

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/267325882>

# Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas

Book · January 2007

CITATIONS

41

READS

11,195

## 4 authors:



**Gerardo Ceballos**

Universidad Nacional Autónoma de México

341 PUBLICATIONS 22,505 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Cuauhtémoc Chávez**

Metropolitan Autonomous University

89 PUBLICATIONS 1,386 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Rurik List**

Metropolitan Autonomous University

85 PUBLICATIONS 1,644 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Heliot Zarza**

Universidad Autonoma Metropolitana Unidad Lerma

54 PUBLICATIONS 750 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL JAGUAR EN MÉXICO  
ESTUDIOS DE CASO Y PERSPECTIVAS**

**GERARDO CEBALLOS, CUAUHEMOC CHÁVEZ,  
RURIK LIST Y HELIOT ZARZA**  
EDITORES

II Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI, 21 a 24 de noviembre, 2006



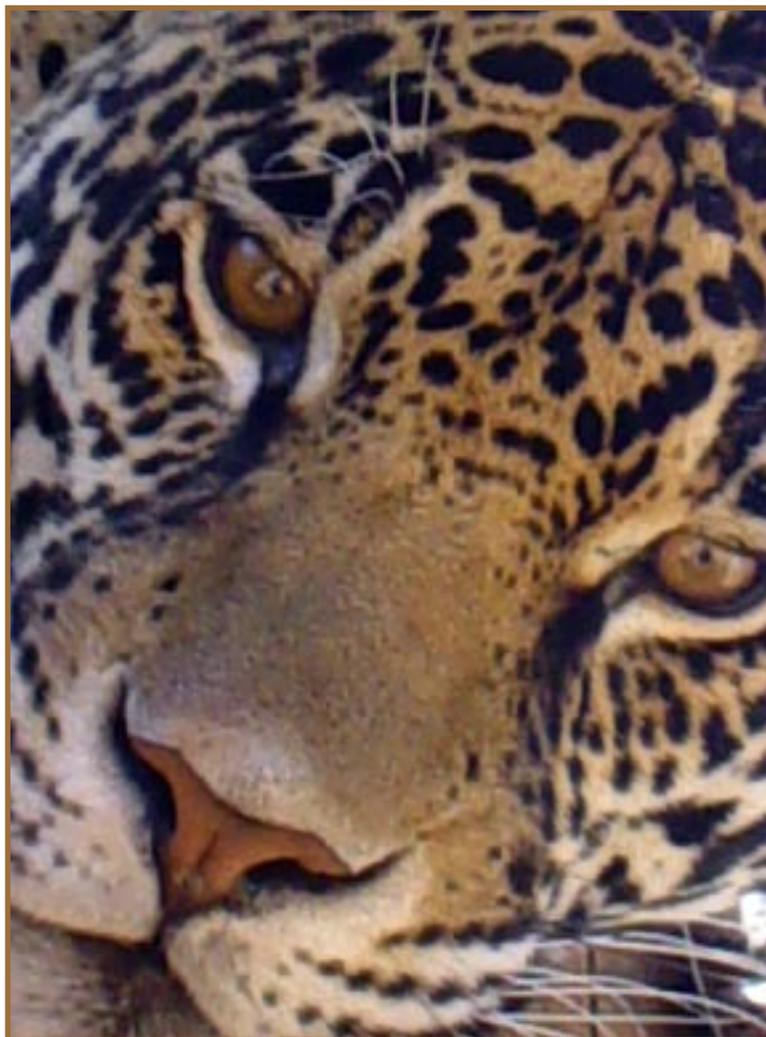
# CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL JAGUAR EN MÉXICO

## ESTUDIOS DE CASO Y PERSPECTIVAS

---

GERARDO CEBALLOS, CUAUHTÉMOC CHÁVEZ,  
RURIK LIST Y HELIOT ZARZA

EDITORES



Con el apoyo de la Alianza



Primera edición, noviembre 2007

DR © Gerardo Ceballos

ISBN: 978-970-9000-53-5

ESTA EDICIÓN FUE PATROCINADA POR:

Alianza WWF/Telcel

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Universidad Nacional Autónoma de México

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

EcoCiencia S.C.

FORMA DE CITAR ESTA PUBLICACIÓN:

Ceballos, G., C. Chávez, R. List y H. Zarza (Editores). 2007. *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México.

CUIDADO DE LA EDICIÓN: Gerardo Ceballos y Rurik List

DISEÑO Y FORMACIÓN ELECTRÓNICA: Rosalba Becerra

FOTO DE LA PORTADA: Gerardo Ceballos. Jaguar en el Ejido Caobas, Quintana Roo

Impreso en México

*Agradecemos profundamente a nuestros colegas y amigos por su apoyo para llevar a cabo el segundo simposio sobre el jaguar. En especial a Melissa López, Ragde Sánchez, Maria José Muñozcano, Sandra Pompa y Jesús Pacheco. La publicación de estas memorias ha sido posible gracias al patrocinio de la Universidad Nacional Autónoma de México, Alianza WWF/Telcel, Ecociencia S.C., la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).*



# CONTENIDO

PRESENTACIÓN	7
PARTE I. DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA	
Conservación del jaguar y puma en el noreste de Sonora. OCTAVIO C. ROSAS ROSAS, RAÚL VALDÉZ Y LOUIS C. BENDER.	11
Situación del jaguar en el estado de Tamaulipas. ARTURO CASO.	19
Distribución y situación del jaguar en el occidente de México. RODRIGO NÚÑEZ PÉREZ.	25
Determinación de áreas críticas para la supervivencia del jaguar en la Sierra Madre Oriental. OSVALDO ERIC RAMÍREZ BRAVO Y CARLOS A. LÓPEZ GONZÁLEZ.	41
El jaguar en el este de la Huasteca Potosina. LISSETTE LEYEQUIÉN Y ROSA MARÍA BALVANERA.	51
Distribución, uso de hábitat y patrones de actividad del puma y jaguar en el Estado de México. OCTAVIO MONROY-VILCHIS, CLARITA RODRÍGUEZ-SOTO, MARTHA ZARCO-GONZÁLEZ Y VICENTE URIOS.	59
Situación del jaguar en la región de Los Chimalapas, Oaxaca. IVÁN LIRA TORRES Y GABRIEL RAMOS-FERNÁNDEZ.	71
Situación actual del jaguar en Chiapas. EPIGMENIO CRUZ, GABRIELA PALACIOS Y MARCELINO GÜIRIS.	81
Ecología poblacional del jaguar y sus implicaciones para la conservación en la Península de Yucatán. CUAUHTÉMOC CHÁVEZ, GERARDO CEBALLOS Y MIGUEL AMÍN.	91
Uso de hábitat del jaguar a escala regional en un paisaje dominado por actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán. HELIOT ZARZA, CUAUHTÉMOC CHÁVEZ Y GERARDO CEBALLOS.	101

<b>Densidad y tamaño de la población de jaguar en el noreste de la Península de Yucatán.</b>	<b>111</b>
JUAN CARLOS FALLER, CUAUHTÉMOC CHÁVEZ, STACEY JOHNSON Y GERARDO CEBALLOS.	
<b>El jaguar en Yum Balam y el norte de Quintana Roo.</b>	<b>123</b>
CARLOS J. NAVARRO SERMENT, JOSÉ FRANCISCO REMOLINA SUÁREZ Y JOSÉ JUAN PÉREZ RAMÍREZ.	
<b>PARTE II. CONSERVACIÓN Y MANEJO</b>	
<b>Primer censo nacional de jaguar.</b>	<b>133</b>
CUAUHTÉMOC CHÁVEZ, GERARDO CEBALLOS, RODRIGO A. MEDELLÍN Y HELIOT ZARZA.	
<b>Fototrampeo como herramienta para el estudio del jaguar y otros mamíferos en la Selva Lacandona, Chiapas.</b>	<b>143</b>
DANAE AZUARA Y RODRIGO A. MEDELLÍN.	
<b>Estimación de la población del jaguar con trampas-cámara: un ejemplo en Bolivia.</b>	<b>155</b>
LEONARDO MAFFEI, ERIKA CUÉLLAR Y ANDREW NOSS.	
<b>Evaluación de salud de las poblaciones silvestres de jaguar como una estrategia para su conservación.</b>	<b>161</b>
DULCE M. BROUSSET Y ALONSO A. AGUIRRE.	
<b>Acciones oficiales para la Conservación del jaguar en México: Perspectivas a mediano plazo.</b>	<b>171</b>
OSCAR M. RAMÍREZ FLORES Y PATRICIA OROPEZA HUERTA.	
<b>Enfermedades del jaguar en estado silvestre en el sureste de México.</b>	<b>179</b>
MARCELA A. ARAIZA, GERARDO CEBALLOS Y CUAUHTÉMOC CHÁVEZ.	
<b>Análisis de viabilidad de poblaciones y del hábitat del jaguar en México.</b>	<b>187</b>
LUIS CARRILLO, GERARDO CEBALLOS, CUAUHTÉMOC CHÁVEZ, JUAN CORNEJO, JUAN CARLOS FALLER, RURIK LIST Y HELIOT ZARZA.	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>225</b>
<b>LISTA DE AUTORES</b>	<b>255</b>

# PRESENTACIÓN

México es uno de los países biológicamente más diversos, pero también uno de los que presenta las mayores tasas de deforestación, que aunada a otras perturbaciones de origen antropogénico como el cambio climático global, sobreexplotación de los recursos naturales, invasión de especies y contaminación, amenaza con la extinción a miles de poblaciones y especies de plantas y animales. La extinción de poblaciones y especies tiene consecuencias en la estructura y función de los ecosistemas, lo que a su vez, estas modificaciones tienen repercusiones negativas directas en el bienestar humano, entre otras cosas, por la pérdida de los bienes y servicios ambientales; imprescindibles para la vida humana.

La magnitud de las transformaciones del ambiente es enorme. La mayor parte del país ha perdido parte de su cobertura vegetal, ante décadas de indiferencia en las que se han arrasado a millones de hectáreas de bosques, selvas y manglares. La deforestación, junto con los otros problemas ambientales seguramente se incrementará en la siguientes décadas ante el aumento de la población humana, que en México se espera supere los 130 millones en 2025. Ante tales perspectivas, la conservación de las especies en peligro de extinción representa un enorme reto que requiere de nuestra intervención, a través de acciones de manejo concretas, que se basen en el conocimiento científico y las condiciones ambientales y sociales regionales.

La conservación de esta especie, como uno de los carnívoros terrestres más amenazados de México, es de gran relevancia biológica, histórica y social, y requiere de esfuerzos concertados entre los académicos, la sociedad civil, la iniciativa privada y las autoridades. Es un ejemplo de los avances que se pueden lograr para la conservación de especies en peligro cuando se establecen grupos de trabajo interinstitucionales y multidisciplinarios para el diseño y seguimiento de las estrategias de conservación.

El creciente interés que sobre el jaguar se ha generado en México desde el año 2000, se refleja en la formación del Subcomité Técnico Consultivo para la Recuperación del Jaguar, la publicación del Programa de Recuperación del Jaguar; la declaración del 2005 del Año del Jaguar y la inclusión del jaguar dentro de las 5 especies prioritarias de esta administración federal. En este contexto se celebró el I Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI, en el Club de Golf de Cuernavaca, Morelos, del 12 al 15 de octubre de 2005, para reunir a los especialistas trabajando con la especie y en la conservación de su hábitat, para compartir experiencias y unificar metodologías de trabajo.

El presente libro es uno de los resultados de este simposio, e incluye una sección de estudios de caso sobre la distribución o ecología del jaguar en todas las regiones donde se distribuye la especie en México. En la sección de conservación y manejo se abordan las prioridades de conservación de la especie, métodos para evaluar el tamaño poblacional y el estado de salud de las poblaciones silvestres, así como estrategias para la conservación

que incluyen servicios ambientales, vigilancia comunitaria y las estrategias que la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales está liderando para la conservación de la especie.

En el simposio se planteó la necesidad de realizar un análisis de viabilidad de poblaciones para las regiones prioritarias en México, para lo cual se realizó un II Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Taller de Análisis de la Viabilidad de Poblaciones y del Hábitat, realizado en la misma sede, pero del 21 al 24 de noviembre del 2006. Los resultados de ese taller se incluyen en este volumen.

Una de las prioridades de información identificadas en estos simposios fue la necesidad de llevar a cabo un censo nacional para evaluar las poblaciones del jaguar y sus presas en las regiones prioritarias para la conservación de la especie, para lo cual se realizará un III Simposio El Jaguar Mexicano en Siglo XXI, con el objetivo de unificar la metodología para este ambicioso proyecto. Con eso se da continuidad a la serie de simposios sobre el jaguar, que han sido patrocinados principalmente por el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Alianza WWF-Telcel, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) y Ecociencia S.C., y en menor grado por la onabio, el Corredor Biológico Mesoamericano, Hojanay-Fomento Banamex, la Dirección de Vida Silvestre y Profepa.

Es para nosotros un gran privilegio ser parte de los actores de este esfuerzo conjunto de conservación. Estamos profundamente agradecidos con nuestros colegas que han participado con entusiasmo y dedicación a este empeño, y las instituciones que lo han patrocinado. Es evidente que estamos convencidos de que es una excelente inversión de nuestro tiempo y energía, que seguramente redundará en mayores probabilidades de conservación del jaguar en México. El tiempo será el mejor juez de la bondad de estos de esfuerzos.

LOS EDITORES  
Ciudad Universitaria, México  
noviembre 2007

**PARTE I**

**DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA**



## CONSERVACIÓN DEL JAGUAR Y PUMA EN EL NORESTE DE SONORA

OCTAVIO C. ROSAS ROSAS, RAUL VALDEZ Y LOUIS C. BENDER

### Resumen

Se localizó una población residente de jaguar en el noreste de Sonora, México, aproximadamente a 270 km de la frontera entre Sonora-Arizona. Es posible que esta población sea la fuente de el jaguar observado desde 1996 en Arizona y Nuevo México. El jaguar y puma en esta región se encuentran amenazados debido al control de depredadores. Es común la pérdida del ganado en esta área y en la mayoría de las mismas se culpa a estas especies. El jaguar se alimentó de ganado y venado cola blanca principalmente, mientras que el puma lo hizo de venado cola blanca y de mamíferos medianos y pequeños. Para reducir la pérdida de jagua y puma se creó una Unidad de Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMA) en el 2003, con el objetivo de generar fondos para conservación. Se inició el manejo del venado cola blanca para cacería de trofeos en el 2004. Los fondos generados con la cacería de venado están siendo usados para mejorar el manejo de la ganadería para minimizar y mitigar la depredación sobre el ganado.

Palabras clave: conservación, Sonora, jaguar, puma.

### *Abstract*

*A breeding population of jaguars was found in northeastern Sonora, Mexico about 168 miles from the Arizona-Sonora border. This population is, most likely, the source of the jaguars recorded in Arizona and New Mexico from 1996. Cattle losses are common in this part of Sonora and cattle ranchers claim that most of the losses are due to jaguar and puma predation. Jaguars fed primarily of cattle and white-tail deer, while pumas did on white-tailed deer and medium and small mammals. The main threat to jaguars and pumas in northeastern Sonora is predator control in response to jaguar and puma predation on livestock. A wildlife management unit was created in 2003, specifically to conserve jaguars in northeastern Sonora. It encompasses approximately 400 km<sup>2</sup> and was created to generate funds for jaguar conservation. Management of white-tailed deer for trophy hunting was initiated in December 2004. Funds generated through white-tailed deer hunting are being used to improve cattle management, and to mitigate and minimize jaguar predation on livestock.*

*Keywords: conservation, Sonora, jaguar, puma*

## Introducción

El Programa de Conservación del jaguar (*Panthera onca*) en la Sierra Alta de Sonora inició en 1999, cuando se empezó a buscar la posible fuente de dispersión de los ejemplares observados en Arizona, EUA, en 1996 y 1997 (Glenn, 1997). Entre el verano de 1999 y del 2000, se localizó una población residente de jaguar en el municipio de Nácori Chico, en la cuenca de los Ríos Aros-Bavispe, aproximadamente 200 km al sur de la frontera con los EUA (Martínez-Mendoza, 2000; Valdez, *et al.*, 2000). La segunda fase del estudio, consistió en determinar la situación ecológica de la especie en la región (Rosas-Rosas, 2006).

Durante la primera fase del estudio se encontró que el jaguar es una especie residente y que existen los atributos suficientes en el hábitat para su sobrevivencia (Martínez-Mendoza, 2000). Sin embargo, se observó que la base de presas es limitada con relación a otras regiones de su distribución en México (Aranda y Sánchez Cordero, 1996; Núñez, *et al.*, 2000; Valdez, *et al.*, 2000). También se encontró que una de las presas más comunes del jaguar en otros sitios, el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*; Aranda, 1994) no era común, y que la presa más común era el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*; Rosas-Rosas, 2006). La pérdida del ganado doméstico era común y se realizaba control de depredadores como respuesta. En el norte de México se practica de forma habitual el control de depredadores, especialmente de felinos, como medida preventiva para evitar la depredación de ganado y fauna cinegética como venados, y sobre todo de el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*; Rosas-Rosas y López-Soto, 2002; Rosas-Rosas, *et al.*, 2003)

Desde la primera fase de este estudio los registros del jaguar fueron esporádicos. Se encontró que en esta región el jaguar habita en zonas de ecotono entre matorrales semi-áridos, bosque semi-tropical y bosques templados. También se encontró como principal uso del suelo la ganadería extensiva sin un manejo adecuado. Durante la segunda fase de este estudio se estimó su abundancia por medio de identificación de individuos a partir de huellas y trampeo fotográfico, obteniendo una densidad de un jaguar/100 km<sup>2</sup>. Por el contrario, las estimaciones para el puma en la región fueron de dos pumas/100 km<sup>2</sup> (Rosas-Rosas, 2006).

En el noreste de Sonora, la mayor actividad económica desde el siglo XVII ha sido la ganadería (Martínez-Caraza, 1983). Esta región se caracteriza por un clima extremo, al que en los últimos años se ha sumado la presencia de severas sequías, con una importante repercusión en el desarrollo de la ganadería (Rosas-Rosas, 2006). Esto produjo fuertes pérdidas de ganado, que generaron intolerancia de ganaderos a los eventos de depredación, de manera que cuando se detectó el consumo de ganado por jaguar o pumas (*Puma concolor*) se procedió a realizar control de depredadores (Rosas-Rosas, *et al.*, datos no publicados). En respuesta a esta situación, se estableció un programa donde el jaguar es la especie bandera de una Unidad de Manejo de Vida Silvestre (UMA). El programa se fue conformando debido a la comunicación continua de los resultados de la investigación hacia la comunidad, al apoyo de las autoridades federales (Semarnat) y al interés de los propietarios de los predios por diversificar sus actividades. Los recursos generados

del aprovechamiento de la UMA se usan para prevenir y mitigar las depredaciones de jaguar y puma sobre el ganado (Rosas-Rosas, 2006). De esta forma los ganaderos tienen un ingreso alternativo, con una inversión mínima, que les permite tolerar las pérdidas ocasionadas por los depredadores, conservando así a la fauna silvestre local (Rosas-Rosas y Valdez, datos no publicados). La meta principal de la creación del programa es el reestablecimiento de un esquema de colaboración con la comunidad, para resolver los retos sociales y económicos asociados con los depredadores en una economía rural basada en la ganadería.

Los objetivos específicos de este trabajo fueron los siguientes: a) estimar el consumo de ganado por jaguar y puma, y b) iniciar un programa de conservación de jaguar basado en la comunidad y la sustentabilidad de los recursos naturales.

## Área de estudio

El sitio de estudio se localiza en la Sierra Madre Occidental, aproximadamente a 270 km al sur de la frontera de Sonora-Arizona, y a 60 km al suroeste de la cabecera municipal de Nácori Chico. Abarca alrededor de 400 km<sup>2</sup> e incluye 11 ranchos ganaderos privados. La principal actividad económica en la región es la ganadería extensiva.

