos dispersores del norte de la SMOcc o como se ha verificado recientemente, incluso de la SMO (Camargo-Aguilera *et al.* 2017), y que actualmente la especie ha sido extirpada de las dos áreas. Bajo estas premisas, es posible recomendar que en estas áreas se lleve a cabo trabajo de campo intensivo, en la medida en que la seguridad lo permita, para así confirmar el probable estado crítico de conservación de la especie y verificar con ello las áreas en las que ha sido extirpada localmente, con la finalidad de reestablecer hábitats que favorezcan su dispersión o evaluar su posible reintroducción, como se ha hecho en regiones del sureste de Estados Unidos (Smith *et al.* 1991).

El hábitat fue valorado como intermedio o limitado por las siguientes razones. Comprende macizos montañosos con suficiente cobertura forestal (Bennett 2003; Delfín-Alfonso *et al.* 2012; González-Elizondo *et al.* 2013), adecuado para la sobrevivencia y reproducción de la especie, particularmente en los estados de Chihuahua y Durango, pero su superficie y conectividad en Sonora son reducidos por la configuración natural de las Islas del Cielo o Islas Serranas (*i. e.* Warshall 1995). Este paisaje puede restringir los movimientos diarios y estacionales de la especie (Atwood *et al.* 2011), además de limitar la dispersión, el establecimiento de nuevos territorios, o conductas tanto de forrajeo como reproductivas hacia las áreas más fragmentadas (Crooks 2002). Por otro lado, las sequías severas en el noroeste de México, heladas e incendios forestales dentro de la SMOcc (Seager *et al.* 2007; Allen *et al.* 2010; Irby *et al.* 2013; CONAFOR 2015; SMN 2015a, b), pueden causar drásticas disminuciones en los recursos alimenticios, lo cual es posible que afecte el proceso de reproducción y reclutamiento de nuevos individuos a la población (Rogers 1993; Beecham y Rohlman 1994; Cunningham *et al.* 2003), y con ello se vea afectada la viabilidad poblacional. Más aún, el incremento en la temperatura y disminución de la precipitación causadas por el cambio climático, pueden llevar a una reducción del área que actualmente ocupan los bosques templados (Gay-García 2000), afectando el hábitat disponible para la especie.

La vulnerabilidad biológica fue valorada como alta, debido a que la historia de vida de los osos es lenta y con un bajo potencial reproductivo (Pelton 2003; Carney 1985; Mack 1990; Costello *et al.* 2008). Se ha estimado una baja densidad poblacional en el noroeste de su distribución (Espinosa-Flores *et al.* 2012) en comparación con la SMO (Doan-Crider 1995; Guadarrama *et al.* 2006), que puede limitar el flujo genético hacia algunas poblaciones (Atwood *et al.* 2011), y aunque se ha identificado una alta diversidad genética en el norte de la SMOcc (Varas *et al.* 2010), el flujo genético actual entre subpoblaciones es desconocido, por lo que es importante llevar a cabo estudios para determinar este proceso.

Los impactos antropogénicos sobre la especie fueron considerados como moderados. Los productores de ganado han eliminado a los depredadores para evitar pérdidas económicas, y dentro de ello, los osos negros han sido cazados y envenenados actual e históricamente (Leopold 1959; Brown 1985; Galindo-Leal y Weber 1998; Treves *et al.* 2004). En algunas localidades dentro del área (Son - Chih), actualmente se pagan entre 130 - 200 dólares americanos por un macho muerto de oso negro y hasta 340 dólares americanos por una hembra (Coronel-Arellano *et al.* 2016). Otras actividades, como las mineras o forestales, y recientemente la introducción del muro fronterizo, continúan degradando y fragmentando su hábitat, y el incremento de la presencia humana, aunado a la construcción de caminos de acceso, aumenta la probabilidad de mortalidad de individuos (Bunnell y Tait 1985; Elowe y Dodge 1989; Weaver 2000; Varas *et al.* 2007). En los últimos 20 años, se ha estimado una pérdida anual de bosques de más de 300 mil hectáreas en México, y los estados de Sonora y Chihuahua, presentan las pérdidas más grandes de recursos forestales, por arriba de 30 mil hectáreas por año, excediendo tres veces la tasa de reforestación (Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez 2010). La pérdida de hábitat en combinación con el cambio climático (*e. g.* baja precipitación, alta deforestación por incendios o sequías prolongadas; INE-SEMARNAT 2006) tendrán un impacto negativo significativo sobre la sobrevivencia y persistencia de la especie a largo plazo en su principal hábitat dentro de la región.

El puntaje en nuestra evaluación indicó que la especie *U. americanus* con distribución en la SMOcc debería ser incluida en la categoría en Peligro de Extinción. A partir de la presente contribución propuesta al gobierno mexicano, en noviembre de 2015, la especie *U. americanus*, sin distinción entre subespecies o áreas de distribución, fue colocada en dicha categoría, con excepción de la población en las Serranías del Burro, que continua bajo protección especial (DOF 2015). Aun cuando la actual NOM - 059 y su modificación no han sido publicadas oficialmente, se considera válida a partir del periodo de conclusión de la consulta pública, correspondiente a 60 días naturales. Por lo tanto, el marco legal actual para su protección debe favorecer acciones para su recuperación en el país.

Actualmente el área de estudio cuenta con características adecuadas de hábitat que pueden mantener poblaciones viables de oso negro, pero es necesario entender los factores subyacentes en las áreas de su extirpación. Nuestros resultados muestran una necesidad urgente de confirmar la presencia de individuos o poblaciones reproductivas, sobre todo ante la tendencia de su extirpación desde estados como San Luis Potosí (Leopold 1959) hacia el norte de la SMOcc. Adicionalmente, *U. americanus* es una especie cuyos procesos de colonización no son favorecidos por la corta distancia de dispersión de las hembras (Costello *et al.* 2008), por lo que su recuperación en áreas donde ya ha sido extirpada será difícil y lenta sin un programa adecuado de manejo, pero no imposible si se implementan programas continuos para su conservación.

## 5. CONCLUSIONES GENERALES

Los osos negros en el noroeste de México muestran patrones de actividad y selección de recursos similares a los encontrados en la mayor parte de Norteamérica. Sin embargo, la temperatura y las presiones antropogénicas son capaces de modificar su conducta y pueden incidir en su adecuación. Ante el cambio climático, y en conjunto con las causas subyacentes (e.g., pérdida de hábitat, cacería) que han provocado la disminución de sus poblaciones en la actualidad (SEMARNAP-INE 1999), es cuestionable la permanencia de los osos negros en el noroeste de México a largo plazo sin acciones adecuadas que estén encaminadas a su recuperación. Es necesaria la implementación de una estrategia de reducción de los efectos del cambio climático sobre las áreas boscosas y que promueva la conectividad entre hábitats, para disminuir los impactos del crecimiento poblacional humano, en la Sierra Madre Occidental y Archipiélago Madreño.

Los osos negros han ido reduciendo su área de distribución paulatinamente de sur a norte del país (Hall 1981, Delfín-Alfonso et al. 2012, Scheik y McCown 2014), donde los esfuerzos de investigación recientes, realizados de modo independiente, han fallado en detectar la presencia de poblaciones de la especie en la porción serrana del oeste de Durango. Resulta interesante sin embargo, que en Durango aún exista hábitat para los osos negros. Por ello, entender y solventar localmente las causas particulares de la extirpación de grandes carnívoros, debe apoyar en la recuperación regional de los osos negros. Para ello se requiere un trabajo constante y a largo plazo con las comunidades inmersas en el área de distribución, actual e histórica, de los osos negros.

Los osos negros se encuentran en peligro de extinción a nivel nacional (DOF 2015), y el esfuerzo de reconocer su situación a través del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres (Tambutti et al. 2001), es un paso importante para encaminar las estrategias de conservación y/o manejo que deben ser implementadas. Es de considerar, además, que al ser un carnívoro tope, las acciones de recuperación dirigidas hacia la especie deben contribuir significativamente a la conservación de especies silvestres ubicadas abajo en la red

trófica (Ripple et al. 2014). Sin estrategias adecuadas, los osos negros pueden llegar a la extinción en esta región del país, similar a lo ocurrido con el oso plateado en la década de los 1970s (Brown 1985).

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Akaike, H. 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. Pages 267-281 in B. N. Petrov and F. Csaki, editors. Second international symposium on information theory. Budapest, Hungary.
- Akbaba, B., y Z. Ayas. 2012. Camera trap study on inventory and daily activity patterns of large mammals in a mixed forest in north-western Turkey. *Mammalia* 76:43-48.
- Allen, C. D., A. K. Macalady, H. Chenchouni, D. Bachelet, N. McDowell, M. Vennetier, T. Kitzberger, A. Rigling, D. D. Breshears, E. H. T. Hogg, P. Gonzalez, R. Fensham, Z. Zhang, J. Castro, N. Demidova, J. H. Lim, G. Allard, S. W. Running, A. Semerci, y N. Cobb. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259:660–684.
- Amstrup, S. C., y J. Beechman. 1976. Activity patterns of radio-collared black bears in Idaho. *The Journal of Wildlife Management* 40:340-348.
- Anderson, A. B., y C. N. Jenkins. 2005. *Applying Nature's Design. Corridors as a strategy for biodiversity conservation.* Columbia University Press. New York, USA.
- Atwood, T. C., J. K. Young, J. P. Beckmann, S. W. Breck, J. Fike, O. E. Rhodes Jr., y K. D. Bristow. 2011. Modeling connectivity of black bears in a desert sky island archipelago. *Biological Conservation* 144:2851-2862.
- Aune, K. E. 1994. Comparative ecology of black and grizzly bears on the Rocky Mountain Front, Montana. *International Conference on Bear Research and Management* 9:365-374.
- Ayers, L. A., L. S. Chow, y D. M. Graber. 1986. Black bear activity patterns and human induced modifications in Sequoia National Park. *International Conference on Bear Research and Management* 6:151-154.
- Baillie, J. E. M., C. Hilton-Taylor, y S. N. Stuart (eds.). 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN. Bar Hill, UK.