La Sierra Madre Occidental tiene una gran variedad de hábitat que incluyen bosques de pino (*Pinus* spp.), encino (*Quercus* spp.), matorral subtropical y manchones de selva baja caducifolia (Brown, 1982). En la Sierra Madre Occidental la altitud varía de 500 a 2700 msnm. El Río Aros, en el extremo sur del área de estudio, es el mayor de la región. La topografía es agreste y con arroyos intermitentes. La precipitación promedio



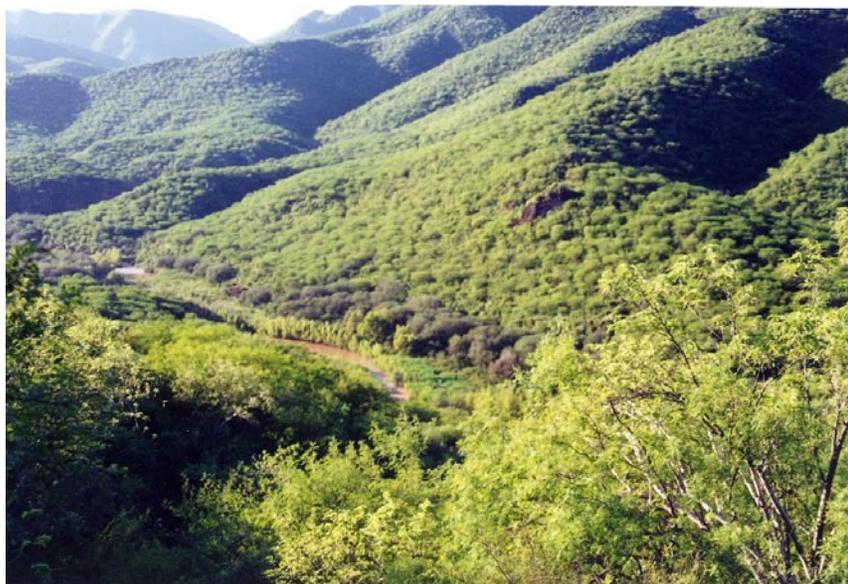
anual es de 400 mm en los valles y hasta 1 000 mm en elevaciones mayores (Marshall, 1957). Existen dos principales estaciones: la seca de marzo a junio y la húmeda de julio a septiembre.

El tipo de vegetación más extendido es el matorral subtropical (Brown, 1982). Las principales especies de plantas presentes son: zamota (*Corsetia glandulosa*), mauto (*Lysiloma divaricata*), mezquite (*Prosopis juniflora*), torote (*Bursera* spp.), tarachique (*Dononaea viscosa*), sotol (*Dasyllirion wheeleri*), palma (*Erythea roezlii*, *Sabal mexicana*), nopales y cholla (*Opuntia* spp.), palo blanco (*Piscidia mollis*), uña de gato (*Mimosa* spp.), pitaya (*Lemnaireocereus thurberi*), y quelite (*Amaranthus palmeri*).

Los principales mamíferos terrestres son el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), liebres (*Lepus* spp.), conejo (*Sylvilagus audubonii*), coati (*Nasua narica*), pecarí de collar, tlacuache (*Didelphis virginiana*) y ardillón de las rocas (*Spermophilus variegatus*). Otros carnívoros que se encuentran presentes en la zona son coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), mapache (*Procyon lotor*), nutria de río (*Lontra longicaudis*), gato montés (*Lynx rufus*), ocelote (*Leopardus pardalis*), zorrillos (*Mephitis* spp., *Spilogale* sp., *Conepatus* sp.), cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y tlacoyote (*Taxidea taxus*; Hall, 1981; Leopold 1959).

## Métodos

Para determinar el consumo de ganado por jaguar y puma, se colectaron excrementos a lo largo de veredas de ganado y fauna silvestre, cuevas, puertos entre montañas, y áreas ribereñas, también se buscaron restos de presas dejados por estos animales. Para diferenciar los excrementos y restos de presas, se utilizaron principalmente rastros asociados y el patrón de depredación de cada especie (Aranda, 2000; Rosas-Rosas, 2006; Rosas-Rosas, *et al.*, en revisión). Para estimar la importancia de las presas de jaguar y puma incluyendo



Vegetación ribereña en época de lluvias con matorral submontano y selva baja caducifolia.

Foto: Octavio C. Rosas Rosas

el ganado, se estimó la frecuencia y porcentaje de ocurrencia, así como la biomasa consumida (Ackerman, *et al.*, 1984; Núñez, *et al.*, 2000).

Para estimar la importancia de la depredación de jaguar y puma sobre el ganado se combinó la investigación de campo con entrevistas a los ganaderos (Rosas-Rosas, 2006). Durante la investigación de campo se buscaron restos de presas en los sitios donde los ganaderos reclamaban tener pérdidas debido a depredadores. Se determinó la especie causante del evento de depredación en los casos donde se encontraba evidencia fresca. Se comparó la información obtenida en campo con la reclamada por los ganaderos (Rosas-Rosas, *et al.*, en revisión).

## Resultados y discusión

La dieta del jaguar se componía principalmente de ganado y otros mamíferos medianos, mientras que el puma se alimentó principalmente de venado cola blanca (Rosas-Rosas, 2006; Rosas-Rosas, *et al.*, en revisión). Durante la estación seca, los ganaderos no tienen muchas opciones para mover su ganado, ya que las áreas con agua disponible generalmente se encuentran en regiones con vegetación densa, que son las utilizadas por los grandes felinos, produciendo inevitablemente el conflicto. Por otro lado, desde el 2004 se ha registrado un notorio incremento de las presas naturales del jaguar y puma, como venado cola blanca, pecari de collar, coatí, y otros mamíferos de talla mediana y chica (Rosas-Rosas, 2006). Posiblemente como resultado de un incremento de la precipitación pluvial, ocurrida desde mediados del 2004 a la fecha, hay más vegetación y disponibilidad de agua.

En esta región de Sonora, los ganaderos reclamaban aproximadamente 400 pérdidas de ganado debido a depredación durante el periodo 2000-2005. Sin embargo, el análisis de campo demostró que menos del 10% de las pérdidas fueron ocasionadas por jaguar y



El matorral sub-tropical  
vegetación dominante  
en el área de estudio.

Foto: Alejandro Juárez Reyna

puma (Rosas-Rosas, *et al.*, en revisión). Las pérdidas por felinos no fueron significativas para la operación ganadera total de los 11 ranchos en la zona de estudio. Sin embargo, si la mayor parte de los eventos de depredación se dan en un solo rancho, el impacto económico en el mismo puede ser severo y causar la quiebra de la operación ganadera (Rosas-Rosas, 2006).

### Esfuerzos de conservación

Con base en los resultados obtenidos, se observó que una de las principales amenazas para la supervivencia del jaguar y el puma en su hábitat más norteño, es el control de depredadores. Para tratar de minimizar el impacto de este control, se ha instrumentado un programa de conservación, que incluye talleres de asesoramiento a los ganaderos para prevenir y disminuir la depredación sobre ganado doméstico, así como reuniones con los propietarios de los predios que conforman el área de estudio. Adicionalmente se hicieron reuniones oficiales con investigadores, autoridades federales, estatales, municipales, y ganaderos, tanto en la cabecera municipal de Nácori Chico como en Hermosillo. Dentro de las principales acciones en la comunidad, en abril del 2004, se realizó un taller de educación ambiental en el municipio de Nácori Chico. En este taller se visitaron cuatro comunidades del municipio y participaron 375 estudiantes de un total de 415 en el área, de nivel preescolar, primaria y secundaria. Se resaltó la importancia de los recursos naturales, se les comunicaron los resultados de la investigación y se conocieron sus percepciones sobre la fauna local (Rosas-Rosas y Valdez, datos no publicados).

En las reuniones antes mencionadas se consolidó el convenio de conservación del jaguar firmado por los propietarios de los predios, investigadores y el gobierno federal. Se prometió a los propietarios de los predios que a cambio de no sacrificar jaguar se haría el manejo cinegético de la fauna silvestre de sus predios, como parte de la compensación de posibles daños causados a la ganadería por esta especie (Rosas-Rosas, 2006). En los ini-



Con talleres/ programas de educación ambiental se fortaleció el programa de conservación del jaguar en el noreste de Sonora. Estudiantes de preescolar, primaria y secundaria adquirieron conocimientos y valores hacia la fauna local.

Foto: Octavio C. Rosas Rosas

cios del 2003 se aprobó el registro de la UMA denominada “Programa de Conservación del Jaguar en la Sierra Alta de Sonora” (UMA-SEMARNAT-292-SON). La meta de este programa de conservación es promover el turismo cinegético, ecológico y de aventura en la región, con miras a poder crear las bases necesarias para fundamentar un programa de conservación a largo plazo, no sólo del jaguar, sino de otras especies como la nutria de río, el ocelote, el oso negro (*Ursus americanus*), la cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), por mencionar algunas especies en riesgo que se encuentran en el área.

El objetivo es involucrar aún más a la comunidad dentro del programa de conservación, así como a las instituciones de investigación tanto mexicanas como extranjeras, y a agencias norteamericanas gubernamentales como el Arizona Game and Fish Department, New Mexico Department of Game and Fish, United States Geological Survey, y no gubernamentales como la Wildlife Conservation Society y Primer Conservation

El puma (*Puma concolor*) coexiste con el jaguar en el noreste de Sonora y es más abundante en la región. Tanto el jaguar como el puma son objeto de control de depredadores por considerárseles una amenaza para el ganado.

Foto: DeerCam, Octavio C. Rosas Rosas (con sensor fotográfico)



El jaguar (*Panthera onca*) en el noreste de Sonora es escaso y, a menos que se conjunten esfuerzos entre los tenedores de la tierra, instituciones educativas y de investigación y gobiernos estatal y federal su futuro es incierto en esta región limítrofe de su distribución.

Foto: TrailMaster, Octavio C. Rosas Rosas (con sensor fotográfico).



Outfitters LTD. También se contempla establecer una estación biológica con base en Nácori Chico para facilitar tanto la participación de investigadores nacionales y extranjeros como de estudiantes.

Los logros obtenidos hasta ahora son la venta de 44 permisos de caza para venado cola blanca en el periodo 2003-2006, totalizando una ganancia de \$66 000 USD (Rosas-Rosas y Valdez, datos no publicados). Los fondos han sido destinados a mejorar la operación ganadera para minimizar los posibles conflictos con los depredadores y a habilitar sus ranchos para recibir a turistas cinegéticos, turismo alternativo e investigadores. Con la creación de la UMA para la conservación del jaguar se espera establecer una cultura de conservación sustentable a largo plazo en el municipio de Nácori Chico, Sonora.

### **Agradecimientos**

Agradecemos al Jaguar Conservation Program de la Wildlife Conservation Society, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT-México), a la New Mexico Cooperative Wildlife Research Unit-USGS, a los Departamentos de Biología y Ciencias de la Vida Silvestre de la Universidad Estatal de Nuevo México, a Summerlee Foundation, National Park Service, U.S. Fish and Wildlife Service y a todos los voluntarios por su gran apoyo para la realización de este proyecto.

# SITUACIÓN DEL JAGUAR EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS

ARTURO CASO

## Resumen

En Tamaulipas, aún existen poblaciones de jaguar, pero debido a factores antropogénicos como la destrucción del hábitat y la cacería furtiva, la distribución de este felino se ha visto seriamente afectada. Durante 12 años se recopilaron datos de campo sobre la presencia del jaguar en el estado, mediante entrevistas, encuestas y visitas de campo. Para determinar su situación actual se realizó un análisis del hábitat disponible del jaguar utilizando imágenes. Se estimó una superficie de 1 110 878 ha de hábitat disponible para el jaguar en todo el estado de Tamaulipas, siendo la Sierra Madre Oriental y la Sierra de Tamaulipas los sitios con mayor superficie de hábitat. Esto indica que aún es posible mantener estas poblaciones a largo plazo.

## Abstract

*In Tamaulipas, jaguar populations still remain, however, due to anthropogenic factors such as habitat loss and by poaching, the distribution of this felid has been affected. For twelve years, data about jaguar presence on different locations within the State, have been recorded through interviews and surveys to local people and field visits. Recently, available habitat analysis was conducted using LANDSAT imagery, to identify the remaining locations with the largest amount of jaguar habitat. An area of 1 110 878 has with suitable jaguar habitat, and the Sierra Madre Oriental and the Sierra of Tamaulipas and the most important locations for jaguar habitat.*

## Introducción

En Tamaulipas aún existen poblaciones del jaguar, las cuales se ven afectadas por diversos factores, como la destrucción y modificación del hábitat por las actividades agropecuarias y la cacería furtiva. En las zonas ganaderas, existe el problema de que estos felinos se han visto forzados a atacar al ganado doméstico, ya sea por la ausencia de presas naturales o por heridas que les dificultan cazar, lo cual ha sido documentado en varios sitios de su distribución (Rabinowitz, 1986). El resultado de estos eventos suele ser la muerte de uno o más jaguares ya que el control letal no es dirigido al individuo problema (Caso, 1993). Esto ha disminuido las poblaciones de jaguar dramáticamente en los últimos 30 años, reduciendo cerca de 1 000 km hacia el sur el área de distribución original (Sunquist y Sunquist, 2002; Swank y Teer, 1989).

Al estar en la cima de la cadena alimenticia y ser un animal que requiere de grandes extensiones de hábitat natural para sobrevivir, el jaguar debe de considerarse como un indicador del estado del ecosistema (Caso, 1994; Miller *et al.*, 2001). Al conservar al jaguar con éxito, también se protegen indirectamente otras especies de fauna silvestre de

gran importancia, ya sea por estar en peligro de extinción, como el ocelote (*Leopardus pardalis*), de interés cinegético como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), o turístico como el loro cabeza amarilla (*Amazona ochrocephala*), cuya distribución en Tamaulipas coincide con la del jaguar y al igual que éste también sufren por la destrucción del hábitat.

En la década de 1940, el jaguar habitaba en el estado de Texas, Estados Unidos; sin embargo, el último reporte confirmado de esta especie fue en 1946, donde un animal fue cazado a 10 km al sur de San Benito, Texas (Taylor, 1947). No existen registros recientes del jaguar en Texas, lo que indica que su distribución más norteña es ahora la Sierra Madre Oriental en Tamaulipas. Leopold (1959) y Álvarez (1963) mencionan la distribución del jaguar en el centro y en toda la franja costera del estado de Tamaulipas. Publicaciones más recientes marcan el límite noreste de distribución de la especie en los estados de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas (Brown y López-González, 2001; Neff, 1982; Rosas-Rosas y López-Soto, 2002; Sunquist y Sunquist, 2002). Históricamente Tamaulipas fue un lugar para la caza del jaguar y debido a esto, gran parte de la reducida información disponible proviene de cazadores. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue el documentar la presencia del jaguar en Tamaulipas y determinar el hábitat disponible para la especie.

## Métodos

Para llevar a cabo este estudio se utilizaron datos obtenidos durante 12 años de trabajo de campo en el estado de Tamaulipas, mediante entrevistas, encuestas (Apéndice 1), muestreos y visitas de campo. Se tomaron medidas y otros datos de ejemplares cazados. Para estimar el hábitat disponible para el jaguar se consideró el área de actividad reportada para México y Centroamérica (Ceballos *et al.*, 2002; Rabinowitz, 1986). Dentro del análisis se incluyeron áreas de pino-encino, ya que se reportan como áreas utilizadas por el jaguar (Brown y López-González, 2002; Leopold, 1959). Algunas áreas como la Sierra de San Carlos, no se incluyeron en el análisis porque en una visita previa los lugareños no reportaron haber visto al jaguar ni huellas o excretas, y tampoco mencionaron pérdidas de ganado atribuidas a este felino. El análisis general del hábitat del jaguar se realizó con base en una imagen LANDSAT ETM 7 del 2000 del Estado de Tamaulipas; se utilizaron los programas ArcGIS 9.0 y el ERDAS IMAGINE 8.7 para clasificar los sitios de acuerdo a la vegetación y a su potencial de refracción.

Para clasificar la veracidad de los registros se utilizaron los criterios establecidos por Tewes y Everett (1982), tomando en cuenta únicamente las observaciones Clase I, que implican, la posesión u observación directa del animal por los autores, la posesión del animal o piel por el observador, la fotografía del animal tomada en el sitio (por ejemplo cámara remota) o la captura del animal.

## Resultados y discusión

Se encontraron diez registros Clase I recientes (<15 años) del jaguar en Tamaulipas. Los

reportes se encontraron en los siguientes Municipios de Aldama, Gómez Farías, González, Hidalgo, Jaumave, Ocampo, Soto la Marina y Villa de Casas (Cuadro 1). De acuerdo a las observaciones y al análisis de hábitat, por medio del programa ArcGIS se determinó una superficie total de 1 110 878 ha de hábitat disponible para el jaguar en el estado de Tamaulipas (Cuadro 2; Figura 1).

El área estimada como hábitat disponible para el jaguar en Tamaulipas debe de ser tomada con cautela, ya que debe de hacerse una validación en campo de los diferentes tipos de hábitat considerados en las imágenes satelitales, además de necesitar un mayor número de registros para incrementar la precisión. A pesar de estas limitaciones, el área estimada en el presente trabajo para la Sierra de Tamaulipas, es consistentes con otros trabajos en la misma área (Ortega-Huerta y Medley, 1999). En esta sierra que esta ahora aislada de la Sierra Madre Oriental, es probable que exista una población importante de jaguar. Esto es en base al hábitat existente y a los registros de depredación de ganado.

El hábitat del jaguar en Tamaulipas ha disminuido en relación a la distribución reportada en el pasado (Álvarez, 1963; Leopold, 1959). Uno de los factores que inciden de forma directa en la desaparición del hábitat del jaguar es la explotación del bosque para convertirlo en carbón. Por otro lado, la cacería ilegal ejerce presión contra las poblaciones existentes, como lo muestra el hecho de que la mitad de los registros de jaguar en el estado hayan sido de pieles de animales cazados ilegalmente.

**Cuadro 1.** Registros recientes del jaguar en el estado de Tamaulipas

No	Año	Localidad	Municipio	Registro	Topografía
1	1991	E. Los Caballos	Hidalgo	Piel de animal cazado	Sierra Madre Oriental
2	1992	R. La Lajilla	V. de Casas	Huellas, excretas	Sierra de Tamaulipas
3	1993	R. Miradores	S. la Marina	Piel de animal cazado	Sierra de Tamaulipas
4	1993	R. El Porvenir	S. la Marina	Captura	Sierra de Tamaulipas
5	1995	E. Noche Buena	S. la Marina	Piel de animal cazado	Sierra de Maratines
6	2001	E. San Vicente	Jaumave	Muertes de ganado por jaguar	Sierra Madre Oriental
7	2001	E. Ricardo Flores Magón I	Ocampo	Piel de animal cazado	Sierra Madre Oriental
8	2003	Gómez Farías	Gómez Farías	Observación directa	Sierra Made Oriental
9	2003	R. Almagre	González	Piel de animal cazado	Sierra de Tamaulipas
10	2004	R. Balcones	Aldama	Captura y fotografía	Sierra de Tamaulipas

E. = Ejido; R. = Rancho Ganadero

**Cuadro 2.** Regiones y superficie disponible con hábitat de jaguar en el estado de Tamaulipas

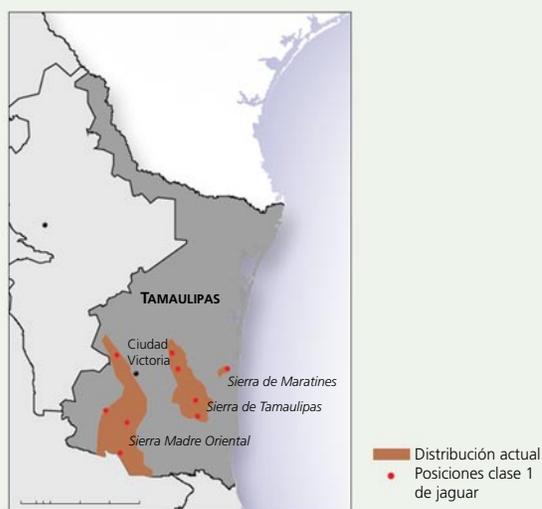
Regiones	Superficie (ha)
Sierra Madre Oriental	729 812
Sierra de Tamaulipas	366 493
Sierra de Maratines	14 573
Total	1 110 878

Las tres áreas con presencia de jaguar se encuentran separadas y probablemente aisladas entre sí, ya que aunque la distancia entre ellas es de por lo menos 50 km, con terrenos agrícolas y ganaderos desmontados, y la convergencia de carreteras principales, lo que representa una barrera muy importante para el jaguar, e indica que estas poblaciones están aisladas.