- Baker, R. H., y J. K. Greer. 1962. Mammals of the Mexican state of Durango. Michigan State University Museum Publication, Biological Series 2(2): 25-154.
- Bastille-Rousseau, G., D. Fortin, C. Dussault, R. Courtois, y J. P. Ouellet. 2010. Foraging strategies by omnivores: are black bears actively searching for ungulate neonates or are they simply opportunistic predators?. *Ecography* doi: 10.1111/j.1600-0587.2010.06517.x
- Beckman, J. P., y J. Berger. 2003. Rapid ecological and behavioural changes in carnivores: the responses of black bears (*Ursus americanus*) to altered food. *Journal of Zoology*, London 261:207-212.
- Beecham, J. J. y J. Rohlman. 1994. A shadow in the forest: Idaho's black bear. University of Idaho Press. Moscow, EE.UU.
- Belant, J. L., y E. H. Follmann. 2002. Sampling considerations for American black and brown bear home range and habitat use. *Ursus* 13:299-315.
- Bennett, A. F. 2003. Linkages in the landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. IUCN. Bar Hill, UK.
- Beyer, H. L. 2012. Geospatial Modelling Environmet. (Version 0.7.2.1). (software). <http://www.spatial ecology.com/gme>.
- Biavati, G. 2015. Package "RAtmosphere". Standard Atmospheric profiles ver. 1.1
- Boyce, M. S., P. R. Vernier, S. E. Nielsen, y F. K. A. Schmiegelow. 2002. Evaluating resource selection functions. *Ecological Modelling* 157:281-300.
- Bridges, A. S., M. R. Vaughan, y S. Klenzendorf. 2004. Seasonal variation in American black bear *Ursus americanus* activity patterns: quantification via remote photography. *Wildlife Biology* 10:277-284.
- Brown, D. E. 1983. The wolf in the southwest. University of Arizona Press. Tucson, Arizona, USA.
- Brown, D. E. 1985. The grizzly in the southwest. University of Oklahoma Press. Norman, USA.
- Brown, D. E., editor. 1994. Biotic communities Southwestern Unites States and Northwestern Mexico. University of Utah Press. Salt Lake City, Utah, USA.

- Bunnell, F. L. y D. E. N. Tait. 1985. Mortality rates of North American bears. *Arctic* 38:316–323.
- Bye, R. 1995. Prominence of the Sierra Madre Occidental in the Biological Diversity of Mexico. Pp. 19-27 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, cords.). Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Fort Collins, EE.UU.
- Camargo-Aguilera, M. G., N. E. Lara-Díaz, H. Coronel-Arellano, y C. A. López-González. 2017. Un oso negro (*Ursus americanus*) conecta las grandes Sierras: evidencia genética. *Therya* 8(3): 277-282.
- Cardillo, M., A. Purvis, W. Sechrest, J. L. Gittleman, J. Bielby, y G. M. Mace. 2004. Human Population Density and Extinction Risk in the World's Carnivores. *PLoS Biology* 2:909-914.
- Cardillo, M., G. M. Mace, J. L. Gittleman, K. E. Jones, J. Bielby, y A. Purvis. 2008. The predictability of extinction: biological and external correlates of decline in mammals. *Proceedings of the Royal Society B* 275:1441-1448.
- Cardozo, S. V., B. F. J. Manly, R. Ospina, y C. T. S. Dias. 2013. Bootstrap estimation of resource selection probability functions. *Computational Ecology and Software* 3:91-101.
- Carney, D. W. 1985. Population dynamics and denning ecology of black bears in Shenandoah National Park, Virginia. Tesis de maestria. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, EE. UU.
- Carter, N. H., B. K. Shrestha, J. B. Karki, N. M. B. Pradhan, y J. Liu. 2012. Coexistence between wildlife and humans at fine spatial scales. *PNAS*. 109:15360-15365.
- Céspedes-Flores, S. E. y E. Moreno-Sánchez. 2010. Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación ambiental* 2:5–13.

- Chen, M-T, M. E. Tewes, K. J. Pei, y L. I. Grassman Jr. 2009. Activity patterns and habitat use of sympatric small carnivores in southern Taiwan. *Mammalia* 73:20-26.
- Cheyne, S. M., y D. W. Macdonald. 2011. Wild felid diversity and activity patterns in Sabangau peat-swamp forest, Indonesian Borneo. *Oryx* 45:119-124.
- Clark, J. D., S. G. Hayes, y J. M. Pledger. 1998. A female black bear denning habitat model using a Geographic Information System. *Ursus* 10:181-185.
- CONAFOR. 2015. Incendios. Comisión Nacional Forestal. Recuperado el 04 junio, 2015 de: <http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/incendios/>
- CONANP. 2013a. Programa de conservación de especies en riesgo. PROCER. En: [procer.conanp.gob.mx](http://procer.conanp.gob.mx). Fecha de consulta: 3/12/2013.
- CONANP. 2013b. Áreas Naturales Protegidas de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Recuperado el 03 abril, 2015 de: <http://sig.conanp.gob.mx/website/anpsig/viewer.htm>
- Coronel-Arellano, H., N. E. Lara-Díaz, R. E. Jiménez-Maldonado, y C. A. López-González. 2016. Species richness and conservation status of medium and large terrestrial mammals from four Sky Islands in Sonora, Northwestern Mexico. *Check List the Journal of Biodiversity Data* 12:1839 doi: <http://dx.doi.org/10.15560/12.1.1839>.
- Costello, C. M. 2010. Estimates of dispersal and home-range fidelity in American black bears. *Journal of Mammalogy* 91:116-121.
- Costello, C. M., D. E. Jones, K. A. Green Hammond, R. M. Inman, K. H. Inman, B. C. Thompson, R. A. Deitner, y H. B. Quigley. 2001. A study of black bear ecology in New Mexico with models for population dynamics and habitat suitability. Final Report. Federal Aid in Wildlife Restoration Project W-131-R. New Mexico Department of Game and Fish. Santa Fe, New Mexico, USA.
- Costello, C. M., S. R. Creel, S. T. Kalinowski, N. V. Vu, y H. Quigley. 2008. Sex-biased natal dispersal and inbreeding avoidance in American black bears as revealed by spatial genetic analyses. *Molecular Ecology* 17:4713–4723.

- Costello, C. M., y R. W. Sage Jr. 1994. Predicting black bear habitat selection from food abundance under 3 forest management systems. *International Conference on Bear Research and Management* 9:375-387.
- Cribari-Neto, F., y A. Zeileis. 2010. Beta regression in R. *Journal of Statistical Software* 34:1-24.
- Crooks, K. R. 2002. Relative Sensitivities of Mammalian Carnivores to Habitat Fragmentation. *Conservation Biology* 16:488–502.
- Cuervo-Robayo, A. P., O. Téllez-Valdés, M. Gómez, C. Venegas-Barrera, J. Manjarrez, y E. Martínez-Meyer. 2013. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology* 34:2427-2437.
- Cunningham, S. C., W. B. Ballard, L. M. Monroe, M. J. Rabe, y K. D. Bristow. 2003. Black Bear Habitat Use in Burned and Unburned Areas, Central Arizona. *Wildlife Society Bulletin* 31:786–792.
- Delfín-Alfonso, C. A., C. A. López-González, y M. Equihua. 2012. Potential distribution of American black bears in northwest Mexico and implications for their conservation. *Ursus* 23:65-77.
- Delfín-Alfonso, C. A., C. A. López-González, y N. E. Lara-Díaz. 2011. El oso negro americano en el Noroeste de México: Recuperación de Registros de ocurrencia. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 27:777–801.
- Di Marco, M., M. Cardillo, H. P. Possingham, K. A. Wilson, S. P. Blomberg, L. Boitani, y C. Rondinini. 2012. A novel approach for global mammal extinction risk reduction. *Conservation Letters* 5:134–141.
- Di Miceli, C., M. Carroll, A. Sohlberg, C. Huang, C. Hansen, y G. Townshend. 2011. Annual Global Automated MODIS Vegetation Continuous Fields (MOD44B) at 250 m Spatial Resolution for Data Years Beginning Day 65, 2000 – 2010. Collection 5 Percent Tree Cover. University of Maryland. College Park, EE.UU.

- Doan-Crider, D. L. 1995. Population characteristics and home range dynamics of a black bear population in northern Coahuila, México. Tesis de Maestría. Texas A&M University. Texas, EE.UU.
- 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.
- DOF. 2015. Proyecto de modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, cuarta sección. México.
- Duffy, J. E. 2002. Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. *Oikos* 99: 201-219.
- Duquette, J. F., J. L. Belant, C. M. Wilton, N. Fowler, B. W. Waller, D. E. Beyer, Jr., N. J. Svoboda, S. L. Simek, y J. Beringer. 2017. Black bear (*Ursus americanus*) functional resource selection relative to intraspecific competition and human risk. *Canadian Journal of Zoology* 95:203-212.
- Elowe, K. D. y W. E. Dodge. 1989. Factors affecting black bear reproductive success and cub survival. *Journal of Wildlife Management* 53:962–968.
- Espinosa-Flores, M. E., N. E. Lara-Díaz, y C. A. López-González. 2012. Tamaño poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en dos Islas del Cielo del Noreste de Sonora, México. *Therya* 3:403–415.
- ESRI. 2012. ArcGIS desktop: release 10.1. Environmental Systems Research Institute. Redlands, California, USA.
- Fecske, D. M., R. E. Barry, F. L. Precht, H. B. Quigley, S. L. Bittner, y T. Webster. 2002. Habitat use by female black bears in Western Maryland. *Southeastern Naturalist* 1:77-92.
- Ferrari, S. L. P, y F. Cribari-Neto. 2004. Beta regression for modelling rates and proportions. *Journal of Applied Statics* 31:799-815.