En la Sierra Madre Oriental la mayor parte de los registros se encuentran en el sur, en los Municipios de Llera, Ocampo y Jaumave. En la Reserva de la Biosfera del Cielo, en la región de Gómez Farías, hubo una observación directa, pero la presencia del jaguar es esporádica y los lugareños se quejan más por los daños en sus ganaderías por oso negro (*Ursus americanus*) que por los daños de los felinos mayores (puma y jaguar). El limitado número de registros de jaguar para esta región puede ser por la baja abundancia de presas potenciales como el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), coatí (*Nasua narica*), y el



**Figura 1.** Distribución actual del jaguar en el estado de Tamaulipas.



venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), que son cazados por los pobladores locales (Aranda, 1994). La Sierra Madre Oriental de Tamaulipas se conecta hacia el sur con San Luis Potosí, donde no existen reportes comprobados, pero de acuerdo los resultados, existe disponibilidad de hábitat, por lo que puede haber una población de jaguar en esta región. En el noroeste, la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas se conecta con la Sierra Plegada en Nuevo León, en donde se ha registrado la presencia del jaguar (Rosas-Rosas y López-Soto, 2002).

La conservación del jaguar en Tamaulipas requiere de determinar su situación actual de manera precisa ya que no existe información sobre el tamaño de sus poblaciones ni de su ecología, por lo que es necesario impulsar la realización de estudios sobre la especie.



**Figura 2.** En las sierras de Tamaulipas se encuentran las poblaciones más norteñas del jaguar de la vertiente del Golfo de México. En Tamaulipas el jaguar tiene conflictos serios por la depredación del ganado.

Foto: Arturo Caso

# Apéndice 1

## Forma de registro de jaguar mediante entrevistas

### Registro de muerte causada por jaguar

No. \_\_\_\_\_ Fecha del ataque \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nombre del Rancho \_\_\_\_\_

Nombre del Propietario \_\_\_\_\_

1) Que animal fue muerto: a) becerro b) novillo o novillona c) vaca o toro  
d) equino e) otro \_\_\_\_\_

2) Edad aproximada del animal muerto (meses; años) \_\_\_\_\_

3) Tipo de vegetación donde se encontró el animal \_\_\_\_\_

4) A que distancia aproximada fue arrastrado desde el lugar del ataque \_\_\_\_\_

5) Tiempo aproximado entre el ataque y el hallazgo del animal muerto \_\_\_\_\_

6) Se le encontró (señalar con una cruz los incisos que correspondan):

- a) Sólo muerto (sin ser comido)
- b) Sí estaba comido, ¿que parte? \_\_\_\_\_
- c) Estaba cubierto con hojas y tierra
- d) Tenía sangre (y orificios) en la garganta?
- e) Tenía sangre (y orificios) en la nuca o cráneo?
- f) Se observó al felino comiendo, ¿que especie? \_\_\_\_\_
- g) Se observaron huellas?

7) Este ataque representa el No. \_\_\_\_\_ de animales perdidos por ataques de felinos en este año.

8) ¿Los felinos causan daño a su ganadería todo el año? sí \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_ en caso afirmativo, cuantos animales cree que mueren al año en su predio por causa de felinos \_\_\_\_\_ y cual de ellos (puma o jaguar) usted cree que haga el daño \_\_\_\_\_

9) Ha empleado algún método para controlar los felinos en su predio sí \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_ en caso afirmativo explicar \_\_\_\_\_

10) ¿Le gustaría saber más sobre las opciones que existen para resolver el problema de las pérdidas de ganado causadas por las especies de felinos? sí \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

# DISTRIBUCIÓN Y SITUACIÓN DEL JAGUAR EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO

RODRIGO NÚÑEZ PÉREZ

## Resumen

El jaguar habita un paisaje modificado y dominado por el hombre en el occidente de México. El hábitat se ha reducido en extensión, está fragmentado y continúa sufriendo fuerte presión para dar paso al desarrollo y a la frontera agrícola-ganadera. El jaguar ha desaparecido de grandes áreas de su área de distribución, pero se desconoce su situación actual. Mediante el empleo de entrevistas, registros en campo y revisión de cartas topográficas y el uso del del Inventario Nacional Forestal, se determinó la distribución potencial y áreas críticas para el jaguar en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán. Para conocer la percepción y aceptación social sobre la conservación del jaguar se realizaron entrevistas en localidades donde el jaguar está presente. Los resultados indican que el jaguar aún ocupa gran parte de su rango de distribución histórico pero con poblaciones fragmentadas y en bajas densidades. Se encuentra mejor representado en las selvas de Jalisco y Nayarit, mientras que, en Colima y Michoacán son escasos los registros. Seis áreas fueron identificadas como prioritarias (3 en Jalisco, 3 en Nayarit). En la mayor parte de las áreas donde se identificó la presencia del jaguar existía el conflicto con los ganaderos. En general, los pobladores están de acuerdo que se conserve al jaguar, siempre y cuando se atienda la problemática que existe con los felinos que depredan ganado.

Palabras clave: occidente de Mexico, hábitat potencial, áreas prioritarias, percepción social.

## Summary

*The jaguar inhabits a modified and human dominated landscape in western Mexico. Its habitat has been reduced, fragmented, and the pressure from agriculture and cattle ranching continues. The jaguar has been extirpated from large areas within its historic range, but its current situation is unknown. Using interviews, field records and topographic maps, and the National Forest Inventory, the potential distribution and critical areas for the species in Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacan states was determined. In order to know the perception and social acceptance of jaguar conservation, a interviews were conducted in areas where jaguar is known to be present. The results indicate that the jaguar occupies a large portion of the historical range but with fragmented populations and in low population densities. It is better represented in the tropical forests of Jalisco and Nayarit, while in Colima and Michoacan the records are scarce. Six priority areas were identified (3 in Jalisco and 3 in Nayarit). In most of these areas there were conflicts with cattle ranchers. In a general, local people agree to protect the jaguar if the problems of livestock predation are solved.*

*Key words: West of Mexico, potential habitat, priority areas, social perception.*

## **Introducción**

El jaguar es una especie protegida en México y clasificada como en peligro de extinción (Semarnat, 2002). En el año 1987 se consideraba que las poblaciones del jaguar en México se habían reducido hasta en un 65% (Swank y Teer, 1989), sin embargo, se desconoce su distribución y estado de conservación actual en gran parte del país. La pérdida de hábitat ha sido una de las mayores causas de la desaparición de los grandes carnívoros (Nowell y Jackson, 1996) y los jaguares no son la excepción.

En el occidente de México, el jaguar ocupaba la planicie costera del Pacífico, la Sierra Madre del Sur y parte de la Sierra Madre Occidental (Ceballos y Oliva, 2005; Hall, 1981; Leopold, 2000). Aunque se desconoce que tan abundantes fueron los jaguares en estas áreas, se considera que el jaguar era abundante en los humedales y selvas de Nayarit y Jalisco, de acuerdo a los testimonios de cazadores y algunos autores (Carmony, 1995; Leopold, 2000).

La accidentada topografía, la densa vegetación y la falta de vías de comunicación mantuvieron protegido al jaguar de las actividades del hombre. Sin embargo, en la década de 1970, con la construcción de la carretera costera federal No. 200, esto cambió y se aceleraron los cambios en el uso de suelo, transformando y fragmentando el hábitat del jaguar. En 1987 se consideraba que las poblaciones de jaguar en esta parte del país estaban en declinación, fragmentadas y en bajas densidades (Swank y Teer, 1989), pero aún ofrecían oportunidades de conservar a la especie si se detenían las amenazas existentes como la deforestación y persecución de los jaguares (Navarro, 1993).

El occidente de México es considerado por la Wildlife Conservation Society como una unidad (JCU 3) de conservación del jaguar del tipo I donde podría haber 500 individuos reproductivos (Marieb, 2005). El jaguar ha sido tradicionalmente ligado a la vegetación tropical densa (Chávez *et al.*, 2005; Guggissber, 1975; Seymour, 1989; ), pero se le ha observado en bosques templados y regiones semiáridas (Brown y López-González, 2001; Núñez, 2007; Monroy *et al.*, 2005, en prensa). A pesar de los profundos cambios antropogénicos ocasionados al paisaje, el jaguar es una especie versátil y es posible encontrarlo en áreas con cierto grado de perturbación (Brown y López-González, 2001; Sanderson *et al.*, 2002; Núñez, 2007). En las costas de Jalisco y Nayarit, el jaguar coexiste e interactúa continuamente con el humano, y debido a que en la última década los municipios costeros experimentan un acelerado incremento en la población humana (Conapo, 2000), la presión a las poblaciones del jaguar será mayor. Para poder implementar una estrategia de conservación adecuada y práctica, es necesario conocer la situación de la especie e identificar donde están las poblaciones (Bailey, 1994).

De acuerdo al Inventario Nacional Forestal, en el occidente de México ya no existen grandes extensiones forestales bien conservadas, el paisaje está fragmentado y con algún nivel de perturbación. La conservación del jaguar en el occidente debe ser compatible con las actividades humanas. La conservación de grandes carnívoros en convivencia con

el humano implica una amplia participación social, y la aceptación que ésta tenga en las actividades de conservación será definitiva para lograr la protección de la especie (Naughton-Treves *et al.*, 2003; Oli *et al.*, 1994). Actualmente, la costa de Jalisco y Nayarit sufre una fuerte presión por la construcción de mega desarrollos turísticos e infraestructura asociada, como carreteras y autopistas. En Jalisco, gran parte de los terrenos costeros se han privatizado en los últimos años (Del Castillo, 2007) y ya se han presentado actividades que impactan el hábitat del jaguar, como en las inmediaciones de la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala (RBCC; Instituto de Biología, 2007). Además, la Comisión Federal de Electricidad no reportó la presencia del jaguar en sus manifestaciones de impacto ambiental para la serie de embalses hidroeléctricos escalonados que construye a lo largo del Río Santiago, y cuyos espejos suman hasta ahora 150 km de largo. Los lagos artificiales que se formaron indudablemente desplazaron a un número indeterminado de felinos, formaron una barrera para la dispersión y fragmentó la población local, una de las de mayor importancia por la extensión de hábitat disponible.

Conocer la situación actual del jaguar y las áreas críticas para su conservación es importante para diseñar un plan de manejo y/o recuperación adecuado a las condiciones actuales, así como para hacer recomendaciones y medidas de mitigación para reducir el impacto de las actividades humanas en las poblaciones de jaguar. En Jalisco, Nayarit y Michoacán, el jaguar es bien conocido entre ganaderos y la gente de campo, y por lo general se asevera la presencia o ausencia de la especie en áreas específicas. Los trabajos para determinar la situación del jaguar en la región han sido escasos. En 1995, paralelamente al Proyecto Jaguar que se realiza en la RBCC, se empezó a recabar información sobre la presencia del jaguar en la costa de Jalisco, Colima y Michoacán de manera informal.

En el presente trabajo se presentan y discuten los resultados del trabajo realizado entre los años 2005 a 2007, para conocer la distribución del jaguar y su situación actual en el occidente de México e identificar las áreas de mayor importancia para su conservación en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán.

## **Área de estudio**

El área de estudio comprende básicamente la costa y sierras costeras de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán. Es una región con un gran número de poblaciones urbanas y rurales dispersas a través del paisaje. Abarca 4 provincias fisiográficas: Sierra Madre Occidental, Eje Volcánico, Planicie Costera Noroeste y Sierra Madre del Sur. Presenta dos tipos básicos de climas; trópico sub-húmedo y templado sub-húmedo (Challenger, 1998). La altitud va desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. Los tipos de vegetación más importantes son la selva baja caducifolia, selva mediana, bosques de encino, encino-pino, manglares y pastizales inducidos (Rzedowski, 1994). Los pastizales inducidos para ganadería se encuentran a lo largo de todo el paisaje, y existen pocas áreas con grandes extensiones de vegetación nativa sin perturbar. Gran parte de la cobertura vegetal está fragmentada y con algún nivel de perturbación, y grandes áreas han sido completamente desmontadas para actividades agrícolas. Ocho áreas terrestres priorita-

rias para la conservación se encuentran total o parcialmente dentro del área de estudio: la No 59-Cuenca del Río Jesús María, No 60- Sierra los Huicholes, No 61-Marismas Nacionales, No 62- Sierra de Vallejo-Río Ameca, No 63-Chamela-Cabo Corrientes, No 64-Manantlán-Nevado de Colima, No 115-Sierra de Coalcoman y No116, Infiernillo (Arriaga *et al.*, 2000).

Las actividades humanas más comunes en las áreas rurales son la agricultura, la ganadería extensiva, la explotación forestal, la pesca y actividad turística (Coplade, 2005; Seplan, 2001). Las selvas y bosques de encino de Jalisco y Nayarit están invadidos en gran parte de su extensión por ganado vacuno, mientras que, en el estado de Michoacán, aunque existe la ganadería extensiva no tiene la importancia de Nayarit y Jalisco, este último es el segundo productor de ganado en México. En el área de estudio se localizan 3 grandes comunidades indígenas, los Nahuas de la costa de Michoacán y los Coras y Huicholes del noreste de Nayarit (Conabio, 2006), además de algunos grupos Nahuas en el sur de Jalisco.

## Métodos

Con la finalidad de conocer las posibles áreas donde los jaguares de la RBCC pudieran dispersarse y conocer las áreas donde el jaguar esta presente en el estado de Jalisco, se comenzaron a buscar registros y se realizaron entrevistas esporádicas a partir del año 1995. Con base en los testimonios se desprendieron dos temas importantes que fueron la presencia del jaguar y el conflicto ganado-jaguar. En los meses de julio y agosto de los años 2005 y 2006 se realizaron entrevistas abiertas y cerradas (Karanth y Nichols, 2000, Medellín *et al.*, 2006; Rabinowitz, 1997) de manera intensiva a ganaderos, rancheros y cazadores, de más de 35 localidades, con la finalidad de conocer la distribución del jaguar, obtener registros físicos y conocer su percepción y actitud sobre la conservación del jaguar y el conflicto por la depredación de ganado. De manera complementaria también se hicieron entrevistas abiertas a veterinarios, técnicos forestales, investigadores y personal de la Semarnat, Profepa y Conanp de cada uno de los estados que han estado involucrados en trabajo de campo en las áreas visitadas.

En campo se buscaron registros como cráneos, pieles, fotografías y huellas, y en 5 localidades se emplearon cámaras automáticas. Los reportes de ataque al ganado fue uno de los indicadores de presencia del jaguar más confiables debido a la experiencia de los rancheros y/o vaqueros en el reconocimiento de los rastros de los felinos, marcas en los animales depredados y su continua presencia en el campo. Los reportes de ataques a ganado fueron atendidos por el autor, y/o personal de Semarnat y Profepa de Nayarit y Jalisco. Se visitaron 16 localidades de Jalisco, 11 en Nayarit y 4 en el estado de Michoacán, donde se reportó depredación de ganado y/o avistamientos de jaguar. En 5 localidades se colocaron estaciones de foto-trampeo para registrar la presencia del jaguar: 2 localidades en Jalisco (n =3 y 5 estaciones), 2 en Nayarit (n= 4 y 2 estaciones) y 1 en el estado de Michoacán (n=1 estación). En estas actividades (entrevistas y visitas al campo) se contó con la colaboración de los 11 grupos de vigilantes comunitarios participativos. Los registros

como huellas o foto-trampeo se georeferenciaron mediante el empleo de un receptor del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, Garmin, USA) y se anotaron las características del hábitat donde fueron obtenidas.

Con base en las entrevistas realizadas, presencia humana, registros referenciados y el tipo de hábitat disponible, se determinó el área potencial de distribución y las áreas de mayor importancia para su conservación. Debido a que la caracterización del hábitat se basa principalmente en la vegetación (Ojasti, 2000), las cartas de vegetación 1:250 000 (INEGI, 1996) y el Inventario Nacional Forestal 2000 permitieron identificar las áreas críticas. Con base en las cartas de vegetación serie III (INEGI) se determinó el hábitat potencial dentro los polígonos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región.

Para conocer la percepción social y actitudes de las comunidades hacia la conservación del jaguar y el conflicto que ocasiona la depredación de ganado, en el verano del 2005 y del 2006 se realizaron entrevistas intensivas en 3 diferentes áreas con reportes frecuentes de avistamiento de jaguares y sus rastros, así como reportes de depredación de ganado. Se llevaron a cabo entrevistas a 120 ejidatarios de la zona de Sierra de Vallejo-Zapotán en Nayarit, a 60 de Cabo Corrientes en Jalisco y a 40 comuneros de la comunidad indígena de Pomaro en Michoacán. Las entrevistas constaron de 24 preguntas enfocadas a conocer su percepción sobre abundancia y presencia histórica y actual del jaguar, el conflicto causado por los ataques al ganado y actitudes hacia la conservación de la especie y su hábitat.

## **Resultados y discusión**

Los resultados de la distribución son preliminares debido que este trabajo está en proceso, dado que existen áreas donde no se ha confirmado la presencia del jaguar pero existen reportes confiables de su presencia.

### **Distribución**

El jaguar es conocido en el medio rural de Jalisco y Nayarit, mientras que, en Michoacán y Colima existen pocas evidencias de su presencia en las comunidades rurales. En Jalisco y Nayarit, el jaguar ocupa gran parte de su distribución original pero las poblaciones están fragmentadas, dispersas y en algunas áreas la densidad poblacional es baja o su presencia es temporal. En Colima y Michoacán, el jaguar ha desaparecido o su presencia es ocasional, de acuerdo a los testimonios de las personas entrevistadas. En Jalisco y Nayarit, el 75% de los registros estuvieron asociados a la selva baja y selva mediana, el 12.5% asociado a bosques de encino y el 12.5% a los humedales. En Michoacán, los registros más recientes son en la selva baja y bosques de encino. Los registros se ubicaron entre los 0 y 1 400 msnm, aunque se ha reportado la presencia del jaguar a altitudes mayores a los 2 000 msnm. Seis áreas fueron identificadas como críticas para conservar al jaguar en Jalisco (n=3) y Nayarit (n=3), y en el estado de Michoacán se estimó que las áreas de mayor importancia podrían estar en los municipios de Aquila y Arteaga (Figura 1), pero se desconocen registros físicos recientes de su presencia.

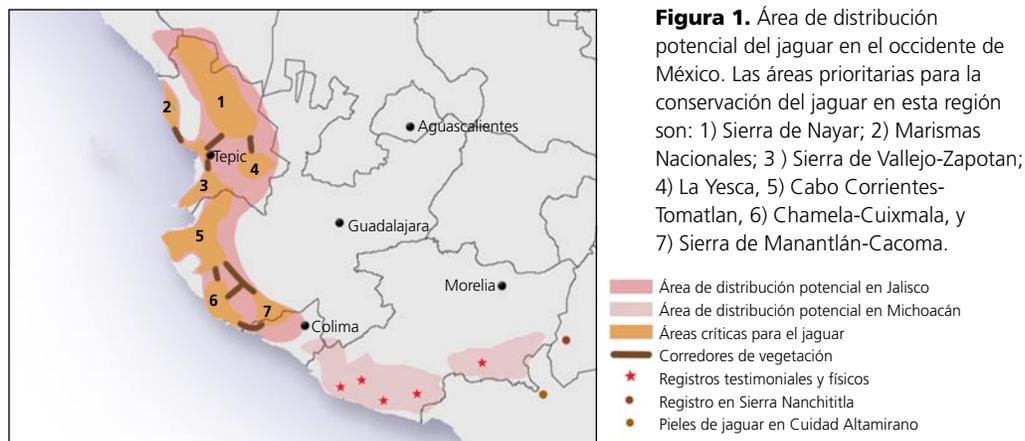
## Nayarit

En Nayarit se registró la presencia de jaguar en 26 localidades de 18 de los 22 municipios del estado. La mayor parte de los registros (65%) fueron encontrados en áreas con selva mediana y selva baja, seguido por el manglar (en las Marismas Nacionales, 25%) y el 10% restante fueron situados en bosques de encino.