- Foster, V. C., P. Sarmiento, R. Sollman, N. Torres, A. T. A. Jácomo, N. Negroes, C. Fonseca, y L. Silveira. 2013. Jaguar and puma activity patterns and predator-prey interactions in four brazilian biomes. *Biotropica* 45:373-379.
- Galindo-Leal, C. y M. Weber. 1998. El Venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación. EDICUSA-CONABIO. México.
- Garshelis, D. L., y M. R. Pelton. 1980. Activity of black bears in the Great Mountains National Park. *Journal of Mammalogy* 61:8-19.
- Gaston K. J. y T. M. Blackburn. 1996. Conservation Implications of Geographic Range Size-Body Size Relationships. *Conservation Biology* 10: 638-646.
- Gay-García, C., compiler. 2000. México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program. México.
- González-Elizondo, M. S., M. González-Elizondo, L. Ruacho-González, I. L. López-Enriquez, F. I. Retana-Rentería, y J. A. Tena-Flores. 2013. Ecosystems and diversity of the Sierra Madre Occidental. Pp. 204-211 in *Biodiversity and management of the Madrean archipelago III* (Gottfried, G. J., P. F. Ffolliott, B. S. Gebow, L. G. Eskew, y L. C. Collins, coords.). Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Fort Collins, EE. UU.
- Guadarrama, E., G. Salgado, F. González, P. V. Moreno, y J. G. Villareal. 2006. Preliminary study of a black bear population in the Sierra de Gomas and Sierra Milpillas in Nuevo Leon, Mexico. *International Bear News* 15:24.
- Gumbel, E. J. 2012. *Statistics of extrens*. Dover Publications Inc. Mineola, New York, USA.
- Gunther, K. A. 1994. Bear management in Yellowstone National Park, 1960-93. *International Conference on Bear Research and Management* 9:549-560.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America Vol. II*. John Wiley and Sons. New York, EE. UU.
- Halle, S., y N. C. Stenseth. 2000. *Activity Patterns in Small Mammals. An Ecological Approach*. Ecological Studies, Volume 141. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, USA.

- Harmsen, B. T., R. J. Foster, S. C. Silver, L. E. T. Ostro, y C. P. Doncaster. 2010. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology* 76:320-324.
- Harrison, P. 1992. *The Third Revolution. Population, Environment and a Sustainable World*. Penguin Books, London, UK.
- Hayes, S. G., y M. R. Pelton 1994. Habitat characteristics of female black bear dens in northwestern Arkansas. *International Conference on Bear Research and Management* 9:411-418.
- Hellgren, E. C. 1993. Status, distribution, and summer food habits of black bears in Big Bend National Park. *The Southwestern Naturalist* 38:77–80.
- Hijmans, R. J., S. Cameron, y J. Parra. 2012. *WorldClim - Global Climate Data*. University of California. Berkeley, California, USA. <http://www.worldclim.org/bioclimate>
- Hoffmeister, D. F. 1986. *Mammals of Arizona*. The University of Arizona Press. Arizona Fish and Game Department. Tucson, Arizona, USA.
- Hosmer, D. W., y S. Lemeshow. 2000. *Applied logistic regression*. Second edition. Wiley series in probability and statistics. John Wiley & Sons Inc., New York, USA.
- Hothorn, T., A. Zeileis, R. W. Farebrother, C. Cummins, G. Milla, y D. Mitchell. 2015. *Package lmerTest. Testing linear regression models*. Ver. 0.9-34.
- INEGI. 2010. Censo de población y vivienda 2010 escala 1:250,000. Marco geoestadístico 2010 ver. 5.0 A. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_g\\_3.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_g_3.aspx)
- INEGI. 2012. Atlas agropecuario de México. Censo agrícola, ganadero y forestal 2007. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro//ca2007/Resultados\\_Agricola/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro//ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx)
- INEGI. 2013a. Continuo nacional de elevaciones resolución 30 m. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

- <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelevaciones.aspx>
- INEGI. 2013b. Conjunto Nacional de Información de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250,000, Serie V. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2013c. Hidrología superficial Escala: 1: 250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Recuperado el 14 octubre, 2013 de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/hidrologia/default.aspx>
- INEGI. 2013d. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2015. Cartas topográficas escala 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/>
- INE-SEMARNAT. 2006. México Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Irby, C. M., P. Z. Fulé, L. L. Yocom, y J. Villanueva-Díaz. 2013. Dendrochronological reconstruction of long-term precipitation patterns in Basaseachi, Chihuahua, México. *Madera y Bosques* 19:93–105.
- IUCN. 2012. The IUCN Red List Categories and Criteria v 3.1. Second Edition. IUCN Species Survival Commission. IUCN. Gland, Suiza.
- IUCN. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-1. Recuperado el 30 junio, 2016 de: <http://www.iucnredlist.org>
- Jenness, J. 2013. DEM surface tools for ArcGIS. An ArcGIS extension for analyzing raster elevation datasets. Jenness Enterprises. Arizona, USA.
- Johnson, D. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61:65-71.
- Kaczensky, P., D. Huber, F. Knauer, H. Roth, A. Wagner, y J. Kusak. 2006. Activity patterns of brown bears (*Ursus arctos*) in Slovenia and Croatia. *Journal of Zoology* 269:474-485.



- Knapp, S. y J. Monterrosa-Salomón. 2010. A simple method for assessing preliminary conservation status of plants at a national level: a case study using the ferns of El Salvador. *Oryx* 44:523-528.
- Landers, J. L., R. J. Hamilton, A. S. Johnson, y R. L. Marchinton. 1979. Foods and habitat of black bears in Southeastern North Carolina. *The Journal of Wildlife Management* 43:143-153.
- Larivière, S., J. Huot, y C. Samson. 1994. Activity patterns of female black bears in northern mixed-forest environment. *Journal of Mammalogy* 75:613-620.
- LeCount, L. A. y C. J. Yarchin. 1990. Black bear habitat use in east-central Arizona. Technical Report Number 4. Arizona Game and Fish Department. Tucson, EE.UU.
- Lee, T. M., y W. Jetz. 2011. Unravelling the structure of species extinction risk for predictive conservation science. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 278:1329-1338.
- Lele, S. R., E. H. Merrill, J. Keim, y M. S. Boyce. 2013. Selection, use, choice and occupancy: clarifying concepts in resource selection studies. *Journal of Animal Ecology* 82:1183-1191.
- Lele, S. R., y J. L. Keim. 2006. Weighted distributions and estimation of resource selection probability functions. *Ecology* 87:3021-3028.
- Leopold, A. S. 1959. *Wildlife of Mexico*. University of California Press. Berkeley, California, USA.
- Linzey, F. G., y E. C. Meslow. 1977. Home range and habitat use by black bears in Southwestern Washington. *The Journal of Wildlife Management* 41:413-425.
- List, R. 2007. Los impactos del muro fronterizo sobre los mamíferos silvestres. Páginas 77–86 en A. Córdova, y C. A. de la Parra, coordinadores. Una barrera a nuestro ambiente compartido. El muro fronterizo entre México y Estados Unidos. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. El Colegio de la Frontera Norte. Consorcio de Investigación y Política Ambiental del Suroeste. México.

- Lucherini, M., J. I. Reppucci, R. S. Walker, M. L. Villalba, A. Wurstten, G. Gallardo, A. Iriarte, R. Villalobos, y P. Perovic. 2009. Activity pattern segregation of carnivores in the High Andes. *Journal of Mammalogy* 90:1404-1409.
- Lyons, A. J. 2005. Activity patterns of urban American black bears in the San Gabriel Mountains of southern California. *Ursus* 16:255-262.
- Mace, G. M., N. J. Collar, K. J. Gaston, C. Hilton-Taylor, H. R. Akçakaya, N. Leader-Williams, E. J. Milner-Gulland, y S. N. Stuart. 2008. Quantification of Extinction Risk: IUCN's System for Classifying Threatened Species. *Conservation Biology* 22:1424–1442.
- Mack, J. A. 1990. Black Bear Dens in the Beartooth Face, South-Central Montana. *International Conference on Bear Research and Management* 8:273–277.
- MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, J. E. Hines, M. G. Knutson, y A. B. Franklin. 2003. Estimating site occupancy, colonization, y local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology* 84:2200-2207.
- Manly, B. F. J., L. L. McDonald, D. L. Thomas, T. L. McDonald, y W. P. Erickson. 2002. Resource selection by animals. Statistical design and analysis for field studies. Second edition. Kluwer Academic Publishers. Boston, Massachusetts, USA.
- Marshall, R. M., D. Turner, A. Gondor, D. Gori, C. Enquist, G. Luna, R. Paredes Aguilar, S. Anderson, S. Schwartz, C. Watts, E. Lopez, y P. Comer. 2004. An ecological analysis of conservation priorities in the Apache Highlands Ecoregion. The Nature Conservancy of Arizona, Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, agency and institutional partners. Tucson, Arizona, USA.
- Matthews, S. M., J. J. Beechman, H. Quigley, S. S. Greenleaf, y H. M. Leithead. 2006. Activity patterns of American black bears in Yosemite National Park. *Ursus* 17:30-40.
- Meredith, M., y M. Ridout. 2014. Package overlap. Estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns. Ver. 0.2.4.

- Merkle, J. A., P. R. Krausman, N. J. Decesare, y J. J. Jonkel. 2011. Predicting spatial distribution of human-black bear interactions in urban areas. *The Journal of Wildlife Management* 74:1121-1127.
- Mills, L. S. 2007. *Conservation of Wildlife Populations. Demography, Genetics, and Management*. Blackwell. Malden, Massachusetts, USA.
- Monroy-Vilchis, O., N. M. Castillo-Huitrón, M. M. Zarco-González, y C. Rodríguez-Soto. 2016. Potential distribution of *Ursus americanus* in Mexico and its persistence: Implications for conservation. *Journal for Nature Conservation* 29:62–68.
- Norris, D., F. Michalski, y C. A. Peres. 2010. Habitat patch size modulates terrestrial mammal activity patterns in Amazonian forest fragments. *Journal of Mammalogy* 91:551-560.
- O'Connell, A. F., J. D. Nichols, y K. U. Karanth, editors. 2011. *Camera traps in animal ecology: methods and analyses*. First edition. Springer Publishing. Tokyo, Japan.
- Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burgess, G. V. N. Powell, E. C. Underwood, J. A. D'Amico, I. Itoua, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. F. Allnutt, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W. W. Wettengel, P. Hedao, K. R. Kassem. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *Bioscience* 51:933–938.
- Onorato, D. P., E. H. Hellgren, F. S. Mitchell, y J. R. Skiles Jr. 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. H. Hellgren, R. A. Van Den Bussche, y D. Doan-Crider. 2004. Phylogeographic patterns within a metapopulation of black bears (*Ursus americanus*) in the American southwest. *Journal of Mammalogy* 85:140–147.
- Palacio-Prieto, J. L., G. Bocco, A. Velázquez, J. F. Mas, F. Takaki-Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López-García, M. Palma, I. Trejo-Vázquez, A. Peralta, J. Prado-Molina, A. Rodríguez-Aguilar, R. Mayorga-Saucedo, y F. González-Medrano. 2000. La condición actual de

- los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 43:183–203.
- Patterson, B. R., S. Bondrup-Nielsen, y F. Messier. 1999. Activity patterns and daily movements of the eastern coyote, *Canis latrans* in Nova Scotia. *Canadian Field-Naturalist* 113:251-257.
- Pelton, M. R. 1982. Black bear. Pages 504-514 in J. A. Chapman and G. A. Feldhamer, editors. *Wild mammals of North America*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, USA.
- Pelton, M. R. 2003. Black bear (*Ursus americanus*). Pp. 389–408 in *Wild mammals of North America: Biology, management, and Conservation* (Feldhamer, G. A., B. C. Thompson y J. A. Chapman, eds.). John Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- Pelton, M. R., y F. T Van Manen. 1994. Distribution of black bears in North America. *Eastern workshop on black bear research and management* 12:133-138.
- Perpiñán-Lamigueiro, O. 2012. solaR: Solar radiation and photovoltaic systems with R. *Journal of Statistical Software* 50:1-32.
- Pimm, S. L., C. N. Jenkins, R. Abell, T. M. Brooks, J. L. Gittleman, L. N. Joppa, P. H. Raven, C. M. Roberts, y J. O. Sexton. 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* 344:1246752.
- Powell, R. A., J. W. Zimmerman, y D. E. Seaman. 1997. *Ecology and behavior of North American black bears: home ranges, habitat and social organization*. Chapman and Hall. London, UK.
- Prieto-González, R., V. E. Cortés-Hernández, y M. J. Montero-Martínez. 2011. Variability of the standardized precipitation index over México under the A2 climate change scenario. *Atmósfera* 24:243-250.
- Purvis, A., J. L. Gittleman, G. Cowlishaw, y G. M. Mace. 2000. Predicting extinction risk in declining species. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 267:1947–1952.

- R Development Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: the R Foundation for Statistical Computing. ISBN: 3-900051-07-0 (software). <http://www.R-project.org/>.
- Rice, M. B., W. B. Ballard, E. B. Fish, N. E. McIntyre, y D. Holdermann. 2009. Habitat-distribution modeling of a recolonizing black bear, *Ursus americanus*, population in the Trans-Pecos region of Texas. *The Canadian Field-Naturalist* 123:246-254.
- Ridout, M. S., y M. Linkie. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agriculture, Biological, y Environmental Statistics* 14:322-337.
- Ripple, W., Estes, J.A., Beschta, R.L., Wilmers, C.C., Ritchie, E.G., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M.P., Schmitz, O.J., Smith, D.W., Wallach, A.D. & Wirsing, A.J. (2014) Status and Ecological Effects of the World's Largest Carnivores. *Science*, 343, 1241484.
- Robin, X., N. Turck, A. Hainard, N. Tiberti, F. Lisacek, J. C. Sanchez, y M. Müller. 2015. Package pROC. Display and analyze ROC curves. Ver 1.8. <https://cran.r-project.org/web/packages/pROC/pROC.pdf>
- Rodríguez-Martínez, A., C. N. Moreno-Arzate, E. R. González-Sierra, y C. A. López-González. 2008. Uso de hábitat, hábitos alimentarios y estructura poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en la Sierra Madre Occidental de México. Pages 279-294 in C. Lorenzo, E. Espinoza and J. Ortega, editors. *Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales, Vol. II.* Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Distrito Federal, México.
- Rogers, L. L. 1987. Factors influencing dispersal in the black bear. Pp. 75–84 in *Mammalian Dispersal Patterns: The Effects of Social Structure on Populations Genetics* (Chepko-Sade, B. D., y Z. T. Halpin, eds.). University of Chicago Press. Chicago, EE.UU.
- Rogers, L. L. 1993. The role of habitat quality in the natural regulation of black bear populations. Pages 95-102 in J. A. Keay, editor. *Proceedings of the fourth*

- Western black bear workshop. Technical Report NPS/NRWR/NRTR-93/12. Yosemite National Park, California, USA.
- Rogers, L. L., y A. W. Allen. 1987. Habitat suitability index models: black bear, Upper Great Lakes region. Biological report 82 (10.144). US Department of the Interior, Fish and Wildlife Services, Research and Development. Washington DC, USA.
- Rudis, V. A., y J. B. Tansey. 1995. Regional assessment of remote forests and black bear habitat from forest resource surveys. *The Journal of Wildlife Management* 59:170-180.
- Sánchez, O., R. Medellín, A. Aldama, B. Goettsch, J. Soberón, y M. Tambutti. 2007. Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.
- Scheick, B. K. y W. McCown. 2014. Geographic distribution of American black bears in North America. *Ursus* 25:24–33.
- Schipper, J., J. S. Chanson, et al. 2008. The Status of the World's Land and Marine Mammals: Diversity, Threat, and Knowledge. *Science* 322:225-230.
- Schwartz, C. C., S. L. Cain, S. Podruzny, S. Cherry, y L. Frattaroli. 2010. Activity patterns of sympatric and allopatric black and grizzly bears. *The Journal of Wildlife Management* 74:1628-1638.
- Seager, R., M. Ting, I. Held, Y. Kushnir, J. Lu, G. Vecchi, H. P. Huang, N. Harnik, A. Leetmaa, N. C. Lau, C. Li, J. Velez, y N. Naik. 2007. Model Projections of an Imminent Transition to a More Arid Climate in Southwestern North America. *Science* 316:1181–1184.
- SEDESOL. 1994. Norma Oficial Mexicana, NOM-059-ECOL-1994. Especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que

- establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación, segunda sección. Distrito Federal, México.
- SEMARNAP-INE. 1999. Proyecto para la conservación y manejo de oso negro (*Ursus americanus*) en México. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana, NOM-059-ECOL-2001. 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. Distrito Federal, México.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, segunda sección. Distrito Federal, México.
- Servheen, C. 1990. Status and conservation of the bears of the world. International Conference on Bear Research and Management Monograph Series 2:1-32.
- Si, X., R. Kays, y P. Ding. 2014. How long is enough to detect terrestrial? Estimating the minimum trapping effort on camera traps. PeerJ 2:e374 <https://doi.org/10.7717/peerj.374>.
- Smith, K. G., J. D. Clark, y P. S. Gipson. 1991. History of black bears in Arkansas: over-exploitation, near elimination, and successful reintroduction. Eastern Workshop on Black Bear Research and Management 10:5–13.
- SMN. 2015a. Monitor de sequía en México. Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado el 06 abril, 2015 de: [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=20&Itemid=74](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=74)
- SMN. 2015b. Temperaturas y lluvia. Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado el 06 abril, 2015 de:

[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=112](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=112)

- Standards y Petitions Working Group. 2006. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 6.2. World Conservation Union. IUCN. Gland, Suiza.
- Swan, M., J. Di Stefano, F. Christie, E. Steel, y A. York. 2014. Detecting mammals in heterogeneous landscapes: implications for biodiversity monitoring and management. *Biodiversity and Conservation* 23:343-355.
- Tambutti, M., A. Aldama, O. Sánchez, R. Medellín, y J. Soberón, J. 2001. La determinación del riesgo de extinción de especies silvestres en México. *Gaceta Ecológica* 61:11-21.
- TNC. 2006. Biotic communities of the Southwest GIS layer. Center for Science and Public Policy. The Nature Conservancy. [http://azconservation.org/downloads/biotic\\_communities\\_of\\_the\\_southwest\\_gis\\_data](http://azconservation.org/downloads/biotic_communities_of_the_southwest_gis_data)
- Treves, A., L. Naughton-Treves, E. K. Harper, D. J. Mladenoff, R. A. Rose, T. A. Sickley, y A. P. Wydeven. 2004. Predicting human-carnivore conflict: a spatial model derived from 25 years of data on wolf predation on livestock. *Conservation Biology* 18:114–125.
- USGS. 2015. MODIS Terra Vegetation Indices 16 Day L3 Global 250 m. MODI3Q1NDVI. Global Visualization Viewer (GloVis) Ver 9.5.2. U. S. Geological Service.
- USNO. 2015. Julian date converter. <http://aa.usno.navy.mil/data/docs/JulianDate.php>
- VanDerWal, J., L. P. Shoo, C. Graham, y S. E. Williams. 2009. Selecting pseudo-absence data for present-only distribution modeling: How far should you stray from what you know?. *Ecological Modelling* 220:589-594.
- Varas, C., C. A. López-González, P. Krausman, y M. Culver. 2010. Conservation genetics of black bears in the sky islands of the Arizona and northern Mexico. Páginas 275-281 *en* W. Halvorson, C. van Ripper y C. Schwalbe, editores.