Esto indica que el jaguar todavía ocupa gran parte de su intervalo de distribución original en el estado (Figura 1); sin embargo, su hábitat se encuentra fragmentado. Se estima que existe en el estado entre 9 000 y 11 000 km<sup>2</sup> de hábitat potencial. Con la incorporación al sistema de áreas naturales protegidas de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 (CADNR 043) porciones Aguamilpa, Sierra de los Huicholes y Vallejo-Ameca se protegen 450 mil ha de hábitat propicio para el jaguar en diferentes partes del estado. La región con mayor número de reportes de la presencia del jaguar es la costa sur del estado y el área de Protección de Fauna y Flora (PFF) Marismas Nacionales, pero la información está sesgada a favor de estas regiones debido a accesibilidad y presencia de personal trabajando en estas áreas. En la región de la Sierra, existen pocos registros de la presencia del jaguar debido a lo inaccesible del terreno. En los límites con Durango, a la altura del poblado de San Jose Peyotán (Municipio El Nayar), y del lado duranguense, el doctor Jorge Servín registró la presencia del jaguar en las cañadas con selva mediana de la zona (com. pers.) así como a la altura de la presa del Cajón. En esta misma región, pero en el municipio de Santa Maria del Oro, se atendió el caso de un becerro depredado por jaguar en un paisaje dominado por los bosques de pino-encino y pastizales inducidos, en el fondo de las cañadas existen elementos de selva baja.

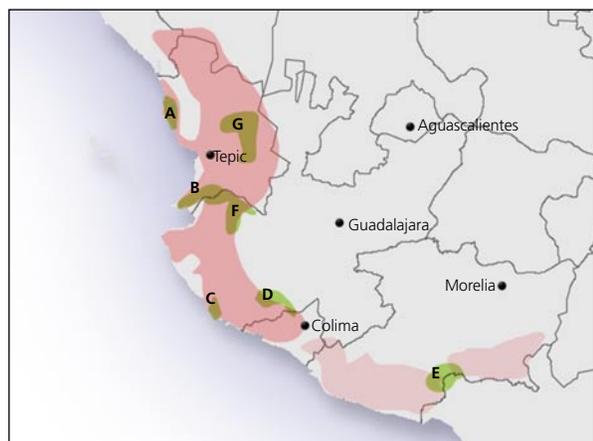
Con base en la calidad y tipo de vegetación y la presencia humana, se identificaron tres áreas prioritarias para la conservación del jaguar en el estado:

a) Marismas Nacionales (MN) : Incorporado a la convención RAMSAR para la conservación de los humedales en 1995 y en proceso de decretarse ANP. Comprende 130 000 ha en la porción Nayarita. El tipo de vegetación con mayor extensión en la zona es el manglar (60 000 ha) que se encuentra presente la selva baja, y la vegetación halófila



(UAN, 2004). Las marismas del estado de Nayarit están en proceso de aislamiento por la deforestación. Se ha estimado que la tasa de deforestación para la selva baja en esta área es del 2.7% anual, mientras que para los manglares es de 0.8% anual (Berlanga *et al.*, 2004; Berlanga y Luna, 2007). La región se encuentra aún comunicada por un estrecho corredor de manglar por la costa, con las Marismas del lado sinaloense y la áreas forestales de la región de “Pie de la Sierra”, y con el sur con los ceborucales (área rocosa resultado de antiguas erupciones volcánicas) asociados al Volcán Cerro de San Juan. De acuerdo al testimonio de pescadores y ejidatarios, los reptiles (tortugas) y mamíferos medianos como los coatíes y mapaches son muy usados por el jaguar como alimento.

b) Sierra de Vallejo-Sierra Zapotan (SV y SZ): De acuerdo a registros testimoniales, Sierra de Vallejo-Zapotan fue un área de intensa actividad de cacería de jaguar, y hasta hace un par de años todavía se practicaba ilegalmente, principalmente con cazadores de Guadalajara. La información obtenida mediante foto-trampeo refleja que el jaguar es aún común en estas sierras. Se colocaron cámaras por un periodo de un mes (siete estaciones de foto-trampeo y un total de 240 noches trampa) en cinco localidades, de las cuales en dos no hubo registros de jaguar y en tres se registró la presencia de cinco jaguares distintos. Sierra de Vallejo-Zapotan esta cubierta de selva mediana, selva baja, pastizales inducidos y manchones de encino-pino (Conanp, 2005). El terreno es accidentado y con una baja disponibilidad de presas naturales, que se explica por la intensa cacería furtiva y una abundante presencia de ganado. El sotobosque ha desaparecido en grandes áreas debido al sobrepastoreo. Cubre un área de aproximadamente 100 000 ha y están conectadas con las selvas del norte de Jalisco. Forman uno de los últimos grandes fragmentos de selva mediana en esta parte del país (mas de 1500 km<sup>2</sup>; Arriaga *et al.*, 2000). La Sierra de Vallejo está en proceso de ser decretada como Reserva de la Biosfera estatal con una extensión de 60 000 ha. Anexo a Sierra de Vallejo se encuentra la unidad de conservación CADNR 043 porción Vallejo-Ameca de 350 mil ha, de las cuales 170 mil ha de hábitat potencial para el jaguar, principalmente selvas bajas y medianas. (Cuadro 1, Figuras 1 y 2). Sierra de Vallejo y Zapotan podrían reducir su conectividad con el resto



**Figura 2.** Áreas naturales protegidas del occidente de México: A) Marismas nacionales; B) Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo; C) Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala; D) Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán; E) Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo; F) Cuenca alimentadora del distrito nacional de riego No. 43 Vallejo-Ameca, y G) Cuenca alimentadora del distrito nacional de riego No. 43 Aguamilpa.

Área de distribución potencial en Jalisco  
 Área de distribución potencial en Michoacán  
 Áreas Naturales Protegidas

del estado si no se realizan las medidas de mitigación adecuadas, en la construcción de la carretera Jala-Las Varas (Semarnat, 2007).

c) Región de la Sierra: En los municipios del Nayar y de la Yesca predominan los bosques de pino-encino, pastizales inducidos y en las cañadas existen elementos tropicales. Hay grandes áreas con vegetación natural poco perturbada y presenta la menor densidad poblacional del estado, 4.2 habitantes/ km<sup>2</sup> (COPLADENAY, 2003). En la parte baja de la sierra existen áreas con selva mediana y selva baja donde se ha registrado la presencia del jaguar como en las cercanías al embalse de Aguamilpa y en el cerro denominado Picacho. En las inmediaciones de la hidroeléctrica del Cajón en julio del 2007, 1 hembra de jaguar con 2 cachorros fueron encontrados en una de las brechas cercanas al presa (obs. pers.). Por su extensión (más de 1 000 km<sup>2</sup>), esta área es de gran valor para conservación de la especie, y aunque dominan los bosques de encino y existen grandes áreas con pastizal inducido, la reducida presencia humana, vías de comunicación y una accidentada topografía, pueden favorecer la conservación de la especie. La CADNR 043 porción Agumilpa y la Sierra de los Huicholes suman unas 300 mil ha de hábitat potencial para el jaguar. Existe una cuarta área hacia el este del estado, en la región de la Yesca, que puede ser importante para el jaguar, pero existen grandes áreas de selva baja transformadas en pastizales, donde las cañadas que mantienen elementos de vegetación tropical son de gran importancia. La sierra del Nayar y la Yesca aun están interconectadas, pero han perdido su conectividad con el sur del estado. La construcción de los embalses hidroeléctricos escalonados Aguamilpa-La Yesca (Nayarit-Jalisco) en su máxima capacidad pueden crear una barrera para la dispersión de los individuos. Además, la construcción de la carretera que conecta a Tepic con el estado de Zacatecas implicará la pavimentación de 64 km y el camino asfaltado llegará hasta la Mesa del Nayar, lo cual podría acelerar la fragmentación y la pérdida de conectividad.

**Cuadro 1.** Hábitat potencial para el jaguar en las ANP del occidente de México

ANP	Categoría	Área total ANP (ha)	Hab. pot. aprox. para jaguar	Vegetación dominante
Chamela-Cuixmala	RB	13,000	12,000	SB
Sierra de Manantlán	RB	140,000	60,000	BQ, BQP, SM
Marismas Nacionales	APFF*	110,000	60,000	VM, SB, VH
Sierra de Vallejo	RB**	70,000	45,000	SM, SB
Zicuiran-Infiernillo	RB*	262,000	146,000	SB, SE
Aguamilpa	CDR 43	315,000	165,965	SB, BQ
Sierra Vallejo-Ameca	CDR 43	352,000	171,213	SB, SM, BQ
Sierra Los Huicholes	CDR 43	195,000	122,850	BQ, SB

\* En proceso de decretarse.

\*\* Estatal en proceso de decretarse.

RBS: Reserva de la Biosfera; APFF: Área de protección de fauna y flora.

CDR: Cuenca del distrito de riego.

SBC: selva baja caducifolia. BQ: bosque de quercus, BQP: bosque de pino y quercus; SM: selva mediana.

SE: selva espinosa; VM: manglares, VH: vegetación halófila.

## Jalisco

Para Jalisco, se calculó que el jaguar podría aún ocupar unos 8000 km<sup>2</sup> de su intervalo de distribución original, existiendo registros publicados de jaguares, principalmente en los municipios costeros y las sierras asociadas a la costa como las sierras de Cacoma, Manantlán y el Tuito (Ceballos y Miranda, 2000; Conanp, 2000; Gallo, 1989; Núñez, 2006; Núñez *et al.* 1981), y sin información para la sierra madre occidental. Existen grandes áreas sin vegetación natural y una intensa actividad humana en donde el jaguar ha desaparecido, no obstante, todavía hay conectividad entre las diferentes masas forestales donde hay presencia del jaguar. Se identificaron 22 localidades donde el jaguar esta presente. El 60 % de los registros fueron en áreas con selva baja caducifolia, 25% selva mediana y 15% en áreas de pino-encino. El 70% de los registros se ubican en áreas con algún grado de perturbación como pastizales inducidos. La distribución del jaguar se concentra en las selvas y sierras de los municipios de la Huerta, Cihuatlan, Tomatlan, Cabo Corrientes, Puerto Vallarta, Casimiro Castillo y Talpa. De acuerdo a testimonios de ganaderos e indígenas Huicholes, el jaguar todavía se le encuentra en las cañadas de la Sierra Madre Occidental, e informaron que un jaguar fue muerto a mediados del año 2006 por atacar ganado. Dentro del intervalo de distribución del jaguar en Jalisco, coinciden dos áreas que por su cobertura vegetal (extensión y calidad) son consideradas como medulares para conservar la fauna y mantener los corredores: corredor San Sebastián-Cabo Corrientes y Cabo Corrientes-Tomatlán (Curiel y Ramos, 2003).

Por la disponibilidad de hábitat se identificaron 3 áreas prioritarias para la conservación del jaguar:

a) Cabo Corrientes-Ameca: Extensa área con selva mediana, selva baja y pino-encino. Esta región es considerada como prioritaria por su extensión y grado de conservación (Arriaga *et al.*, 2000; Curiel y Ramos, 2003) y se encuentra conectada con las sierras del sur de Nayarit (Vallejo-Zapotán) y con el municipio de Tomatlán, Jalisco. Dentro de esta región se localiza parte de la CADNR 43 Sierra Vallejo-Río Ameca (350 mil ha) y aproximadamente la mitad de la cobertura vegetal (170 mil ha) es propicia para la presencia del jaguar. Cabo Corrientes cuenta con pocas carreteras pavimentadas con excepción de la costera federal No 200. En el primer semestre del año 2007 se colocaron 3 estaciones de foto-trampeo y se registró la presencia del jaguar y puma en varias localidades de la región. Los registros fotográficos muestran que el jaguar puede usar áreas perturbadas pero hace falta más trabajo de campo. Actualmente se está retomando la iniciativa de proteger algunas áreas de esta región por medio de la creación de la Reserva de la Biosfera en la Costa Norte de Jalisco, pero no se ha concretado por diversas causas (Figuras 1 y 2). En el municipio de Cabo Corrientes la ganadería extensiva es una actividad arraigada y son comunes las denuncias por depredación.

b) Chamela-Cuixmala-Tomatlán: En esta región se encuentra la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala que protege 13000 ha, y en los últimos 10 años se ha observado un aumento en número de jaguares (Núñez, 2006b). Esta región se encuentra conectada con las selvas de Tomatlán y hacia el sur del estado, pero recientes obras de desarrollos

carreteros y turísticos (Semarnat, 2005; Instituto de Biología-UNAM, 2007) comprometen la conservación de esta especie en la zona y la conectividad con las selvas del municipio de Tomatlán (Figura 2). Fuera de los límites de la RBCC existen mas de 10 mil ha de vegetación natural aledañas a la RBCC donde el jaguar aun habitan y existen corredores de vegetación que mantienen la conectividad con las selvas del municipio de Tomatlán y hacia el sur hasta el estado de Colima.

c) Sierras Cacoma-Manantlán : En estas sierras se reporta con frecuencia la presencia del jaguar y ataques a ganado. El jaguar está presente en la Reserva de la Biosfera Sierra Manantlán (RBSM; Conanp, 2000). RBSM tiene una extensión de 12 0000 ha e incluye Cerro Grande (CG) en Colima. Los jaguares se han registrado principalmente en las áreas donde hay selva baja caducifolia, selva mediana y bosques de encino de la zona sur RBSM y CG que dan hacia la vertiente de la costa. Dentro de la RBSM unas 60 mil ha cuentan con hábitat propicio para el jaguar (Cuadro 1). Recientemente se ha registrado la presencia de la especie en la región, pero al parecer hay pocos individuos y se encuentran dispersos en las partes bajas (Aranda, com. pers.). El sistema serrano de Manantlán, Cacoma, Perote y Mamey ofrecen refugio al jaguar si se detienen las amenazas existentes como la reducción de las presas naturales, destrucción de la selva y cacería. Esta área mantiene conectividad mediante corredores de vegetación con el norte de Colima y la RBCC. La fragmentación del hábitat y la construcción nuevos de tramos carreteros (Semarnat, 2005) ponen en riesgo la conectividad entre las dos reservas de la biosfera.

## **Colima**

En el estado de Colima, en el municipio de Manzanillo, un jaguar macho fue cazado en el año 2006 y se reporta la existencia de la especie en las sierras del norte del estado en la colindancia con Jalisco, incluida la RBSM (Figura 1). Esta zona ofrece refugio al jaguar por lo accidentado del terreno y presencia de hábitat. En la cañadas de CG en la RBSM se reporta la presencia del jaguar. El Museo de Historia Natural de los Ángeles cuenta con 3 ejemplares de jaguar que fueron colectados en el Terrero, en Cerro Grande Colima, a finales de la década de 1960. Al norte del estado, en las Sierras de Perote y Mamey, colindando con Jalisco, el jaguar puede prosperar si se le protege adecuadamente. Algunos cazadores afirman haber visto huellas de jaguar en la selva baja de las áreas que colindan con el estado de Michoacán, pero nos se ha confirmado su presencia, existiendo registros de jaguar del lado de Michoacán. Las selvas del norte y sur del estado están separadas por campos agrícolas y por la autopista Colima-Manzanillo. Existen algunas cañadas muy estrechas que pasan bajo la autopista Guadalajara-Manzanillo, que podrían funcionar como pasos para la fauna, pero son muy estrechos.

## **Michoacán**

El estado de Michoacán es uno de los menos conocidos con relación a la situación actual del jaguar. Históricamente, el jaguar ocupaba las selvas y bosques mixtos de la costa y Sierra Madre del Sur (Gobierno del estado de Michoacán, 1974). Brand (1961) reporta

la presencia del jaguar en las cercanías de Coalcomán, en áreas de bosques de pino y encino. El registro más reciente (huellas) fue obtenido por Núñez y colaboradores en mayo del 2007, en la comunidad indígena Nahua de la costa. Anteriormente, en 1987, Gallo Reynoso (com. pers.) encontró una piel de jaguar en el Municipio de Arteaga, pero se desconoce el sitio donde fue cazado. Entre los años 1993 y 1995, un jaguar macho fue muerto en las cercanías del Motín del Oro, Municipio de Aquila y de acuerdo al tamaño del cráneo y condición de los colmillos era un macho subadulto. Se revisó un cráneo de jaguar macho que fue muerto en los años 1980 en las cercanías de la localidad de Chuta, municipio de Lázaro Cárdenas. Informes recientes del 2005 y 2006 mencionan que un jaguar macho fue muerto en la comunidad indígena de la costa en represalia por depredar un equino y en una localidad entre los límites de los municipios de Coalcomán y Aquila (bosques de encino-pino), se menciona la captura de un cachorro de jaguar, que según el dueño, murió a las pocas semanas. En el municipio de Coahuayana, en los límites con Colima también se ha informado la existencia de jaguares en las áreas más inaccesibles. La costa de Michoacán está cubierta principalmente de selva baja caducifolia y selva mediana caducifolia, pero a pesar de ser relativamente inaccesible, está fragmentada y la vegetación presenta algún grado de perturbación (COFOM, 2001). La topografía accidentada, el hábitat disponible y la reducida actividad humana en esta parte del estado, podrían aun ofrecer la oportunidad de conservar y recuperar al jaguar. Al parecer, el jaguar es escaso en el estado, o menos conocido que en Jalisco y Nayarit, pero falta trabajo de campo en gran parte del área de distribución potencial.

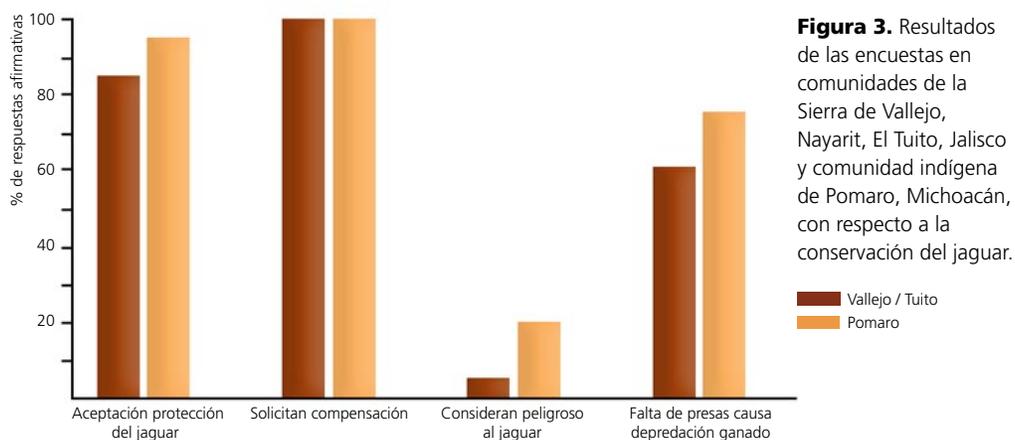
En las regiones de Tierra Caliente y la Depresión del Balsas donde hay selva baja caducifolia y selva baja espinosa, no se ha confirmado la presencia del jaguar. Sin embargo, en 1987, Gallo (1989) encontró dos pieles de jaguar en Ciudad Altamirano, Guerrero, ubicada en la confluencia de los ríos Balsas y Cutzamala, que colinda con el Municipio de San Lucas Michoacán en la región de Tierra Caliente. Cerca de los límites con Michoacán, en el año 2004, en la Sierra de Nachititla (1 800 msnm) en el Estado de México, se obtuvo el primer registro de jaguar para ese estado (Monroy *et al.*, 2005; este volumen) en la sierra de Nanchititla, en el municipio de Tejupilco, que colinda con los municipios de Tiquicheo y Tuzantla, Michoacán. La ubicación del jaguar fotografiado se encuentra a 20 km de distancia de los límites con Michoacán y a 70 km al noreste de Ciudad Altamirano, por lo que es coherente considerar que en algunas áreas de Tierra Caliente podría haber algunos individuos de jaguar, principalmente en aquellos afluentes de los ríos Tuzantla y Balsas con poca presencia humana. A partir del año 2005 que se inició la búsqueda de registros físicos de la presencia del jaguar en el estado, se obtuvieron reportes de presencia y depredación de ganado en los municipios de Arteaga, y Huacana, los cuales no pudieron ser verificados. En Arteaga, los registros sobre jaguar están asociados a la zona de transición entre la selva baja y los bosques de encino, y en la Huacana, a la selva baja espinosa y en las cañadas donde hay elementos de selva mediana. En el estudio previo justificativo para la creación de la Reserva de la Biosfera (decreto en proceso) “Zicuiran-Infiernillo” se menciona la importancia de la selva baja (100 mil ha)

en la conservación del jaguar (Conanp, 2005) sin embargo no esta confirmada su presencia. La RB de Zicuairan-Infiernillo tiene una extensión de 270 mil ha en la cuenca baja del Río Balsas y podría significar una oportunidad para la conservación y/o recuperación de los felinos en esta región del estado. Así mismo, las UMA establecidas en la Costa-Sierra serán relevantes en la conservación y recuperación del jaguar.