- Southwestern desert resources. University of Arizona Press. Tucson, Arizona, USA.
- Varas, C., C. A. López-González, y M. Culver. 2007. Los osos negros frenados por la frontera. Pp. 87–91 in *Una barrera a nuestro ambiente compartido: El muro fronterizo entre México y Estados Unidos* (Córdova A., y C. de la Parra, coords). COLEFSEMARNAT-INE. Distrito Federal, México.
- Wagner, R. O., D. A. Hightower, y R. M. Pace, III. 2001. Measuring levels and patterns of activity in black bears. *Ursus* 12:181-187.
- Warshall, P. 1995. 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, coords.). Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station Fort Collins, EE.UU.
- WCS y CIESIN. 2005. Last of the wild project, Version 2, 2005 (LWP-2): Global human footprint dataset (Geographic). Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). <http://dx.doi.org/10.7927/H4M61H5F>.
- Weaver, T. 2000. Changes in Forestry Policy, Production, and the Environment *in* Northern Mexico: 1960-2000. *Journal of Political Ecology* 7:1–18.

## 7. APÉNDICES

### 7.1 Apéndice 1

Características de las localidades monitoreadas en el noroeste de México. Comunidades bióticas (Brown, 1994).

<b>Id</b>	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad biótica</b>	<b>Rango de elevación<sup>1</sup></b>	<b>Rango de precipitación<sup>2</sup></b>	<b>Rango de temperatura<sup>2</sup></b>	<b>Ubicación</b>	
1	Los Fresnos	PGBG	1381-1601	475-530	15.9-16.8	31.322	-110.343
2	San Bernardino	CD	1112-1221	320-326	16.8-17.3	31.321	-109.204
3	Ajos	PMCF/MEW	1467-2503	485-725	11.2-16.2	30.922	-109.898
4	Tigre	MEW/PMCF/S G	1029-2358	404-738	10.8-19.1	30.560	-109.197
5	Madera	MEW/ST/SG/P MCF	711-2092	471-831	13.3-20.7	30.073	-109.582
6	Los Ojos	MEW/SG	1273-1644	324-375	14.4-16.3	31.249	-109.011
7	El Pinito	SG/MEW/PGB G	1421-1923	355-436	13.1-15.4	31.191	-108.924
8	El Tápila	MEW/SG	1441-1820	364-454	13.4-15.5	31.148	-109.012
9	Buenos Aires	MEW	1366-1887	493-671	13.2-15.9	30.822	-109.853
10	Potrero de la Sierra	MEW/SG	1165-2037	370-538	12.5-17.3	30.943	-109.095
11	Oaxaca	SG	1097-1912	378-528	13.3-18.0	30.837	-108.955
12	Lobos	PGBG/SG	1521-1896	345-435	12.6-15.0	31.273	-108.870
13	Tutuaca	PMCF	2095-2664	753-955	8.8-11.6	28.578	-108.169
14	El Muchacho	MEW/PGBG	1635-2077	306-349	14.2-16.5	29.800	-106.980
15	El Rincón	AZUSSD/SG	730-1095	397-472	18.2-19.7	30.733	-111.287
16	Los Reyes	AZUSSD	794-1011	434-491	19.4-20.2	30.372	-110.909
17	San José	PGBG/SG	1514-1796	447-528	14.4-16.2	31.208	-110.051
18	Papigochic	MEW	1399-1843	544-627	15.2-17.1	30.739	-110.487
19	Los Hornos	ST	569-762	493-530	20.6-21.2	29.314	-110.196
20	Carretas	MEW	1548-2041	474-586	12.1-15.2	30.394	-108.456
21	Hacienda San Guillermo	PGBG/MEW	1690-1962	447-558	12.5-14.3	29.880	-108.059
22	El Largo	PMCF/MEW	1789-2487	746-848	9.2-13.6	29.889	-108.482
23	El Cajón	MEW/PGBG	1763-2373	492-604	10.1-13.6	30.239	-108.265

<b>Id</b>	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad biótica</b>	<b>Rango de elevación<sup>1</sup></b>	<b>Rango de precipitación<sup>2</sup></b>	<b>Rango de temperatura<sup>2</sup></b>	<b>Ubicación</b>	
<b>24</b>	La Avena	PMCF/MEW	2159-2366	583-603	10.0-11.5	30.167	-108.206
<b>25</b>	El Bote	MEW	1297-2119	619-898	10.9-16.3	29.404	-108.348
<b>26</b>	El Oso	PMCF/MEW	2094-2341	789-905	9.4-12.5	29.540	-108.320
<b>27</b>	La Norteña	PMCF	1842-2365	852-999	9.4-12.9	29.583	-108.446
<b>28</b>	Tapiecitas	MEW/PMCF/P GBG	1751-2400	444-612	9.9-13.5	30.475	-108.281
<b>29</b>	Aribabi	MEW/SG	1029-1557	532-575	16.2-18.2	30.840	-110.606

<sup>1</sup> INEGI 2013a; <sup>2</sup> Cuervo-Robayo et al. 2013. PGBG – Pastizales de Planicies, CD – Desierto Chihuahuense, PMCF – Bosque

Montano de Coníferas, MEW – Bosque Madreano Siempre Verde, SG – Pastizales de semidesierto, ST – Matorral Sinaloense,

AZUSSD – Desierto Sonorense.

## 7.2 Apéndice 2

Monitoreos de campo, trampas cámara colocadas, y esfuerzo de muestreo en 29 localidades de estudio en Sonora y Chihuahua, México, donde evaluamos los patrones de actividad y selección de recursos para los osos negros.

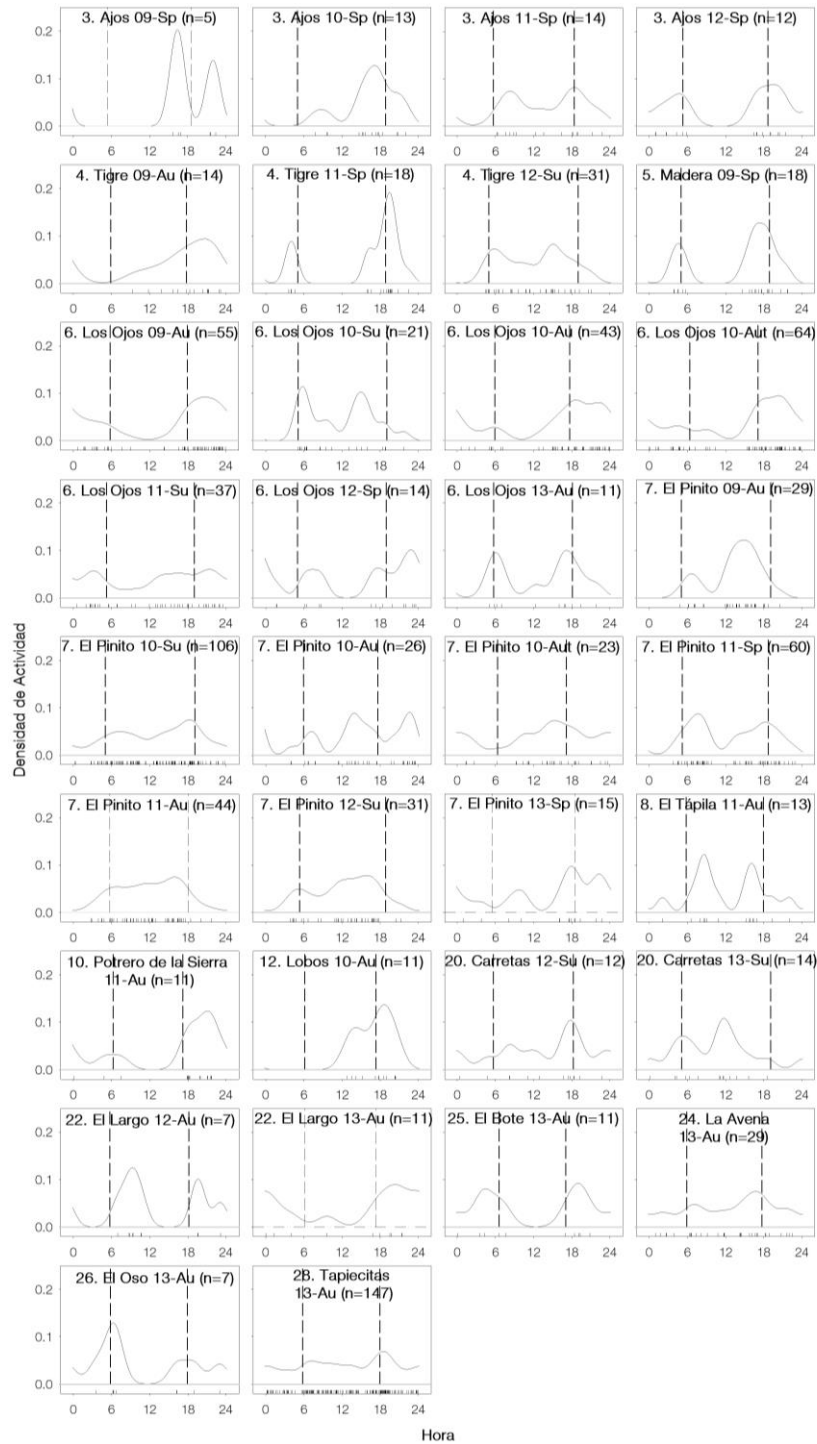
<b>Id</b>	<b>Localidad</b>	<b>Monitoreos</b>	<b>Trampas cámara</b>	<b>Días cámara</b>	<b>Tipo de manejo</b>
1	Los Fresnos	09-Wi, 11-Au*	16, 22	1231	RP
2	San Bernardino	09-Wi	16	328	RP
3	Ajos	09-Sp*, 10-Sp*, 11-Sp*, 12-Sp*	28, 28, 28, 28	4903	NPA
4	Tigre	09-Au*, 11-Sp*, 12-Su*	29, 26, 29	2945	P
5	Madera	09-Sp*, 09-Su*, 10-Au*, 11-Su*	28, 28, 46, 19	4542	NPA
6	Los Ojos	09-Au*, 10-Su, 10-Au, 10- Aut, 11-Su, 12-Sp, 13-Au	31, 26, 28, 27, 22, 22, 29	7208	RP
7	El Pinito	09-Su*, 10-Su, 10-Au, 10- Aut, 11-Sp, 11-Au, 12-Su, 13-Sp	27, 23, 22, 19, 19, 22, 21, 21	6969	RP
8	El Tápila	09-Au*, 11-Au	25, 23	1874	P
9	Buenos Aires	10-Sp*, 11-Su*	28, 25	2433	NPA
10	Potrero de la Sierra	10-Wi*, 11-Au	26, 25	1621	P
11	Oaxaca	10-Wi*	29	1155	P
12	Lobos	10-Au	19	730	P
13	Tutuaca	12-Su	26	785	NPA
14	El Muchacho	12-Wi	28	917	P
15	El Rincón	12-Wi	28	1290	P
16	Los Reyes	12-Wi	26	1222	P
17	San José	12-Sp*	20	593	P
18	Papigochic	12-Su	27	1364	P
19	Los Hornos	12-Au	28	1205	P
20	Carretas	12-Su, 13-Su	30, 15	2415	NPA
21	Hacienda San Guillermo	12-Su, 13-Su	29, 28	1683	P
22	El Largo	12-Au, 13-Au	28, 24	1630	NPA
23	El Cajón	12-Wi	29	842	NPA