### Percepcion social y actitudes hacia la conservacion del jaguar

En la Sierra de Vallejo en Nayarit y Cabo Corrientes en Jalisco, el 25% de los encuestados desconocían que el jaguar habitaba la región. El 5% de los encuestados consideraron al jaguar un peligro. El 90% de los entrevistados aceptó la conservación del jaguar y la protección de su hábitat. El 70% consideró que el jaguar esta desapareciendo a causa de los humanos. De los ganaderos y/o ejidatarios entrevistados (n=180), el 85% aceptó la importancia de proteger al jaguar y que la causa de los ataques a ganado es la falta de presas naturales, y aceptó protegerlo y no perseguirlo siempre y cuando existiera un esquema de compensación. El 10% de los ganaderos no desean la presencia del jaguar o puma bajo ninguna circunstancia (Figura 3). Existe un poco más de una cuarta parte de los ganaderos que estarían de acuerdo en cambiar de actividad o de realizar un mejor manejo del ganado para reducir las pérdidas por los depredadores y consideraron que la ganadería es una actividad poco rentable.

En la costa de Michoacán, en la comunidad nahua, el 95% estuvo de acuerdo en que el jaguar debe ser protegido, así como en proteger los recursos naturales, siempre y cuando no haya imposiciones, ni que se limiten sus derechos sobre la tierra. El 73% coincidieron que la especie es poco común (Figura 3) y que se le encuentra en las áreas de más difícil acceso. En el municipio de Lázaro Cárdenas y Arteaga hay grupos interesados en conservar al jaguar a través del establecimiento de Unidades de Manejo Am-



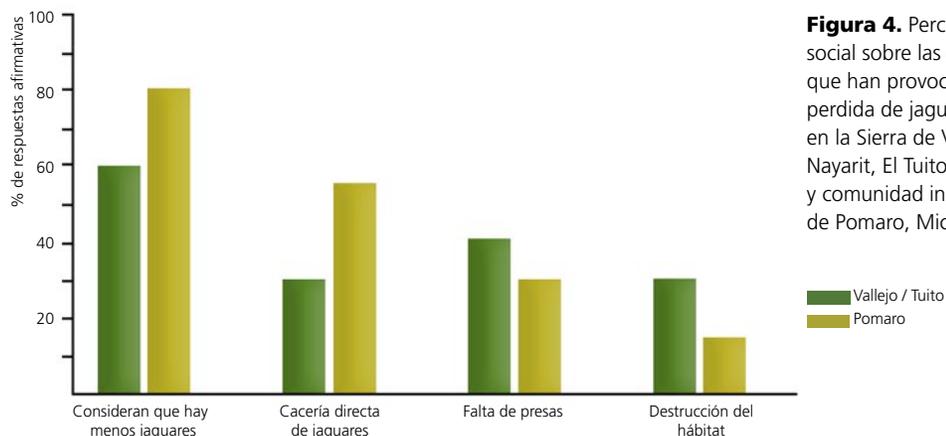
**Figura 3.** Resultados de las encuestas en comunidades de la Sierra de Vallejo, Nayarit, El Tuito, Jalisco y comunidad indígena de Pomaro, Michoacán, con respecto a la conservación del jaguar.

biental y Aprovechamiento. En lo referente a la reducción de las poblaciones de jaguar, en la costa de Michoacán, la comunidad indígena acepta abiertamente que el jaguar es poco común debido a que es matado a la primera oportunidad, mientras que, en la costa norte de Jalisco y costa sur de Nayarit, consideran que su escasez se debe también a la destrucción de las selvas y la reducción de sus presas naturales (Figura 4). En Sierra de Vallejo se observó que las actitudes de los grandes ganaderos de Bahía de Banderas fue negativa para la conservación del jaguar bajo cualquier esquema, mientras que, los que los ejidatarios de la vertiente del pacífico y del interior de la sierra tienen mayor disposición a proteger la especie.

### Problemática e implicaciones para su conservación

La pérdida del hábitat ha sido una de las mayores causas de la desaparición del jaguar (Núñez *et al.*, 2000). En el occidente, particularmente en Jalisco, el hábitat del jaguar comenzó a reducirse en la década de 1940 con los programas de colonización de la costa. Con la construcción de la carretera federal costera 200 en 1970, se incrementó drásticamente la población humana, el uso de los recursos y el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas (Miranda, 1998). Actualmente el hábitat del jaguar se encuentra fragmentado y en el caso de la costa de Jalisco, se estimó una tasa de pérdida anual de la selva baja, de 3.2%, y del 2.3% para la región de las Marismas Nacionales (Berlanga *et al.*, 2004; Miranda, 1998). A este ritmo, para el año 2050 podría desaparecer la selva baja de la costa de Jalisco. La tendencia es muy similar en Nayarit.

La introducción de ganado bovino en los ecosistemas forestales de Jalisco y Nayarit, ha reducido la calidad del hábitat, ya que existe una competencia por alimento y hábitat con otros herbívoros silvestres. Aún cuando la producción animal y el aprovechamiento sustentable de los bosques no deben ser excluyentes, actualmente no están



**Figura 4.** Percepción social sobre las causas que han provocado la pérdida de jaguares en la Sierra de Vallejo, Nayarit, El Tuito, Jalisco y comunidad indígena de Pomaro, Michoacán.

integrados, y la ganadería desplaza al bosque (Curiel y Ramos, 2003).

La continua construcción de carreteras en la costa de Jalisco y sierras de Nayarit (Semarnat, 2005) fragmenta e impacta, de manera determinante y permanente, el hábitat y los corredores naturales para la fauna (Ruediger, 1996). En grandes felinos se ha documentado que las carreteras pavimentadas incrementan la mortalidad por colisiones y cacería furtiva, y modifican el comportamiento de los felinos, que evitan usar las áreas cercanas a las carreteras (Kerley *et al.*, 2002; Maehr, 1997; Zarza *et al.*, 2005; este volumen). Las carreteras también favorecen el establecimiento de nuevos centros poblacionales (Ruediger, 1996). Los municipios de Cabo Corrientes y Puerto Vallarta en Jalisco y de Bahía de Banderas en Nayarit donde se ubica una de las áreas críticas para el jaguar, son los de mayor crecimiento poblacional de la región (Conapo, 2000; Juárez y Sánchez, 2003), y otros desarrollos turísticos están proyectados en áreas de gran importancia para la conservación del jaguar, como la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala en Jalisco (Instituto de Biología, 2007), Marismas Nacionales y Sierra de Vallejo en Nayarit entre otros (COPLANEDAY, 2003).

Otras obras de infraestructura como los embalses hidroeléctricos construidos por la Comisión Federal de Electricidad en Aguamilpa, el Cajón y próximamente la Yesca, tendrán un fuerte impacto en las poblaciones de jaguar. Los embalses formarán una serie de lagos artificiales escalonados de más de 150 km de longitud, desde el centro de estado de Nayarit hasta los límites con Jalisco y lo cual podría limitar la dispersión de los felinos, entre otros efectos negativos.

Para reducir el impacto del desarrollo en los carnívoros se requiere de la estrecha coordinación en la planeación de obras de infraestructura, con la participación de especialistas, autoridades y responsables de las obras. También es necesario llevar a cabo monitoreo del efecto de las obras en las poblaciones de felinos y realizar acciones de mitigación en los sitios donde se detecten problemas.

### **Conflicto ganado – jaguar**

La mayor amenaza para el jaguar es el control letal, resultado de la depredación del ganado. En el año 2006, con base en los informes de los Vigilantes Comunitarios Participativos en el estado de Jalisco, se estimó que de 14 a 18 jaguares fueron muertos por este motivo. Por ejemplo, en la Sierra de Vallejo al menos dos jaguares fueron envenenados y uno muerto por arma de fuego. En el municipio de Aquila, Michoacán, un jaguar fue muerto en 2005 por atacar y comer un equino. La depredación de ganado por parte de jaguar se ha atribuido a diversas causas, desde felinos incapacitados para cazar presas naturales (individuos viejos, juveniles inexpertos o animales heridos), la falta de presas naturales y la alta disponibilidad y libre pastoreo del ganado (Hoogesteijn, 2001; Polisar *et al.*, 2003; Rabinowitz, 1986). En el área de estudio, la falta de presas naturales es quizás la mayor de las causas que favorecen la depredación de ganado. En Sierra de Vallejo, la falta de presas naturales como el pecarí (*Tayassu tajacu*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y una alta disponibilidad de ganado bovino agravan el problema.

En contraste, en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala en Jalisco, donde el jaguar es común, las presas naturales son abundantes y los informes de ataques a ganado son poco frecuentes (Núñez, 2006). Algunas áreas como Sierra de Vallejo y Cabo Corrientes sufren una fuerte presión de cacería. Mediante el trampeo fotográfico se ha documentado la reducida abundancia de pecarí y venado cola blanca comparada con la abundancia relativa del jaguar, que es 2 o 3 veces a mayor a la de las presas, mientras que en la RBCC, la abundancia de los venados es 3 veces mayor que la de los felinos.

En Jalisco se identificaron 3 áreas de mayor conflicto con la ganadería: a) Sierra de Manantlán, b) Tomatlán y c) Cabo Corrientes. En Nayarit, se identificaron 3 focos de conflicto: a) Sierra de Vallejo-Zapotán, b) Marismas-San Blás y c) el municipio de Santa María del Oro. En las seis áreas, la actividad ganadera es extensiva y carece de un manejo. La falta de presas naturales y la disponibilidad del ganado favorecen los ataques. El jaguar es una especie oportunista (Seymour, 1989) y versátil, a falta de las presas naturales rápidamente hace uso del recurso disponible que pueden ser desde ganado vacuno hasta perros o aves de corral. Por lo general, los jaguares atacan ganado joven o recién nacido. De acuerdo a ganaderos y vaqueros entrevistados, “en el monte, cuando las vacas están a punto de parir, se meten a la selva a un lugar remoto y ahí permanecen por unos días solas con su cría”, y la falta de manejo y vigilancia de estas hembras parturientas facilita los ataques.

Para reducir el conflicto ganado-jaguar es necesario atacar el problema en tres frentes: a) con los ganaderos, proporcionándoles asesoría para un mejor manejo y cuidado a su ganado, b) mayor vigilancia y sensibilización con los cazadores y c) implementando alternativas económicas que reduzcan la sobreexplotación de la fauna silvestre. Es muy importante atender oportunamente la solicitud de ayuda de los ganaderos cuando un felino ha atacado al ganado, si son ignorados recurrirán a cazadores para solucionar el problema.

### **Conservación a largo plazo**

Debido a la fragmentación del hábitat, no existe una población continua, existen poblaciones pequeñas, algunas de mayor importancia y tamaño, las cuales están conectadas por corredores de vegetación, formando una metapoblación. De acuerdo a Eizirik *et al.* (2002) se requieren 650 jaguares para conservar al jaguar a largo plazo y mantener la variabilidad genética en una región. Para mantener una población similar se necesitarían entre de 38 000 km<sup>2</sup> y 24 000 km<sup>2</sup>. Los valores se calcularon con base en la densidad de 1.7 y 2.7 individuos / 100 km<sup>2</sup>, obtenida mediante radio-telemetría en la RBCC entre 1996 a 1997 (Núñez *et al.*, 2000) y 2000 a 2003 (Núñez, 2006).

En el occidente de México, en una situación ideal, una población de 140 individuos (3.5 individuos /100 km<sup>2</sup>) podría ocupar un área de 4 500 km<sup>2</sup> y sin amenazas antropogénicas, tendría una probabilidad de persistir por más de 100 años del 90%, sin embargo al incluir el efecto antropogénico al modelo, la población se reduce al 50% en los 10 a 20 años, y estaría prácticamente extirpada a los 40 años (Carrillo *et al.*, este volumen). En el occidente de México no es posible mantener una sola población grande, pero si se man-

tiene la conectividad de las áreas naturales protegidas que mantienen al jaguar (Cuadro 1), se mantendrá el intercambio de individuos (Beier, 1993). Por ejemplo, la región que comprende Tomatlán-Cabo Corrientes-Río Ameca-Sierra de Vallejo tiene aproximadamente 2700 km<sup>2</sup>, siendo un área que debe ser protegida en su totalidad como unidad de conservación de jaguares, teniendo la capacidad de albergar más de 50 jaguares (Allen *et al.* 2001), además de estar conectada con la región de la RBCC. El establecimiento de corredores y áreas de protección deberá ser apoyado por otros esquemas que ofrezcan alternativas económicas y productivas que reduzcan la presión sobre la fauna y flora.

## **Perspectivas**

En el occidente de México, con la colaboración de varios grupos, se continúa el trabajo en la búsqueda de registros físicos de la presencia del jaguar. Es importante incrementar el esfuerzo en la búsqueda de registros del jaguar en las áreas de bosque de encino y pino de Nayarit, Jalisco y Michoacán, ya que este tipo de vegetación podría ser un refugio de los jaguares al tener menor presión que las selvas. Las selvas espinosas de tierra caliente en Michoacán también deben ser exploradas y confirmar la presencia del jaguar en la región y así como determinar si hay una población o son individuos en dispersión. Es importante definir y proteger los corredores que aseguren el intercambio de individuos entre poblaciones. Se requiere la implementación de estudios con radio-telemetría para determinar el uso que dan la paisaje fragmentado y para identificar corredores potenciales. El conflicto generado por la depredación de ganado debe ser estudiado y atendido a la brevedad para lograr mayor aceptación a la conservación de la especie y disminuir su persecución. Actualmente, ya se iniciaron los primeros trabajos para conocer la situación del jaguar en Marismas Nacionales (Nayarit) y es necesario realizar una evaluación poblacional del jaguar en esta región, ya que esta área podría albergar un número importante de felinos.

## **Agradecimientos**

A la Fundación Ecológica de Cuixmala, Denver Zoological Foundation, Chester Zoo y Rufford Langley Foundation por su apoyo económico y/o logístico. La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales mediante las dependencias de Vida Silvestre, Conanp y Profepa facilitaron el contacto con las comunidades donde el jaguar ha atacado el ganado. Hojanay, A.C. y Servicios Forestales el Tuito han sido de gran ayuda en la búsqueda de registros de la presencia del jaguar en la costa norte de Jalisco y en Sierra de Vallejo, Nayarit. Un agradecimiento muy especial al MVZ Carlos del Villar (Vida Silvestre Nay.), Ing. Gonzalo Curiel, Lic. Leonor Ceballos (Profepa Jal.), Biol. Ulises Pech (Profepa Mich.), M. en C. Javier Robles (UMA Pomaro, Mich.), M. en C. Miguel Ángel Salinas y La UCOF (Michoacán) por su apoyo en las actividades de campo e información.

## DETERMINACIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS PARA LA SUPERVIVENCIA DEL JAGUAR EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL

O. ERIC RAMÍREZ BRAVO Y CARLOS A. LÓPEZ GONZÁLEZ

### Resumen

Las montañas de la Sierra Madre Oriental de México representan una de las áreas marginales de la distribución del jaguar (*Panthera onca*) pero es poco lo que se conoce de la especie en la región y de las áreas prioritarias para su conservación. Con este propósito se utilizó un modelo dinámico (PATCH) para determinar áreas prioritarias en la Sierra Madre Oriental, basados en probabilidades de mortalidad, representadas por la densidad de población humana y la densidad de carreteras, y de supervivencia, mediante un índice de vegetación y aspectos fisiográficos. Estas probabilidades fueron estimadas por medio de un modelo estático. Se consideraron 3 escenarios diferentes: condiciones actuales, crecimiento en población humana a 15 años y el incremento en la densidad de carreteras en el mismo lapso. Los resultados muestran que manteniendo las condiciones actuales del hábitat, el jaguar puede sobrevivir en un lapso de 200 años. Sin embargo, el incremento en la población humana y en la densidad de caminos ocasionaría la extinción de la especie en un lapso de 50 años debido a un aumento de conflictos. Los resultados de este modelo son útiles para dirigir recursos en las áreas prioritarias para la supervivencia de poblaciones de jaguar a largo plazo.

### Abstract

*Due to habitat loss, it is necessary to identify areas with potential viability for endangered species. In the case of the jaguar (Panthera onca) little is known for extreme distributional areas, making it necessary to create conservation strategies to assure long term survival. For this purpose, a spatial dynamic model (PATCH) was used to determine priority areas in the Sierra Madre Oriental, México. Mortality (human population density and paved road density) and survival probability (vegetation index and physiographic aspects) were estimated using a static model. Three scenarios were considered: actual conditions, human population growth in 15 years, and paved road density increase in 15 years. Results showed that actual conditions provide sufficient habitat for jaguar survival in a 200 year span. However, increase in human population and road density will result in species extinction in a 50 year span due to an increase in possible conflicts. The results of this model will help to concentrate resources into certain areas to assure longterm survival for jaguar populations.*

## Introducción

La conservación del jaguar requiere de la realización de diversas acciones, como la protección de grandes extensiones de tierra y de la elaboración de planes estratégicos a nivel nacional e internacional. Aunque existe información en muchos sitios, la mayoría de esta no incluye datos poblacionales (Sunquist, 2002). En México existen sitios que pueden considerarse como prioritarios para la conservación del jaguar, pero no existen estudios acerca de la existencia de poblaciones o de la calidad del hábitat para la especie en gran parte del país (Chávez y Ceballos, 2006). Este es el caso de Querétaro, San Luis Potosí e Hidalgo, en el extremo noreste de su distribución y de donde existen reportes confirmados de jaguar, pero no del estado de sus poblaciones. Los individuos en estos estados son relevantes para la conservación de la especie, ya que sus movimientos entre poblaciones pequeñas, puede reducir el riesgo de extinción éstas. En casos donde la información existente sobre la especie es limitada se ha propuesto el uso de modelos predictivos para identificar la probabilidad de existencia de una especie (*e.g.*, Jiménez, 2005). Los modelos de predicción de hábitat, tratan de representar de una forma simple y comprensible los mayores factores ambientales que pueden influir en la distribución de una especie (Morrison *et al.*, 1992).

Actualmente, la utilización de modelos de predicción de hábitat se ha transformado en un campo importante dentro de la biología de la conservación, ya que ayuda a comprender los factores que determinan la distribución de los diferentes hábitat dentro del paisaje (Naves *et al.*, 2003). Con la generación de modelos de predicción se han emitido recomendaciones para la recuperación y conservación de otras especies de carnívoros (Ferrerías *et al.* 2001, Carroll, *et al.* 2006). En el caso del jaguar, es necesario determinar la idoneidad del hábitat en el noreste de México como una primera aproximación para determinar la importancia de dichas zonas en su conservación.