<b>Id</b>	<b>Localidad</b>	<b>Monitoreos</b>	<b>Trampas cámara</b>	<b>Días cámara</b>	<b>Tipo de manejo</b>
<b>24</b>	La Avena	13-Au	29	952	P
<b>25</b>	El Bote	13-Au	28	1256	NPA
<b>26</b>	El Oso	13-Au	26	910	NPA
<b>27</b>	La Norteña	13-Au	24	1082	NPA
<b>28</b>	Tapiecitas	13-Au	29	1070	NPA
<b>29</b>	Aribabi	13-Sp	18	1216	P

Donde en Monitoreos: 00 – últimos dos dígitos del año, Sp - primavera, Su - verano, Au – otoño monitoreo 1, Aut – otoño monitoreo 2, Wi - invierno. Tipo de manejo: RP – Reserva privada, NPA – Área Natural Protegida, P – Propiedad privada sin protección. (\*) Sitios monitoreados a través de proyectos gestionados e implementados por Naturalia A. C., con financiamiento del FMCN A. C., CONABIO, y CONANP, con apoyo de la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos Bavispe, Universidad Autónoma de Querétaro y propietarios y trabajadores de las áreas monitoreadas.

### 7.3 Apéndice 3

Patrones de actividad del oso negro en el noroeste de México, por localidad y monitoreo de campo. Las líneas punteadas indican el amanecer y atardecer. Las líneas cortas indican la hora de los registros obtenidos.



## 7.4 Apéndice 4

Registros de oso negro (*Ursus americanus*, Pallas 1780) compilados para la identificación de áreas de importancia para la presencia de la especie y la aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER, Tambutti *et al.* 2001) en el noroeste de México. Se indican coordenadas geográficas en Datum ITRF 92.

ID	Lat.	Long.	Año	Municipio	Estado	Tipo	Clasificación	Fuente
1	30.6756	- 108.6186	2007	Janos	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>1</sup>
2	30.6909	- 108.6103	2007	Janos	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>1</sup>
3	28.4389	- 108.3048	2009	Temósachic	Chihuahua	Observación (muerto)	Solitario	Taller <sup>1</sup>
4	28.4983	- 108.3242	2013	Temósachic	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>2</sup>
5	29.4235	- 108.4947	2013	Madera	Chihuahua	Huella	Solitario	Taller <sup>2</sup>
6	28.5062	- 108.2496	2012	Temósachic	Chihuahua	Observación (liberación)	Solitario	Taller <sup>3</sup>
7	28.6319	- 108.3033	2013	Temósachic	Chihuahua	Huella	Solitario	Taller <sup>3</sup>
8	28.6499	- 108.2470	2009	Temósachic	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>4</sup>
9	27.6541	- 107.3073	2008	Bocoyna	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>4</sup>
10	30.6109	- 108.6938	2013	Janos	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>5</sup>
11	31.2749	- 108.7071	2012	Janos	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>6</sup>
12	30.6147	- 108.5478	2012	Janos	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>7</sup>
13	30.2523	- 106.4083	2013	Ahumada	Chihuahua	Huella	Solitario	Taller <sup>7</sup>
14	29.4851	- 108.3974	2013	Madera	Chihuahua	Observación (liberación)	H - C	Taller <sup>8</sup>
15	29.2826	- 106.6083	2013	Namiquipa	Chihuahua	Observación	H - C	Taller <sup>9</sup>
16	27.9840	- 107.5304	2013	Bocoyna	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>10</sup>
17	28.0184	- 107.7134	2013	Bocoyna	Chihuahua	Observación	H - C	Taller <sup>10</sup>
18	28.7508	- 107.3578	2012	Bachíniva	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>11</sup>
19	28.9403	- 107.1433	1998	Cuauhtémoc	Chihuahua	Observación	H - C	Taller <sup>11</sup>
20	29.5583	- 107.1234	2012	Namiquipa	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>11</sup>
21	28.8071	- 106.4933	2012	Chihuahua	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>12</sup>
22	30.1721	- 108.4461	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>13</sup>
23	30.1453	- 108.3797	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>13</sup>

<b>ID</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Año</b>	<b>Municipio</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Fuente</b>
24	29.6813	- 106.9951	2013	Buenaventura	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>13</sup>
25	29.3000	- 106.5351	2013	Chihuahua	Chihuahua	Observación	H - C	Taller <sup>14</sup>
26	30.2256	- 108.4682	2006	Casas Grandes	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>15</sup>
27	30.5118	- 108.5700	2013	Janos	Chihuahua	Observación	H - C	Taller <sup>16</sup>
28	29.7466	- 106.9066	2012	Buenaventura	Chihuahua	Observación	H - C	Taller <sup>16</sup>
29	29.1320	- 106.3742	2012	Chihuahua	Chihuahua	Observación (captura)	H - C	Taller <sup>16</sup>
30	27.7503	- 107.3813	2013	Bocoyna	Chihuahua	Observación	Solitario	Taller <sup>17</sup>
31	29.8993	- 108.4870	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
32	29.8771	- 108.4991	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
33	29.9084	- 108.4872	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
34	29.8779	- 108.4617	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
35	29.8853	- 108.4552	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
36	29.9367	- 108.4872	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>18</sup>
37	29.9282	- 108.4772	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
38	29.5303	- 108.3145	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
39	29.5500	- 108.3435	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>18</sup>
40	29.4968	- 108.3285	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
41	29.5414	- 108.3428	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
42	29.6090	- 108.5155	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
43	29.6006	- 108.4888	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>
44	29.6175	- 108.4866	2013	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>18</sup>



<b>ID</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Año</b>	<b>Municipio</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Fuente</b>
45	30.9637	- 108.7811	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
46	30.6216	- 108.5879	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
47	30.6030	- 108.5935	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
48	30.5974	- 108.6063	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
49	30.6070	- 108.6132	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
50	30.6367	- 108.6045	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
51	30.5631	- 108.6139	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
52	30.5618	- 108.6289	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
53	30.5480	- 108.6169	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
54	30.5335	- 108.6063	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
55	30.5180	- 108.5634	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
56	30.5472	- 108.3601	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
57	30.4320	- 108.4451	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
58	30.3554	- 108.4946	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
59	30.4234	- 108.2539	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
60	30.4858	- 108.2656	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
61	30.4898	- 108.2705	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
62	30.4617	- 108.2688	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
63	30.4580	- 108.3003	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
64	30.4802	- 108.2746	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
65	30.4619	- 108.2917	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
66	30.4148	- 108.3531	2005	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
67	30.3909	- 108.2784	2005	Casas Grandes	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
68	30.0508	- 108.4135	2005	Casas Grandes	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
69	30.0454	- 108.3600	2005	Casas Grandes	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
70	29.8643	- 108.4260	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
71	29.8883	- 108.4775	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
72	29.8827	- 108.4804	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
73	29.9149	- 108.2918	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
74	29.7169	- 108.1696	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>

<b>ID</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Año</b>	<b>Municipio</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Fuente</b>
75	29.4147	- 107.1680	2005	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
76	29.2809	- 107.7293	2005	Gómez Farías	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
77	29.2448	- 107.7479	2005	Gómez Farías	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
78	29.1473	- 107.7919	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
79	29.2020	- 107.8900	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
80	29.5781	- 108.0274	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
81	29.4813	- 108.1205	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
82	29.2287	- 107.5860	2005	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
83	29.5902	- 107.8791	2005	Ignacio Zaragoza	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
84	29.6126	- 107.8203	2005	Ignacio Zaragoza	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
85	29.7713	- 107.6039	2005	Ignacio Zaragoza	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
86	29.9887	- 107.8488	2005	Ignacio Zaragoza	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
87	29.2405	- 106.4582	2005	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
88	29.2468	- 106.4863	2005	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
89	29.2447	- 106.4729	2005	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
90	29.2269	- 106.4308	2005	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
91	29.3102	- 106.4414	2005	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
92	29.3668	- 106.5657	2005	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
93	29.0730	- 106.5311	2005	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
94	29.0969	- 106.6228	2005	Riva Palacio	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
95	29.5685	- 108.0526	2005	Madera	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
96	29.6071	- 106.9683	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
97	29.6031	- 106.9460	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
98	29.5971	- 106.9156	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
99	29.5936	- 106.9281	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
100	29.6017	- 106.9008	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
101	29.6634	- 106.9128	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
102	29.6112	- 106.9022	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
103	29.5303	- 107.1667	2005	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>