A pesar de la eficacia de los modelos de predicción de hábitat, estos sólo indican los sitios con probable presencia de las especies, pero no brindan información acerca del tamaño o tendencias poblacionales (Morrison *et al.*, 1992). Por lo anterior, en el presente trabajo el modelo utilizado es el denominado Modelo de Población Espacialmente Explícito (PATCH) debido a que conjunta información sobre el arreglo espacial del hábitat con información del comportamiento de la especie ante diferentes tipos de vegetación (Carroll *et al.*, 2006).

La elaboración del modelo se basa en el estudio de Ortega-Urrieta (2006) quien encontró rastros de jaguar en la zona y demostró que existe hábitat en el que puede encontrar a la especie en la región. De esta forma, el objetivo del presente trabajo es determinar las áreas críticas para la supervivencia del jaguar en un período de 200 años (Carroll, 2006), como una primera aproximación para su conservación a largo plazo en los estados de San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo.

## Área de estudio

El área de estudio se delimitó en base a la Confluencia de las Huastecas, a la provincia mastogeográfica de la Sierra Madre Oriental y a los límites geográficos de los estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Guanajuato, sobre una superficie de 56487 km<sup>2</sup>, donde se localizan hábitat propicios para la especie, como el bosque mesófilo de montaña y selva baja caducifolia (Figura 1). De acuerdo al Sistema Nacional de Información Municipal (SNMI ver. 7.0), la densidad de población humana promedio de 62.2 habitantes/km<sup>2</sup> que tiende a ser mayor en zonas urbanas.

## Métodos

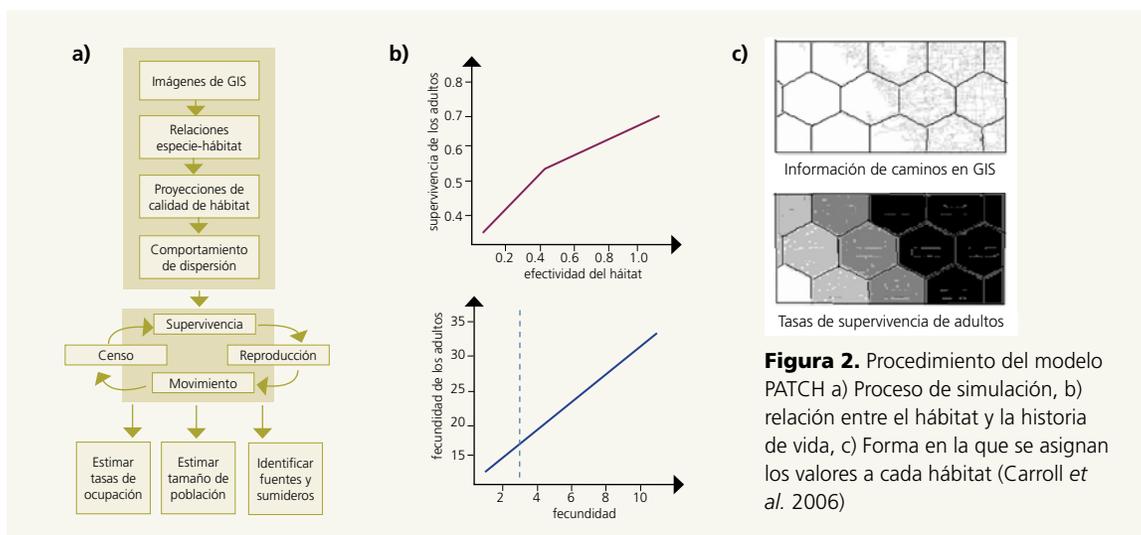
En este estudio se utilizó el Programa para Asistir en la Identificación de Hábitat Crítico PATCH (Program to Assist in Tracking Critical Habitats; Schumaker, 1998) que ha sido previamente utilizado para determinar zonas de importancia para la conservación de otros carnívoros como lobos y linces (Carroll, 2005; Carroll *et al.*, 2006). Este programa funciona mediante la unión de variables demográficas e información recabada a partir de variables ambientales procesadas en un sistema de información geográfica (SIG) en este caso ArcView 3.2 (ESRI, 2000; Figura 2a). Con esta información, PATCH crea una cuadrícula hexagonal sobre la imagen para poder realizar los análisis. Acto seguido, se procede a asignar valores obtenidos mediante el HSI (Habitat Suitability Index) a los diferentes hábitat existentes en la zona a analizar, y los valores máximos y mínimos registrados de áreas de actividad de la especie, al igual que la distancia de dispersión promedio. Posteriormente se introducen las tasas de supervivencia y fecundidad de estudios previos en forma de una matriz de Leslie. Así PATCH calcula los valores para las probabilidades de otros hábitats por medio de extrapolaciones de los valores de la tabla.



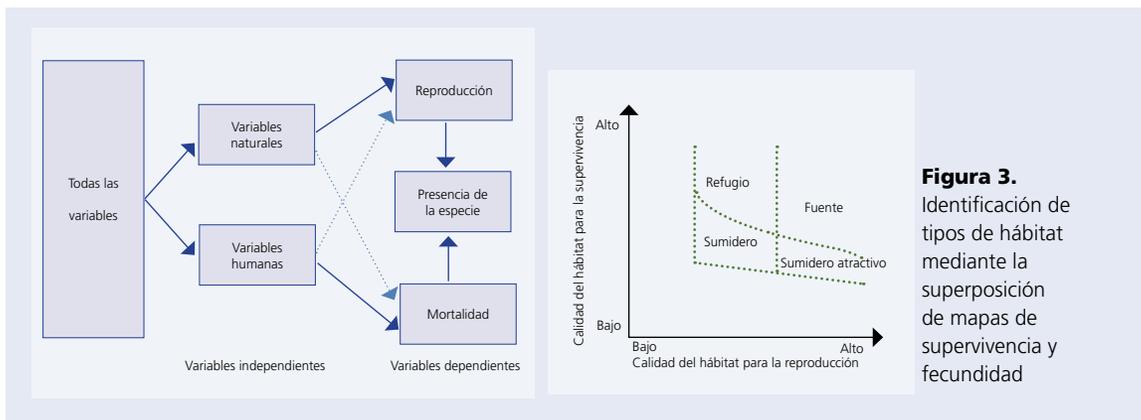
De esta forma, se ligan las probabilidades de supervivencia de cada hábitat obtenidas por medio del SIG y la historia de vida de la especie identificando fuentes, sumideros y no aptos (Figura 3).

### Selección de variables

Trabajos previos que involucran el uso de este programa (Carroll, 2005; Carroll *et al.*, 2006) recomiendan el uso de 2 variables estáticas (la tasa de supervivencia y fecundidad), para calcular el índice de idoneidad del hábitat (Figura 3). Este se calculó utilizando 30 datos de presencia/ausencia para determinar los índices mediante el método usado por Jiménez (2005). De acuerdo a Woodroffe y Ginsberg (1998) una gran parte de las muertes de grandes carnívoros se debe a factores antropogénicos o sus efectos en el ambiente. Por lo anterior, es posible obtener un aproximado de la tasa de mortalidad mediante el



**Figura 2.** Procedimiento del modelo PATCH a) Proceso de simulación, b) relación entre el hábitat y la historia de vida, c) Forma en que se asignan los valores a cada hábitat (Carroll *et al.* 2006)



**Figura 3.** Identificación de tipos de hábitat mediante la superposición de mapas de supervivencia y fecundidad

uso de las densidades de población y de carreteras pavimentadas. Lo anterior se observa en otros modelos previamente realizados (Ferrerías *et al.* 2001; Glenz, *et al.*, 2001; Naves, *et al.* 1999).

En el caso de la fecundidad, se calculó con la orientación, la pendiente y la elevación y tipo de vegetación (Ortega-Huerta y Medley, 1999). Esta última esta basada en la productividad calculada mediante un índice normalizado de cobertura vegetal (NDVI Normalized Difference Vegetation Index) a partir de imágenes de satélite. Este índice utiliza las bandas de luz capturadas en las imágenes para poder discernir entre áreas cubiertas por vegetación y aquellas sin cobertura aparente (Brun, 2004).

Las capas digitales utilizadas para estos cálculos fueron obtenidas de la Comisión Nacional para el uso de la Biodiversidad (Conabio). Los valores de orientación, pendiente y elevación se obtuvieron con un modelo de elevación digital. El NDVI se obtuvo a partir de imágenes de satélite LANDSAT ETM (7 bandas) obtenidas libremente de la NASA. Todo el análisis se llevó a cabo en una escala 1:250 000, debido a que era la resolución más detallada disponible dentro de los bancos de datos. El análisis fue realizado utilizando como unidad mínima un cuadrado de 10 km<sup>2</sup> debido que es el ámbito hogareño de menor tamaño reportado (Crashaw y Quigley, 2002).

### Parámetros poblacionales

Se utilizaron los parámetros poblacionales tomados en cuenta por Eizirik *et al.* (2002) para modelar una población en Sudamérica. Estos datos fueron obtenidos a través de la revisión de varios estudios llevados a cabo con diferentes especies de grandes felinos. Para elaborar la matriz de Leslie, se agrupó a los individuos de acuerdo a las 6 categorías encontradas en el Cuadro 1. La tasa de supervivencia de los dispersores está basada en la calculada para pumas por Beier (1993). El cambio en el área de actividad se obtuvo analizando los estudios llevados a cabo en Chamela-Cuixmala, Jalisco (Núñez *et al.*, 2002), Calakmul, Campeche (Ceballos *et al.*, 2002), Belice (Rabinowitz y Nottingham, 1986), los llanos Venezolanos (Hoogesteijn *et al.*, 2002) y el Pantanal, Brasil (Quigley y Crawshaw, 2002).

#### Cuadro 1. Variables demográficas suministradas a PATCH

Tamaño del territorio:	58.43 km <sup>2</sup>
Distancia de dispersión máxima:	100 km
Tasas de supervivencia (máximo):	
Jóvenes (0 -2 años):	0.66
Dispersores (2 años):	0.65
Adultos (> 2 años):	0.80
Senectud (> 10 años):	0.80
Tasas de Fecundidad (máximo número de crías hembras por hembra):	
Jóvenes (0 -2 años):	0
Dispersores (2 años):	1.36
Adultos (> 2 años):	1.19

## Análisis

Se analizaron 4 escenarios diferentes basados en las siguientes variables:

1) Situación actual. 2) Situación a futuro a 15 años con crecimiento positivo en la densidad de caminos de cada municipio (en base a datos del INEGI). 3) Situación a futuro a 15 años con crecimiento positivo de densidad de población humana en base a los registros de los 15 años anteriores para cada municipio (en base a datos del SNIM). 4) Situación a futuro a 15 años con las tendencias en la de densidad de población humana (crecimiento y disminución) en base a los registros de los 15 años anteriores para cada municipio (en base a datos del SNIM).

Se efectuaron 100 réplicas de 200 años cada una para los modelos y se analizaron los resultados a partir del año 101 para mayor confiabilidad.

## Resultados

La fórmula que se obtuvo a partir de la regresión lineal para cada uno de los índices fue la siguiente:

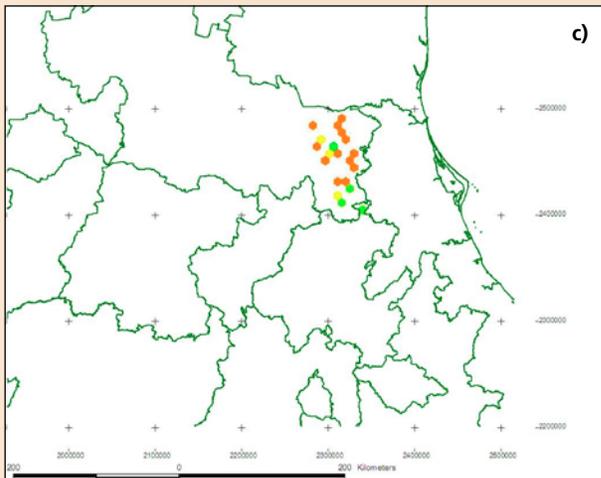
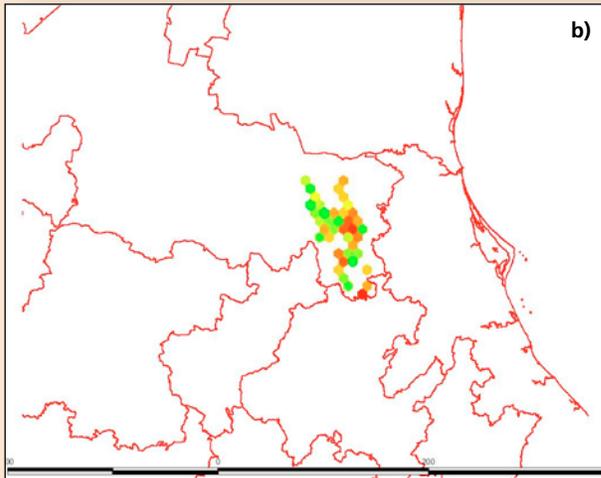
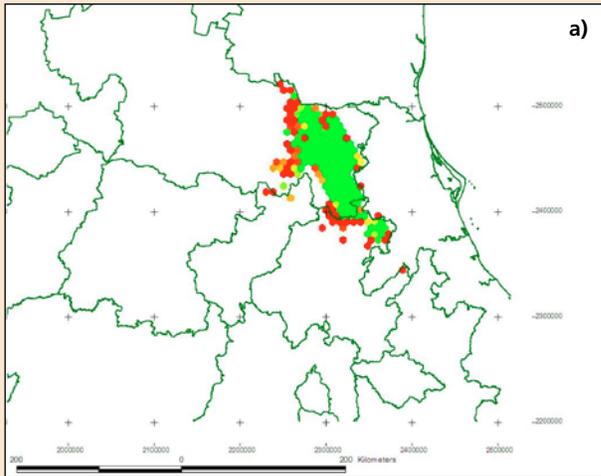
$$\text{Índice de supervivencia} = \frac{1}{e^{\text{Slope} (0.0114) + \text{Elev} (-0.2320) + \text{Aspect} (0.0393) + \text{Veg} (0.4121) + 1.286}}$$

$$\text{Índice de mortalidad} = \frac{1}{e^{\text{Carr} (-0.1158) + \text{Pob} (0.0384) + 0.96321}}$$

Donde: *Slope* = pendiente, *Elev* = elevación, *Aspect* = orientación, *Veg* = índice de vegetación NDVI, *Carr* = densidad de carreteras, *Pob* = densidad de población.

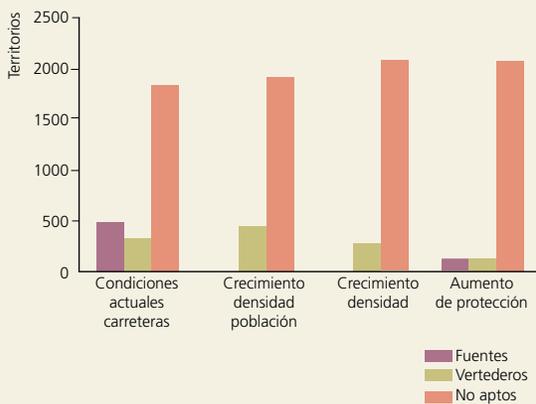
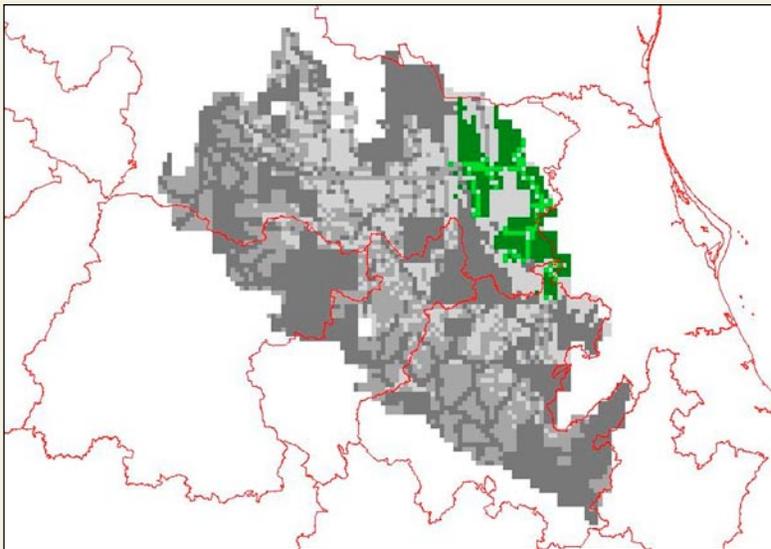
El modelo dinámico indico que existe una gran cantidad de hábitat favorable en San Luis Potosí e Hidalgo que permite la supervivencia del jaguar en la región a largo plazo, con una población de 130 individuos hembras y un número indeterminado de machos, crías y dispersores. La conectividad en la región permite la interacción con las poblaciones en Tamaulipas, Nuevo León y Veracruz (Figura 4a).

Sin embargo, el aumento en la densidad de carreteras, así como de la población humana en la región reduce considerablemente el hábitat disponible para el jaguar. Esto indica que si no hay acciones para mitigar estos factores, el tiempo de supervivencia se reducirá a menos de 50 años. Las poblaciones fuente de los mapas corresponden a las zonas identificadas como importantes para la supervivencia en un lapso de 50 años (Figura 4b y c).



**Figura 4.** Zonas ocupadas por hembras de jaguar en un lapso de 200 años, el color verde indica fuentes y los rojos sumideros o vertederos?, los colores intermedios son variaciones en la calidad del cuadrante con (a) condiciones actuales, (b) incremento simulado a 15 años en la densidad de carreteras y (c) incremento simulado a 15 años con incremento en la densidad de población humana

Finalmente, el modelo estático ubica zonas con hábitat adecuado para la especie, sin embargo, la fragmentación evita que la población pueda sobrevivir a largo plazo. Por otro lado, existe una zona donde disminuye la densidad de la población humana y que, si se incrementa la protección, se logra mantener una población viable a largo plazo (Figura 5). Las áreas consideradas como fuentes, sumideros y no aptas para el jaguar se observa en la Fig. 6 a.



**Figura 5.** (a) Zonas de hábitat para jaguar proyectadas a 15 años con las tendencias poblacionales actuales y (b) zonas ocupadas por hembras de jaguar al incrementar la protección en zonas donde disminuye la población humana. Falta indicar que significan los colores: gris, verde, rojo y amarillo.

**Figura 6.** Comparación en la cantidad de zonas identificadas en los diferentes modelos.

## Discusión

Es necesario generar metodologías que ayuden a evaluar el hábitat para carnívoros de forma precisa, para poder crear planes de manejo a bajo costo en Latinoamérica. En general, una buena aproximación a las tasas de reproducción se da en base a la densidad de presas (Naves *et al.*, 2003). Se ha reportado que el jaguar tiene una amplia gama de presas (ejem. Garla *et al.*, 2001; Núñez *et al.*, 2002) por lo cual sería difícil de calcular una tasa de reproducción basándose en las presas. Sin embargo, el utilizar imágenes satelitales brinda buenos resultados al ligar la misma a la productividad del hábitat. Además, los datos obtenidos hasta el momento por Villordo-Galván y Rosas-Rosas (com. pers.) para la zona de San Luis Potosí demuestran la fiabilidad del modelo estático.

A partir de este modelo se puede concluir que la zona mantiene hábitat adecuado para la especie y que en su estado actual permite la supervivencia a largo plazo. No obstante, estas áreas se encuentran rodeadas de zonas que podrían considerarse de amortiguamiento, pero que sufren una alta actividad antropogénica. Algunas de estas zonas, como las agrícolas, pueden incrementar la densidad de presas, como el pecarí, dentro de la región (O. Rosas-Rosas, Com. pers.). También se observa la falta de hábitat idóneo o fuentes y una baja densidad de jaguares obtenida para la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda (Ortega-Urrieta, 2006). En estos casos, las zonas marginales tenderán a ser usadas por juveniles o individuos adultos presentando territorios sumamente grandes, como se ha observado en otras especies como la pantera de Florida (*Puma concolor coryorii*), que al mejorar la calidad de hábitat disminuye su territorio, y viceversa (Maher y Deason, 2002). Con esta información se pueden generar planes de conservación y manejo a una escala regional. Se pueden prevenir los problemas de endogamia asegurando la conectividad entre poblaciones (Eizirik *et al.*, 2001). Además, gracias al modelo, se pueden determinar las relaciones espaciales entre los diferentes parches de hábitat en la zona (Fahrig y Merriman, 1994).

El modelo espacialmente explícito, muestra la importancia del área para el mantenimiento de la especie a largo plazo; sin embargo, los resultados deberán ser tomados con cautela, principalmente a la incertidumbre que existe de los parámetros poblacionales del jaguar utilizados. El modelo obtenido a partir de las condiciones actuales es el optimista y refleja las condiciones que es necesario tratar de mantener en la región. La mayoría de los territorios disponibles para jaguar que identifica el modelo, se ubican en la sierra, que es de difícil acceso y limitan la transformación del suelo. El modelo considera algunas zonas agrícolas como poblaciones fuente a largo plazo, lo cual puede deberse al incremento de especies presa, pero también pueden ser el resultado de la incertidumbre asociada a predicciones a largo plazo. Dentro del estado de Guanajuato, se identifica una región que contiene hábitat adecuado para la especie, pero está aislada y no existen conexiones con otras poblaciones existentes, por lo que de existir jaguares, no son viables a largo plazo.

Los resultados del modelo con aumento en la densidad de carreteras y aumento la densidad de población humana los siguientes 15 años, generan la extinción de la población existentes en el área de estudio en un periodo de 50 años. Al aumentar la

fragmentación del hábitat debido a ambos factores, pueden presentarse cambios en el comportamiento de los individuos como sucedió con la pantera de Florida (Maher y Deason, 2002). Lo cual puede provocar que se pierdan las poblaciones aisladas y que algunos de los parches considerados como viables enfrenten una alta mortalidad. En principio, al verse afectada la productividad del hábitat, las áreas de actividad tienden a crecer, aumenta la competencia intraespecífica (Maehr *et al.*, 1992) y se da a una edad más temprana (Lidicker, 1962). Se ha registrado en pumas que los movimientos de los dispersores suelen ser menores y de forma circular en áreas donde los factores antropogénicos limitan la colonización de nuevos hábitats (Maehr *et al.*, 2002). Lo anterior, genera que aumente el número de muertes por atropellamiento debido a que los factores del paisaje propician el paso por carreteras (Maher *et al.*, 1991). Así mismo, se presenta el fenómeno de dispersión frustrada, en el cual no existe hábitat vacante o disponible para acomodar a los dispersores, o el existente no tienen individuos del sexo opuesto (Maehr *et al.*, 2002).

En caso de que la población quede aislada por las causas de crecimiento poblacional o de caminos, deberá de establecerse un programa de manejo donde se promueva la incorporación de nuevos individuos (Maehr *et al.*, 2002). A pesar de que se han dado sugerencias de que una forma de manejo en la zona podría ser la captura selectiva de ejemplares viejos, o problemáticos, como lo han sugerido algunos autores (O. Rosas-Rosas com. pers.); se ha demostrado que la caza ocasional de grandes felinos no es sustentable (Lindzey *et al.*, 1992; Kenney, 1995). Por lo anterior, el mejor programa de conservación involucraría el mantener la conectividad entre las poblaciones existentes en la región.

## **Perspectivas**

Este estudio es el primero que se realiza para la región y muestra que la zona es importante para las poblaciones nortenas de jaguar. Además, el uso de PATCH es novedoso para México debido a que es el primer estudio que une aspectos de hábitat con variables demográficas. Así, es posible determinar qué zonas son importantes para el manejo y conservación de la especie en esta área donde, existe hábitat para mantener una población de jaguar viable a largo plazo. Por este motivo, es necesario generar un plan de manejo para la región que incluya la creación de zonas de protección, así como trabajo con las comunidades para reducir la muerte de jaguares. Se recomienda el uso de este tipo de acercamiento a otras zonas con pocos datos ya que, permite completar los vacíos de información necesaria para definir medidas de manejo en una escala de ecosistema.

## **Agradecimientos**

Agradecemos la ayuda de todas las personas que colaboraron en el proyecto y sin las cuales este no hubiera podido haberse realizado. Estamos en deuda con los revisores que nos ayudaron a que el escrito tomará cuerpo y fuera entendible. Así mismo, agradecemos el apoyo de Conacyt (Semarnat-2002-C01-0388); el Instituto de Ecología A.C., Naturalia, el Zoológico de Denver, Wildlife Conservation Society (WCS) y Cuenca Los Ojos que facilitaron los fondos para desarrollar el proyecto.

## EL JAGUAR EN EL ESTE DE LA HUASTECA POTOSINA

LISSETTE LEYEQUIÉN Y ROSA MARÍA BALVANERA

### Resumen

La única Reserva de la Biosfera de San Luis Potosí es la Sierra del Abra Tanchipa, por lo que su cuidado y manejo constituyen una de las prioridades dentro del estado. Con el fin de proponer un plan de manejo en esta reserva, se realizó una revisión bibliográfica de la flora y fauna del área, así como un listado de la fauna silvestre. El estudio está enfocado a las presas potenciales del jaguar, este trabajo generó las primeras propuestas para la conservación del hábitat. El área de estudio se dividió en norte, sur y centro; se analizó la distribución espacial y la frecuencia de las especies por medio de entrevistas a los pobladores locales y registros en transectos. Se realizaron recorridos y se registró la presencia de las especies mediante huellas y excretas. Además, se registraron los tipos de vegetación presentes en el área. Se registró venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado temazate (*Mazama temama*), pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), hocofaisán (*Crax rubra*) y armadillo (*Dasybus novemcinctus*) como presas potenciales del jaguar. La zona sur del área de estudio mostró un elevado grado de perturbación y está sujeta a una mayor presión por su cercanía a los poblados, por lo que se obtuvieron menos registros, especialmente de los mamíferos mayores.

Plabras clave: Huasteca Potosina, San Luis Potosí, Sierra del Abra Tanchipa, jaguar.

### Abstract

*The ecological reserve Sierra of the Abra Tanchipa is the only natural area protected inside San Luis Potosí, as such, its appropriate management constitutes one of the priorities within this state. As the basis for a management plan, we conducted a bibliographic review of the fauna and flora of the area, as well as a preliminary inventory of the wild fauna in the area. Special attention was given to the potential prey of the jaguar. This work provided the first guidelines for the elaboration of an initial proposal of conservation for the habitat. These involves dealing with critical environmental elements, mainly regarding the cultural and economic vision of the human communities that cohabit with the jaguar. The study area was divided in three zones; north, south and central. The spatial distribution and frequency of the species was analyzed from data obtained from local residents by means of interviews, and transects to search for tracks and faeces. The different vegetation types were also recorded. The jaguar's potential prey species recorded included white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), brocket deer (*Mazama temama*), white-collared peccari (*Tayassu tajacu*), great curassow (*Crax rubra*) and armadillo (*Dasybus novemcinctus*). The southern area is more disturbed and has greater pressure from the villages than the rest, consequently, there were fewer records from this area,*

*particularly for large mammals, especially from large mammals. This area is then the under more pressure since it is near to the towns.*

*Key words: Huasteca Potosina, San Luis Potosí, Sierra of the Abra Tanchipa, jaguar.*

## Introducción

Este trabajo constituye un análisis preliminar de la situación del jaguar en la región este de la Huasteca Potosina. Esta zona comprende los municipios de Valles (Sierra del Abra Tanchipa), Xilitla, Tampamolón de Corona, San Antonio, Tancanhuitz de Santos, Aquismón y Huehuetlán (Figura 1). El presente trabajo fue elaborado cumpliendo cabalmente las disposiciones de Semarnat, las especificaciones de la NOM-059, la Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de San Luis Potosí y la Ley Ambiental Estatal. Los principales elementos que se consideraron para integrar la estrategia fueron:

- La revisión y compilación de documentos y reportes locales, estudios e investigaciones relacionados con el jaguar.
- La detección y el análisis de la presencia/ausencia del jaguar, así como de las especies reportadas en su dieta.
- El análisis de la distribución espacial y frecuencia de aparición tanto de presas como del jaguar, dada la vegetación de la zona y mediante la observación y recorridos *in situ*.
- El análisis del estado actual de las comunidades, tanto florísticas como faunísticas, para contar con mayor información acerca del grado de conservación y perturbación del área.



**Figura 1.** Área de estudio del jaguar en el este de San Luis Potosí



Lo anterior provee información para la elaboración de una primera propuesta de conservación del hábitat, involucrando el manejo de elementos tanto ambientales como culturales y económicos, así como involucrando a la sociedad que cohabita con el jaguar.

## Objetivos

- Establecer una propuesta de conservación del hábitat del jaguar que resulte congruente con el estado actual de fragmentación en la zona.
- Fomentar programas de rehabilitación del hábitat para conectar los diferentes fragmentos de selva e integrar un corredor.
- Sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de la conservación del jaguar.
- Ayudar a que las personas de las comunidades que cohabitan con el jaguar a tener alternativas de vida con un uso sustentable de sus recursos.

## Métodos

Se realizó una búsqueda bibliográfica que abarcara estudios o reportes de 1987 a la fecha, acerca de temas relacionados con la zona y de las especies de interés.

Para la determinación de presencia/ausencia del jaguar y sus presas se realizó una compilación bibliográfica, entrevistas sobre la presencia del jaguar y las especies potenciales para su dieta y recorridos *in situ*.

Para analizar la distribución espacial y frecuencia de las especies se realizaron entrevistas a los pobladores locales y recorridos sobre transectos en donde se registró la presencia de las especies (observación directa, huellas y excretas). Las fórmulas se determinaron sensu Clemente (1996) de la siguiente manera:

Frecuencia = número de veces que ocurre un evento en un sitio

Prevalencia = frecuencia / número de sitios.

En colaboración con la Fundación Edward Seler, se realizó un análisis sobre la biodiversidad presente en la zona. Se calculó el índice de Simpson ( $\lambda$ ), Shannon Weaver ( $H'$ ) y la uniformidad ( $E_s$ ) o radio de Hill modificado, de acuerdo con las fórmulas contenidas en el paquete estadístico Ecolab (Ludwig y Reynolds, 1988). Se realizaron los cálculos para mamíferos, aves y reptiles por separado y en conjunto para la totalidad de la zona y para las áreas en donde se realizaron los recorridos.

Se elaboró la lista del estado de conservación de las especies siguiendo la NOM-059, CITES y la lista roja de la IUCN. El uso de las especies se clasificó en cinegético, científico, medicinal, autoconsumo, artesanal (se utiliza en la elaboración de artesanías) y de ornato.

En cuanto al registro de los diferentes tipos de vegetación presentes en el área, se determinaron sus características principales mediante el método de hectárea tipo (Franco *et al.*, 1985). Se identificaron las especies principales que conforman la vegetación, se estimó la densidad, el área basal, la cobertura y el volumen de copa de acuerdo con Matteucci y Colma (1982) y Gómez-Pompa (1988). Para el análisis de la información se dividió la reserva en áreas que coinciden con la distribución de la vegetación: zona norte, centro y sur.

## Resultados y discusión

De la revisión bibliográfica resultaron sólo cinco estudios, incluyendo la declaratoria de la reserva como área natural protegida y su propuesta de manejo.

Por otro lado, la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa constituye el hábitat de cinco especies de felinos (*Panthera onca*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), ocelote (*Leopardus pardalis*), leoncillo (*Puma yaguaroundi*) y puma (*Puma concolor*), todos en peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059 e incluidos en el Apéndice I de CITES. El jaguar y el ocelote se encuentran también en la lista roja de IUCN, además del murciélago de cola libre (*Tadarida brasiliensis*). También se identificaron 24 especies de aves listadas en la NOM-059, entre las que destacan el búho moteado (*Ciccaba virgata*), el hocofaisán (*Crax rubra*), la cotorra cabeciroja (*Amazona virigenalis*) y la guacamaya militar (*Ara militaris*), esta última también incluida en el Apéndice I de CITES y junto con la cotorra cabeciroja, en la lista roja de IUCN (Cuadro 1).

Las siguientes especies han sido reportadas como presa del jaguar en otros estudios: venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado temazate (*Mazama temama*), pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), hocofaisán (*Crax rubra*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), conejos (*Sylvilagus floridanus*), liebre (*Lepus californicus*), coatí (*Nasua narica*), mapache (*Procyon lotor*), zorrillo (*Mephitis mephitis*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*) y cojolita (*Penelope purpurascens*) (Amín, 2004; Chávez, *et al.*, en este volumen; Oliveira, 2002). Se encontró que los pobladores de la zona le dan un uso cinegético, medicinal, ritual o de subsistencia a por lo menos 20 especies de mamíferos, entre los que destacan el jaguar, el ocelote y el venado cola blanca. Usan con diferentes fines al menos 30 especies de aves como la codorniz (*Colinus virginianus*), el guajolote silvestre (*Melleagris gallopavo*), el periquillo verde (*Aratinga holochlora*), la cotorra cabeciroja (*Amazona virigenalis*) y la guacamaya militar (*Ara militaris*). Estas aves se encuentran bajo fuertes presiones tanto de cacería como de comercio ilegal. Cabe señalar que los habitantes acostumbran matar a cualquier serpiente o culebra que encuentren a su paso, además de utilizarlas (particularmente las especies del género *Crotalus*) con fines medicinales y rituales (Seler, 2000).

El estudio florístico realizado refleja de manera general las comunidades y sus tipos de vegetación, dentro de las cuales destacan la selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria o acahual (Puig, 1991). En algunos sitios está presente el matorral espinoso, lo cual es congruente con el grado de perturbación de la vegetación. Se reportan asociaciones de especies en la zona, como el zoyate y la palma. La densidad de la vegetación es muy similar en las tres áreas (ANOVA de rangos de Friedman;  $p = 0.703$ ), al igual que para la estimación de copa o corona de la vegetación (ANOVA de rangos de Friedman;  $p = 0.117$ ). Por el contrario, el volumen de copa de los tres sitios resultó significativamente diferente (ANOVA de rangos de Friedman;  $p < 0.005$ ), en donde es mayor la diferencia para la zona sur, mientras que las zonas norte y centro son similares entre sí.

La diversidad ( $H' = 3.78$ ;  $\lambda = 0.03$ ) y el grado de uniformidad ( $E = 0.68$ ) florístico, son altos en la reserva. La equitatividad específica es bastante homogénea en las tres áreas,

**Cuadro 1.** Especies de vertebrados incluidas en alguna categoría de riesgo en la Sierra del Abra Tanchipa, San Luis Potosí

Nombre común	Nombre científico	Categoría NOM-059	Categoría CITES	Lista roja IUCN
Jaguar	<i>Panthera onca</i>	P	Apéndice I	Incluida
Tigrillo	<i>Leopardus wiedii</i>	P	Apéndice I	
Ocelote	<i>Leopardus pardalis</i>	P	Apéndice I	Incluida
Leoncillo	<i>Puma yaguaroundi</i>	P	Apéndice I	
Puma	<i>Puma concolor</i>	Pr	Apéndice I	
Murciélago cola libre	<i>Tadarida brasiliensis</i>			Incluida
Pato real	<i>Cairina moschata</i>	P		
Pato lagunero	<i>Aythya affinis</i>	Pr		
Gavilán pajarero	<i>Accipiter striatus</i>	A		
Gavilán cola blanca	<i>Buteo albicandutus</i>	Pr		
Codorniz común	<i>Colinus virginianus</i>	P	Apéndice I	
Garza morena	<i>Ardea herodias</i>	R		
Búho moteado	<i>Ciccaba virgata</i>	A		
Cotorro frente roja	<i>Amazona autumnalis</i>	Pr		
Cotorra cabeciroja	<i>Amazona viridigenalis</i>	P		Incluida
Periquillo verde	<i>Aratinga holochlora</i>	A		
Pájaro reloj	<i>Momotus momota</i>	R		
Carpintero	<i>Campephilus guatemalensis</i>	R		
Carpintero de línea	<i>Dryocopus lineatus</i>	R		
Chincho	<i>Mimus polyglottos</i>	Pr		
Buscador dulce acuícola	<i>Seiurus motacilla</i>	R		
Calandria jacalera	<i>Icterus cucullatus</i>	A		
Calandria común	<i>Icterus gularis</i>	Pr		
Saltabreña	<i>Hernicorhina leucosticta</i>	R		
Gorderillo	<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	P		
Barnada	<i>Branta canadensis</i>	Pr		
Guacamaya militar	<i>Ara militaris</i>	P	Apéndice I	Incluida
Hocofaisán	<i>Crax rubra</i>	A		
Cojolite	<i>Penelope purpurascens</i>	Pr		
Loro cabeza amarilla	<i>Amazona ochrocephala</i>	Pr		
Tortuga caja del este	<i>Terrapene carolina</i>	Pr	Apéndice II	Incluida
Lagartija cola de látigo	<i>Sceloporus serrifer</i>	R		
Lagartija espinosa	<i>Sceloporus grammicus</i>	R		
Mazacuata corredora	<i>Coluber constrictor</i>	A		
Culebra de agua	<i>Hypsiglena torquata</i>	R		
Boa	<i>Boa constrictor</i>	A	Apéndice II	
Víbora de cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	Pr		
Cascabel	<i>Crotalus molossus</i>	Pr		
Cantil	<i>Agkistrodon bilineatus</i>	R		
Coralillo	<i>Micrurus browni</i>	R		
Víbora zacatera	<i>Adelphicos quadrivirgatus</i>	R		
Tortuga de agua	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr		
Coralillo	<i>Micrurus fluvius</i>	R		
Salamandra	<i>Notophthalmus meridionalis</i>	P		
Rana leopardo	<i>Rana berlandieri</i>	Pr		

P: peligro de extinción; A: amenazada; R: rara; Pr: sujetas a protección especial. CITES: Los apéndices corresponden a los de CITES.

aunque la zona norte presenta una mayor dominancia ( $E= 0.42$ ). Sin embargo, en cuanto a la distribución de mamíferos ( $H'= 2.25$ ;  $\lambda= 0.17$ ) y reptiles ( $H'= 2.2$ ;  $\lambda= 0.12$ ) se observa que la diversidad es menor que la de las aves ( $H'= 3.3$ ;  $\lambda= 0.047$ ). Se encontró que existe una mayor dominancia entre especies en los mamíferos ( $E= 0.59$ ) que en las aves ( $E= 0.74$ ) o los reptiles ( $E= 0.88$ ) y asimismo se detectó que existen diferencias entre la fauna de los distintos sitios analizados (ANOVA con rangos Friedman  $p= 2.73 \times 10^{-5}$ ), resultando nuevamente la zona sur diferente de las otras dos (prueba de igualdad de medianas de Newman/Keuls  $p<0.05$ ). La frecuencia de aparición de las especies resultó más alta en las zonas norte y centro ( $X = 38$  y  $37$  respectivamente) que en la sur ( $X = 15.5$ ).

Por lo anterior, se encontró que la zona sur muestra un mayor grado de perturbación, por lo tanto, hubo un menor número de registros, particularmente de mamíferos mayores. Aunque la cobertura vegetal en la zona sur es ligeramente más cerrada que en las otras dos zonas, presenta una mayor presión al encontrarse cerca de los poblados.

Los índices obtenidos en el área muestran que la reserva constituye una zona importante para el tamaño y probablemente para la variabilidad genética de las poblaciones silvestres. Dado a que varias especies registradas para la zona están listadas bajo alguna categoría de riesgo, tanto a nivel nacional como internacional, el área cobra importancia como hábitat crítico. Según este estudio, los elementos ambientales críticos que afectan la zona de estudio son una fuerte presión de uso por parte de las comunidades aledañas y la poca disponibilidad de cuerpos de agua naturales, lo que hace que los animales se acerquen a cuerpos de agua cercanos a poblados para satisfacer sus necesidades (por ejemplo en presas).