<b>ID</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Año</b>	<b>Municipio</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Fuente</b>
104	29.6524	- 107.1353	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
105	29.6508	- 107.1447	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
106	29.6027	- 107.1913	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
107	29.6765	- 107.1765	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
108	29.5205	- 106.9083	2005	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
109	29.5445	- 106.8169	2005	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
110	29.5532	- 106.8012	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
111	29.5428	- 106.8523	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
112	29.5547	- 106.8028	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
113	29.5208	- 106.9154	2005	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
114	28.7785	- 106.5130	2005	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
115	28.7797	- 106.4983	2005	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
116	28.5454	- 106.5030	2005	Riva Palacio	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
117	28.6462	- 106.6288	2005	Riva Palacio	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
118	28.5722	- 106.4030	2005	Riva Palacio	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
119	29.0466	- 107.2446	2005	Cuauhtémoc	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
120	28.9527	- 106.9482	2005	Cuauhtémoc	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
121	27.9051	- 107.3213	2005	Bocoyna	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
122	27.9041	- 107.2933	2005	Bocoyna	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
123	27.9060	- 107.3013	2005	Bocoyna	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
124	27.9083	- 107.3057	2005	Bocoyna	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
125	27.9189	- 107.3163	2005	Carichí	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
126	27.9867	- 107.4197	2005	Carichí	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
127	27.9049	- 108.1381	2005	Uruachi	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
128	28.0915	- 108.1362	2005	Ocampo	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
129	28.0883	- 108.1045	2005	Ocampo	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
130	28.5936	- 108.0610	2005	Temósachic	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
131	28.5885	- 108.0714	2005	Temósachic	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
132	28.5850	- 108.1851	2005	Temósachic	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
133	28.4953	- 106.4220	2013	Riva Palacio	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
134	28.7817	- 106.5589	2013	Chihuahua	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
135	28.7866	- 107.4373	2013	Bachíniva	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>

<b>ID</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Año</b>	<b>Municipio</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Fuente</b>
136	29.1219	- 106.8628	2013	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
137	29.1369	- 106.7607	2013	Riva Palacio	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
138	29.3694	- 106.6707	2013	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
139	29.4024	- 106.9573	2013	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
140	29.4234	- 106.8808	2013	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
141	29.4369	- 106.7848	2013	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
142	29.4835	- 106.7697	2013	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
143	29.5195	- 106.8448	2013	Namiquipa	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
144	29.6485	- 106.8238	2013	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
145	29.8571	- 106.9738	2013	Buenaventura	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
146	30.2497	- 106.3626	2013	Ahumada	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
147	30.6495	- 108.8426	2013	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
148	30.6803	- 108.8535	2013	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
149	30.8243	- 108.8284	2013	Janos	Chihuahua	Sin dato	Solitario	Taller <sup>19</sup>
150	31.2636	- 108.8526	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>20</sup>
151	31.2703	- 108.8175	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>20</sup>
152	31.2423	- 108.8568	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>20</sup>
153	31.2420	- 108.8475	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>20</sup>
154	30.9614	- 109.0717	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
155	30.9657	- 109.0546	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
156	30.9830	- 109.0757	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
157	30.9677	- 109.0868	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
158	30.9615	- 109.0942	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
159	30.9685	- 109.1005	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
160	30.9776	- 109.0878	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>

<b>ID</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Año</b>	<b>Municipio</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Fuente</b>
161	31.1400	- 109.0113	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
162	31.1387	- 109.0322	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
163	31.1574	- 109.0127	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
164	31.1095	- 108.9834	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
165	31.1020	- 108.9775	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
166	31.1714	- 109.0366	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
167	31.1730	- 109.0463	2011	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
168	29.3110	- 110.2055	2012	Ures	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>24</sup>
169	29.8636	- 108.1042	2012	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
170	29.9298	- 108.0512	2012	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
171	29.8937	- 108.4931	2012	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
172	29.9267	- 108.5085	2012	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
173	29.9609	- 108.4275	2012	Madera	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
174	29.9612	- 108.4362	2012	Madera	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
175	31.1681	- 108.8991	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
176	31.1829	- 108.9237	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
177	31.1929	- 108.9415	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
178	31.1657	- 108.8902	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
179	31.1822	- 108.9403	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>

ID	Lat.	Long.	Año	Municipio	Estado	Tipo	Clasificación	Fuente
180	31.1647	- 108.9342	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
181	31.1761	- 108.8904	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
182	31.1871	- 108.9026	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
183	30.6424	- 108.8256	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
184	30.6428	- 108.8143	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
185	30.6331	- 108.8139	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
186	30.6324	- 108.8026	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
187	30.6327	- 108.7927	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
188	30.6228	- 108.8246	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
189	30.6237	- 108.7826	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
190	30.1824	- 108.1834	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
191	30.1842	- 108.1935	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
192	30.1659	- 108.1960	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
193	30.1639	- 108.1859	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
194	30.1596	- 108.2165	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
195	30.1564	- 108.1951	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
196	30.1884	- 108.2138	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
197	30.1855	- 108.2041	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>

<b>ID</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Año</b>	<b>Municipio</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Fuente</b>
198	30.1780	- 108.2053	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
199	30.1576	- 108.2061	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
200	30.1489	- 108.2040	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
201	30.1506	- 108.2142	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
202	30.1465	- 108.1826	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
203	29.8635	- 108.1039	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
204	29.8630	- 108.1146	2013	Casas Grandes	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
205	30.4738	- 108.3851	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
206	30.4696	- 108.3647	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
207	30.4648	- 108.3530	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
208	30.4611	- 108.3434	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
209	30.4608	- 108.3330	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
210	30.4646	- 108.3234	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
211	30.4593	- 108.3008	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
212	30.4651	- 108.3019	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
213	30.4621	- 108.2915	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
214	30.4638	- 108.2812	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
215	30.4609	- 108.2707	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>

<b>ID</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Año</b>	<b>Municipio</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Fuente</b>
216	30.4578	- 108.2611	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
217	30.4640	- 108.2531	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
218	30.4747	- 108.2929	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
219	30.4747	- 108.2809	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
220	30.4750	- 108.2691	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
221	30.4727	- 108.2555	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
222	30.4814	- 108.2588	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
223	30.4875	- 108.2664	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
224	30.4844	- 108.2751	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
225	30.4921	- 108.2835	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
226	30.4531	- 108.2520	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
227	30.4439	- 108.2530	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	H - C	Taller <sup>21</sup>
228	30.4465	- 108.2630	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
229	30.4351	- 108.2555	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
230	30.4263	- 108.2556	2013	Janos	Chihuahua	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
231	31.2534	- 109.0167	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
232	31.2406	- 109.0043	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
233	31.2686	- 109.0194	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
234	31.2728	- 109.0109	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>



ID	Lat.	Long.	Año	Municipio	Estado	Tipo	Clasificación	Fuente
235	31.2436	- 108.9945	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
236	31.2408	- 108.9832	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
237	31.2760	- 108.9979	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
238	31.2724	- 108.9893	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
239	31.2852	- 108.9984	2013	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>21</sup>
240	30.7189	- 110.4461	2012	Imuris	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>22</sup>
241	30.7144	- 110.4555	2012	Imuris	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>22</sup>
242	30.7174	- 110.4771	2012	Imuris	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>22</sup>
243	30.8194	- 110.5542	2013	Imuris	Sonora	Cámara remota	Solitario	Taller <sup>22</sup>
244	22.9600	- 104.7628	2005	Mezquital	Durango	Observación	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
245	24.5462	- 105.0948	1989	Canatlán	Durango	Piel	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
246	26.7781	- 106.1697	2002	Balleza	Chihuahua	Sin dato	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
247	26.7881	- 106.1643	2002	Balleza	Chihuahua	Sin dato	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
248	29.3038	- 108.1974	2006	Madera	Chihuahua	Huella	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
249	29.3067	- 108.1791	2006	Madera	Chihuahua	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
250	29.3931	- 106.6265	1979	Namiquipa	Chihuahua	Observación	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
251	29.4854	- 106.7727	1979	Namiquipa	Chihuahua	Observación	H - C	Literatura <sup>23</sup>
252	29.5992	- 106.9455	2004	Buenaventura	Chihuahua	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
253	29.6016	- 106.9432	2004	Buenaventura	Chihuahua	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
254	29.6037	- 106.9462	2004	Buenaventura	Chihuahua	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
255	29.6155	- 106.9734	2004	Buenaventura	Chihuahua	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
256	29.6293	- 106.9106	2004	Buenaventura	Chihuahua	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
257	29.6573	- 106.9549	2007	Buenaventura	Chihuahua	Excremento/huel la	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
258	29.6573	- 106.9549	2007	Buenaventura	Chihuahua	Excremento/huel la	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
259	29.8814	- 109.9795	2005	Cumpas	Sonora	Observación	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
260	29.9867	- 108.8923	2001	Bacadéhuachi	Sonora	Cráneo	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
261	30.0118	- 108.8216	2001	Huachinera	Sonora	Cráneo	Solitario	Literatura <sup>23</sup>

<b>ID</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Año</b>	<b>Municipio</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Fuente</b>
262	30.0216	- 108.8171	2001	Huachinera	Sonora	Cráneo	H - C	Literatura <sup>23</sup>
263	30.0384	- 109.6615	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
264	30.0700	- 108.2700	2005	Casas Grandes	Chihuahua	Huella	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
265	30.0965	- 108.8780	2001	Huachinera	Sonora	Cráneo	H - C	Literatura <sup>23</sup>
266	30.5247	- 109.0998	2009	Bavispe	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
267	30.5669	- 109.1823	2009	Nacozari García	de Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
268	30.7583	- 108.4033	1995	Janos	Chihuahua	Huella	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
269	30.9336	- 109.9479	2009	Fronteras	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
270	31.1572	- 108.9922	2009	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
271	31.1588	- 108.8903	2007	Agua Prieta	Sonora	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
272	31.1635	- 108.9188	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
273	31.1700	- 108.8800	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
274	31.1714	- 108.8696	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
275	31.1730	- 108.9370	2007	Agua Prieta	Sonora	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
276	31.1795	- 108.8302	2007	Agua Prieta	Sonora	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
277	31.1856	- 108.9325	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
278	31.1907	- 108.9078	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
279	31.1916	- 108.9235	2007	Agua Prieta	Sonora	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
280	31.1928	- 109.0173	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
281	31.2418	- 108.8552	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
282	31.2456	- 108.7327	2010	Janos	Chihuahua	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
283	31.2484	- 109.0109	2009	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
284	31.2649	- 108.9825	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
285	31.2846	- 108.8412	2010	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
286	31.2863	- 109.0272	2010	Agua Prieta	Sonora	Excremento	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
287	31.3015	- 109.0084	2010	Agua Prieta	Sonora	Huella	Sin dato	Literatura <sup>23</sup>
288	31.3107	- 108.9871	2009	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
289	31.3152	- 108.8039	2009	Agua Prieta	Sonora	Cámara remota	Solitario	Literatura <sup>23</sup>
290	30.5792	- 109.2514	2010	Nacozari García	de Sonora	Excremento	Sin dato	MABA <sup>24a</sup>
291	30.3842	- 110.5556	2011	Cucurpe	Sonora	Excremento	Sin dato	MABA <sup>24b</sup>

ID	Lat.	Long.	Año	Municipio	Estado	Tipo	Clasificación	Fuente
292	31.2704	- 108.9926	2011	Agua Prieta	Sonora	Excremento	Sin dato	MABA <sup>24c</sup>
293	31.2821	- 108.9915	2012	Agua Prieta	Sonora	Excremento/huel la	Sin dato	MABA <sup>24d</sup>
294	31.3151	- 108.7510	2007	Janos	Chihuahua	Huella	Sin dato	MABA <sup>24e</sup>
295	31.0083	- 110.7500	1993	Imuris	Sonora	Sin dato	Sin dato	MABA <sup>24f</sup>
296	30.9260	- 109.9420	2009	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24g</sup>
297	30.8670	- 109.9030	2010	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24h</sup>
298	30.5580	- 109.1960	2009	Nacoza ri de García	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24i</sup>
299	30.9420	- 109.9560	2010	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24j</sup>
300	30.9540	- 109.9490	2010	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24k</sup>
301	30.9150	- 109.9360	2005	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24l</sup>
302	30.9180	- 109.9260	2010	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24m</sup>
303	30.9010	- 109.9170	2010	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24n</sup>
304	30.8920	- 109.9150	2010	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24o</sup>
305	30.9140	- 109.9110	2010	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24p</sup>
306	30.9140	- 109.9090	2009	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24q</sup>
307	30.8880	- 109.9070	2009	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24r</sup>
308	30.9200	- 109.8980	2009	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24s</sup>
309	30.0630	- 109.5940	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24t</sup>
310	30.0620	- 109.5850	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24u</sup>
311	30.0560	- 109.5770	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24v</sup>
312	29.9890	- 109.5760	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24w</sup>
313	30.0490	- 109.5720	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24x</sup>
314	30.0440	- 109.5610	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24y</sup>
315	30.0370	- 109.5530	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24z</sup>
316	29.9980	- 109.5480	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24aa</sup>
317	29.9890	- 109.5430	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ab</sup>
318	29.9800	- 109.5410	2009	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ab</sup>
319	30.5830	- 109.2430	2009	Nacoza ri de García	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ad</sup>
320	30.5620	- 109.2240	2009	Nacoza ri de García	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ae</sup>

ID	Lat.	Long.	Año	Municipio	Estado	Tipo	Clasificación	Fuente
321	30.5610	- 109.2050	2009	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24af</sup>
322	30.5640	- 109.1820	2009	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ag</sup>
323	30.5580	- 109.1720	2009	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ah</sup>
324	30.5640	- 109.1640	2009	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ai</sup>
325	30.5570	- 109.1630	2009	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24aj</sup>
326	30.5310	- 109.1430	2009	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ak</sup>
327	30.5230	- 109.1380	2009	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24al</sup>
328	30.7811	- 109.8681	2013	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24am</sup>
329	30.7497	- 109.8436	2013	Fronteras	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24an</sup>
330	30.8308	- 109.8600	2013	Fronteras	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ao</sup>
331	30.8231	- 109.8553	2013	Fronteras	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ap</sup>
332	29.9269	- 109.5064	2013	Moctezuma	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24aq</sup>
333	29.9967	- 109.5478	2012	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ar</sup>
334	30.0239	- 109.5472	2012	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24as</sup>
335	30.0450	- 109.5669	2012	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24at</sup>
336	30.0508	- 109.5747	2012	Cumpas	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24au</sup>
337	30.5478	- 109.2292	2012	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24av</sup>
338	30.5628	- 109.2100	2012	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24aw</sup>
339	30.5783	- 109.2811	2012	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ax</sup>
340	30.5822	- 109.2019	2012	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ay</sup>
341	30.5842	- 109.1914	2012	Nacozeni García	de Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24az</sup>

ID	Lat.	Long.	Año	Municipio	Estado	Tipo	Clasificación	Fuente
342	30.5900	- 109.2083	2012	Nacozeni de García	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24ba</sup>
343	30.5900	- 109.1836	2012	Bavispe	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bb</sup>
344	30.5917	- 109.2219	2012	Nacozeni de García	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bc</sup>
345	30.5978	- 109.2283	2012	Nacozeni de García	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bd</sup>
346	30.6017	- 109.2231	2012	Nacozeni de García	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24be</sup>
347	30.6153	- 109.1728	2012	Bavispe	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bf</sup>
348	30.8547	- 109.9028	2012	Cananea	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bg</sup>
349	30.9122	- 109.9064	2012	Cananea	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bh</sup>
350	30.9161	- 109.9344	2012	Cananea	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bi</sup>
351	30.9294	- 109.9672	2012	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bj</sup>
352	30.9450	- 109.9633	2012	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bk</sup>
353	30.9453	- 109.9483	2012	Bacoachi	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bl</sup>
354	30.9706	- 109.9600	2012	Cananea	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bm</sup>
355	31.2469	- 110.0147	2012	Naco	Sonora	Cámara remota	Sin dato	MABA <sup>24bn</sup>

1 - P. Ornelas; 2 - C. García, F. Gavito-Pérez; 3 - F. Gavito-Pérez; 4 - E. Carreón; 5 - S. Tafoya; 6 - A. Prieto; 7 - C. Ortega; 8 - A. Gómez Nisino; 9 - J. Cordero; 10 - A. Utescher; 11 - M. Ochoa, 12 - M. Mendoza; 13 - D. Calderón; 14 - T. Flores; 15 - E. Clarke; 16 - A. Lafón; 17 - H. Cabral; 18 - Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Área de Protección de Flora y Fauna Campo Verde; 19 - A. Lafón, E. Carreón (PROFAUNA); 20 - UAQ, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático; 21 - UAQ, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); 22 - UAQ, Panthera, Northern Jaguar Project; 23 - Delfín-Alfonso et al. 2011; 24 - Madrean Archipelago Biodiversity Assessment (MABA) Project (<http://madrean.org>). Todos los números entre corchetes son precedidos por la liga [<http://madrean.org/symbfauna/collections/individual/index.php?occid=>]. <sup>a</sup> - T. R. Van Devender, A. L. Reina-G., J. J. Sánchez-E, D. Delgado [138370]; b - T. Hare [248846]; c - C. M. Valdez-C, M. E. Bonillas - M [254830]; d - S. Jacobs, M. Hudson, C. Zugmeyer [264911]; e - J. C. Rorabaugh [296332]; f - J. M. Cirett-Galán, E. Rogero-Díaz [296902]. En adelante, los registros pertenecen al Área de Protección de Flora y Fauna Bavispe (antes Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos Bavispe) de la CONANP: g - [268938]; h - [268939]; i - [268940]; j - [268941]; k - [268942]; l - [268943]; m - [268944]; n - [268945]; o - [268947]; p - [268948]; q - [268949]; r - [268950]; s - [268951]; t - [268952]; u - [268953]; v - [268954]; w - [268955]; x - [268956]; y - [268957]; z - [268958]; aa - [268959]; ab - [268960]; ac - [268961]; ad - [268962]; ae - [268963]; af - [268964]; ag - [268966]; ah - [268967]; ai - [268968]; aj - [268969];

ak - [268970]; al - [268971]; am - [470120]; an - [470121]; ao - [536535]; ap - [536536]; aq - [536537]; ar - [638649]; as - [638668]; at - [638687]; au - [638696]; av - [638718]; aw - [638721]; ax - [638725]; ay - [638731]; az - [638744]; ba - [638753]; bb - [638754]; bc - [638760]; bd - [638768]; be - [638774]; bf - [638779]; bg - [638787]; bh - [638793]; bi - [638802]; bj - [638818]; bk - [638842]; bl - [638850]; bm - [638863]; bn - [638870].