Los registros de jaguar (tanto de entrevistas como de recorridos) dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa se presentan en el Cuadro 2 y abarcan de octubre del 2000 hasta febrero de 2007. En el corredor comprendido entre Tampamolón de Corona, San Antonio y Tancanhuitz, se registraron avistamientos de jaguar de entre 5 y 2 años antes del estudio, en donde la vegetación presente es selva alta perennifolia.

## Conclusiones

La fragmentación de hábitat, ocasionada por el acelerado cambio de uso del suelo afecta a la supervivencia de las especies. Un ejemplo es la Huasteca Potosina, que en menos de una década ha perdido más de 10 000 ha de selvas y bosques en el gran carso huasteco, transformados en cultivos de caña y maíz.

En la zona de estudio se encontró que el jaguar se acerca a sitios poblados para satisfacer sus necesidades de agua y presas, ya que los registros concuerdan con la temporada de secas y por lo regular fueron cerca de presas o bordos de abrevadero. Los supuestos ataques de jaguar al ganado corresponden también a la temporada de secas.

La cacería ilegal en la zona es elevada; la gente reporta que la mayoría de los cazadores vienen del estado de Tamaulipas, lo cual coincide con observaciones realizadas en el municipio del Naranjo, San Luis Potosí, aunque no existen registros específicos de cacería de jaguar. La coincidencia de presas como venado cola blanca, armadillo y pecarí de collar entre

pobladores y el jaguar, genera una competencia por alimento, lo cual ha sido documentado en otras regiones (Amín, 2004; Chávez *et al.*, este volumen; Escamilla *et al.*, 2000).

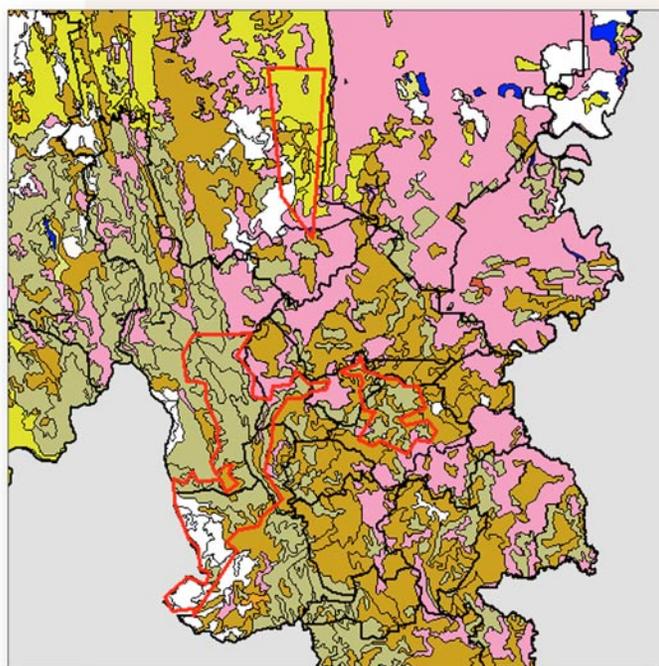
## Perspectivas

En las áreas donde se ha registrado visualmente al jaguar se plantea implementar un programa de colocación de ollas de agua en la parte alta de la Sierra, con la finalidad de evitar que el jaguar y sus presas se desplacen a los bordos y presas cercanos a los poblados al intentar minimizar la interacción humano-jaguar. En el futuro se pretende iniciar la estimación de la densidad poblacional del jaguar.

**Cuadro 2.** Registros de jaguar según su temporalidad y tipo de observación en la Sierra del Abra, San Luis Potosí.

Localidad	Fecha del registro	Tipo de registro	Observaciones
Presa del Guajolote	Todos los años en época de sequía	Visual	El jaguar baja a abrevar a la presa
Buenavista	Todos los años	Huellas	
Rancho El Rodeo	Agosto tres años consecutivos	Visual	
El Choy	Todos los años en época de sequía	Visual y huellas	El jaguar baja a abrevar a los bordos del ganado
Presa Centella	Hace cinco años	Visual	Lo veían pasando la carretera en la curva del japonés
Límite de Cerro Alto	Todos los años	Visual, huellas y presas a medio comer	Se observaron echaderos en un sótano que el jaguar frecuenta
En el Jabalí, Tres Palmas y la Palangana	Todos los años en época de sequía	Visual y huellas	Se acerca mucho a zonas con ganado pero no se ha registrado ningún ataque
La Lajilla	Hace dos meses	Huellas y rugidos	
Pozo Salado	Hace dos años	Visual	El dueño de la parcela se queja de cacería ilegal en sus terrenos
Los Patos	Hace tres años	Visual y huellas	Baja a abrevar y mató un becerro
San Diego	Todos los años incluyendo una observación hace cuatro meses	Visual	Han encontrado dos becerros, un burro y perros depredados

En la fase final del trabajo se colaboró e involucró a comunidades, sobre todo del municipio de Tampamolón de Corona, para iniciar un programa de rehabilitación de la selva alta perennifolia, particularmente en las zonas que comunican los remanentes de vegetación en buen estado de conservación. Esto tiene la finalidad de establecer un corredor biológico que favorezca no sólo al jaguar, sino también al resto de las especies de fauna residentes. Esta iniciativa entró en vigor dada la disposición, tanto de los habitantes de los diferentes ejidos y comunidades como de las autoridades municipales a participar en programas de conservación del hábitat del jaguar. Actualmente, el área de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa se encuentra en proceso de sensibilización e información, con muy buena respuesta en los sitios donde se han registrado avistamientos (Figura 2).



**Figura 2.** Estado actual de los ecosistemas del Corredor.

- ▭ Contorno del corredor
- ▭ Cuerpos de agua
- ▭ Pastizal cultivado
- ▭ Pastizal inducido
- ▭ Pastizal natural
- ▭ Riego
- ▭ Selva alta perennifolia
- ▭ Selva alta subperennifolia
- ▭ Selva baja caducifolia
- ▭ Selva de galería
- ▭ Selva mediana subcaducifolia
- ▭ Selva mediana subperennifolia
- ▭ Agricultura de temporal
- ▭ Tular

## Agradecimientos

A los pobladores de las comunidades con las que se ha trabajado hasta ahora, quienes han mostrado gran interés en preservar al jaguar que siempre ha estado presente en su cultura. A los presidentes municipales de Tampamolón, Xilitla, Ciudad Valles, San Antonio, y Aquismón, que han otorgado facilidades para la realización de los diferentes estudios y el apoyo brindado para que los proyectos productivos se lleven a cabo. A la doctora Nicola Kuehne y al doctor Joaquín Muñoz de la Fundación Edward Seler, quienes han hecho una vasta investigación antropológica en el estado de San Luis Potosí, acerca de ecología antropogénica. A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, delegación San Luis, cuyos integrantes realmente están comprometidos con su labor.

# DISTRIBUCIÓN, USO DE HÁBITAT Y PATRONES DE ACTIVIDAD DEL PUMA Y JAGUAR EN EL ESTADO DE MÉXICO

OCTAVIO MONROY-VILCHIS, CLARITA RODRÍGUEZ-SOTO,  
MARTHA ZARCO-GONZÁLEZ Y VICENTE URIOS

## Resumen

Se analizó la distribución, uso de hábitat y patrón de actividad del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) en el Estado de México, por medio de registros bibliográficos, entrevistas, rastros y trampas cámara. De agosto de 2002 a mayo de 2006, se aplicaron 140 entrevistas en comunidades de la Sierra Nanchititla, se encontraron 236 rastros entre huellas y excrementos, y se obtuvieron 89 fotografías. Los felinos utilizan los bosques de pino-encino, en altitudes mayores a 1 800 msnm. La distancia a los caminos está entre los 3 509 y 4 377 m, a los poblados entre 2 326 y 4 650 m, y a pendientes pronunciadas entre 1 048 y 2 095 m para jaguar y menores a 1 047 m para puma. El periodo principal de actividad del jaguar va de 0:00 a 6:00 horas, mientras que para el puma es más amplio, pero evitando los periodos de actividad del jaguar.

## Abstract

*In the present study we to analyze the distribution, habitat use and activity patterns the jaguar and puma, in the State of Mexico, using bibliographic reports, interviews, signs and camera trapping. From August 2002 to May 2006, we applied 140 interviews in communities within Sierra Nanchititla, we found 236 signs, scats and footprints, and obtained 89 pictures. Both felids preferred pine-oak forest, at a higher altitude than 1 800 m. Distance to roads was between 3 509 and 4 377 m, distance to towns between 2 326 and 4 650 m, distance to rugged slopes for jaguar was between 1 048 and 2 095 m and for puma less than 1 047 m. The main activity period for jaguar was from 0:00 to 6:00, while the puma activity was broader, but avoided the period of jaguar activity.*

## Introducción

Las 6 especies de felinos presentes en México representan el 50% de las especies en América (Sunquist y Sunquist, 2002), e incluyen al puma (*Puma concolor*), yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), ocelote (*Leopardus pardalis*), jaguar (*Panthera onca*), y lince o gato montes (*Lynx rufus*). El Estado de México, es uno de los estados en México donde se distribuyen las seis especies (Chávez y Ceballos, 1998). En este estado, el puma y jaguar son simpátricos en el sur de la entidad.

En el Estado de México son pocos los estudios que se han realizado con estas espe-

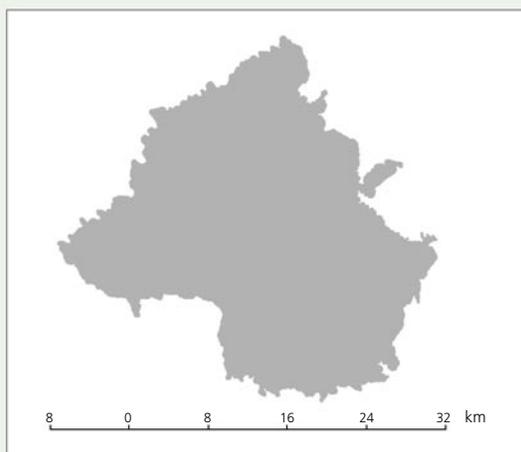
cies de felinos, que incluyen listas de especies (Chávez y Ceballos, 1998), reportes de distribución y registros nuevos para el Estado (2002; Monroy-Vilchis *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2002). Sin embargo, son pocos los datos sobre su ecología que se tienen para esta región del país. El estudio ecológico de los felinos es importante por ser considerados especies indicadoras del estado de salud de los ecosistemas, especies sombrilla o especies clave en el mantenimiento del equilibrio ecológico, o debido a que aportan datos para el diagnóstico de conservación y estrategias de planeación territorial (Miller *et al.*, 1999; Sánchez *et al.*, 2002). Uno de los métodos más utilizados en la actualidad para el estudio de carnívoros medianos y grandes, es el foto-trampeo. Esta técnica utiliza cámaras fotográficas activadas a distancia o mediante sensores de movimiento o temperatura, y es muy eficiente para realizar inventarios y estudios de poblaciones, especialmente de animales crípticos, cuyos individuos puedan reconocerse por las marcas que poseen, además poder determinarse patrones de actividad y uso de hábitat (Lizcano y Cavelier, 2000; Maffei *et al.*, 2002; Moruzzi *et al.*, 2002; Pinto de Sá Alves y Andriolo, 2005; Rumiz *et al.*, 2002; Trolle, 2003). En el caso particular de los felinos, se ha utilizado esta técnica para evaluar diversidad y patrones de actividad (Azlan y Sharma, 2006). De este modo son un valioso instrumento de apoyo para establecer prioridades de conservación y programas de manejo (Silveira *et al.*, 2003). En este trabajo se evalúa la distribución, uso de hábitat y de actividad de puma y jaguar en el Estado de México.

## Área de estudio

El Estado de México ocupa una superficie de 21 461 km<sup>2</sup> de extensión, se caracteriza por ser una de las entidades con una mastofauna más rica, la cual resulta de la gran diversidad



**Figura 1.** Área de estudio, Sierra Nanchititla en el Estado de México.



de hábitat disponibles (Rámirez-Pulido y Castro Campillo, 1992 y 1993). En el Estado confluyen dos provincias fisiográficas y geológicas que constituyen las regiones más variadas de la topografía nacional, que son la del Eje Neovolcánico Transversal y la de la Sierra Madre del Sur. Lo accidentado de la topografía de ambas incide en la diversidad de climas que se presentan en el estado, en donde se incluyen los cálidos, templados y fríos así como los subhúmedos y secos, mientras que la vegetación va desde los bosques de coníferas y de encinos hasta el matorral crasicale, y la selva baja caducifolia (García, 1981; INEGI, 1987).

## Métodos

Se obtuvieron registros de la presencia del puma y jaguar de agosto de 2002 a mayo de 2006 en el Estado de México, recopilando información de publicaciones y salidas de campo. Las salidas de campo se realizaron en el sureste del Estado, en los Municipios de Luvianos y Tejupilco, ya que de acuerdo a las publicaciones y los registros previos en estas zonas es en donde se han reportado estas especies. En estas salidas se aplicaron cuestionarios, se buscaron rastros y se colocaron trampas fotográficas sobre senderos. De los registros bibliográficos dentro del Estado de México se utilizaron aquellos que contaban con coordenadas geográficas precisas. Los cuestionarios se aplicaron a habitantes de las comunidades de la zona, principalmente para determinar la presencia de los felinos y los sitios de avistamiento, así como las pieles que tuvieran en su posesión. Como rastros se consideraron únicamente huellas y excrementos, los que fueron identificados con base en los criterios de Aranda (2000), para esto se realizaron recorridos mensuales sobre senderos en la zona. En el caso de los registros fotográficos, se colocaron 22 trampas cámara en la orilla de algunos senderos distribuidas en proporción a la disponibilidad de cada tipo de cobertura vegetal. Las trampas cámara utilizadas fueron modelo Wildlife Pro II Camera System. Cada una esta compuesta por una cámara automática Yashica de 35 mm, colocada dentro de un compartimiento de plástico impermeable. Se utilizó película negativa a color 135 de 36 exposiciones. Fueron programadas para permanecer activas las 24 horas y, con un retraso de 20 segundos entre cada disparo. En cada fotografía se imprimió la fecha y hora. Las trampas-cámara fueron revisadas una vez al mes para verificar su funcionamiento y cambiar el rollo o las pilas en caso de que fuera necesario.

Para el análisis se utilizó únicamente una fotografía por cada individuo fotografiado en una misma cámara al mismo tiempo, registrando fecha, hora, y número de individuos. De cada especie fueron excluidas las fotografías que se clasificaron como eventos dependientes, es decir, aquellas que tomaron al mismo individuo en la misma ocasión. Esto se determinó mediante la secuencia de movimientos que presentaban las imágenes y a la hora registrada; en estos casos toda la secuencia se consideró como un solo registro. Se cuantificó el total de fotografías independientes de cada especie, los días que fue fotografiada, el mínimo y máximo de individuos que aparecieron en una fotografía, las que fueron tomadas de día y las que se tomaron de noche. Para todos los casos se registró la ubicación geográfica y altitud.

Se calcularon dos índices de abundancia relativa (IAR) de acuerdo con O'Brien *et al.* (2003). El IAR1 se obtiene calculando el número de días trampa requerido para obtener la primer fotografía de la especie estudiada. El IAR2 se obtiene dividiendo el número de fotografías de la especie estudiada en cada 100 días trampa. La unidad de medida del esfuerzo de muestreo fueron los días trampa (considerando un día como 24 horas), el total de éstos fue la suma de los días trampa de cada trampa cámara, es decir, el número de días que cada una permaneció funcionando. Para establecer los patrones de actividad de ambas especies, se cuantificó el porcentaje de fotografías independientes obtenidas en intervalos de dos horas.

El mapa de cobertura vegetal se obtuvo del Inventario Nacional Forestal escala 1:250 000 (Semarnat *et al.*, 2001). Para generar los mapas de altitud y pendiente, y para determinar la distancia a caminos y poblados, se utilizaron cartas topográficas escala 1:50 000 (INEGI, 2003 a y b). Los diferentes tipos de hábitat para cada variable se clasificaron con la ayuda de ArcView 3.2 (ESRI, 1999) e IDRISI (ClarckLabs, 2003). Cada cobertura vegetal se identificó como una categoría de hábitat. Los tipos de cobertura vegetal que se consideraron fueron bosque de encino, bosque de pino-encino, selva baja caducifolia, pastizal inducido y cultivos.

Para las otras variables se consideraron el mismo número de categorías (6) con el propósito de facilitar el manejo de los datos. De acuerdo a los intervalos de altitud registrados para los tipos de cobertura vegetal presentes en la Sierra Nanchititla, la variable altitud se clasificó en 6 categorías: las tres primeras categorías corresponden a altitudes de selva baja caducifolia, la cuarta categoría corresponde a bosques de encino y las últimas dos categorías corresponden a bosques de pino-encino (Rzedowski, 1994). Las distancias a poblados, a caminos y a pendientes pronunciadas se clasificaron tomando en cuenta la distancia potencial mayor para cada variable. Las categorías de distancia en metros a poblados fueron de 0-2 325, 2 326-4 650, 4 651-6 975, 6 976-9 300, 9 301-11 625 y de 11 625-13 950. Las categorías de distancia en metros a caminos fueron de 0-1 169, 1 170-2 338, 2 339-3 508, 3 509-4 677, 4 678-5 846 y 5 8487-7 016. Por último, se consideraron como pendientes pronunciadas a las mayores o iguales a 60° de inclina-

**Cuadro 1.** Registros obtenidos de puma y jaguar en la zona de estudio

Tipo de registro		Puma	Jaguar	Total
Cuestionarios	Vivos	83	1	84
	Muertos	32	2	34
Rastros	Pieles	9	-	9
	Huellas	48	5	53
	Excrementos	163	11	174
Fotografías		71	18	89
Publicaciones		10	1	11
<b>Total</b>		<b>416</b>	<b>38</b>	<b>454</b>

ción, las categorías de distancia en metros fueron de 0-1 1047, 1048-2095, 2096-3143, 3 144-4 191, de 4 192-5239 y de 5 240-6 287. Las pendientes de 60°, fueron identificadas en Índices de Rugosidad del Terreno (TRI) como pendientes moderadamente escarpadas (Hatten *et al.*, 2005). Todos los registros se asignaron a una de las categorías de cada variable evaluada, que incluye tipo de cobertura vegetal (bosque de pino-encino, bosque de encino, selva baja caducifolia, pastizal inducido o cultivos), intervalo de altitud, distancias a poblados, distancia a caminos más transitados y distancia a pendientes más pronunciadas.

Se obtuvieron Índices de Uso de Hábitat (IUH) en las diferentes variables utilizadas. Para realizar éste análisis se registró la frecuencia observada de cada felino en cada categoría de hábitat y las correspondientes frecuencias esperadas en función a la proporción de hábitat disponible. El IUH corresponde a la resta de la frecuencia observada menos la esperada. Los valores de IUH se suman y se evalúa la variabilidad de este dato, a través de una prueba de  $X^2$  (Sokal y Rohlf, 1981; Monroy-Vilchis y Velásquez, 2002).

## Resultados y discusión

Se obtuvieron 10 registros bibliográficos de puma, de los cuales 6, con menos de 5 años de antigüedad, se ubican en los municipios de Tejupilco y Luvianos, en el sur de la entidad (Sánchez *et al.*, 2002). Para el jaguar solo se obtuvo un registro, en el municipio de Luvianos (Monroy-Vilchis *et al.*, 2005). Esta región es la única con la presencia de estos felinos en el Estado. Estos registros, así como su calidad de recientes, fueron decisivos para ubicar los sitios de muestreo de campo.

Se obtuvieron 454 registros de puma y jaguar (Cuadro 1), la mayoría, sin embargo, fueron de puma. Los cuestionarios produjeron 118 registros de puma y jaguar (Cuadro 2). Con los cuestionarios se obtuvieron 4 tipos de registro, donde la categoría de “avistamientos” fue la más frecuente, con el 55.9% (Cuadro 1). El 65% de los cuestionarios se aplicó a hombres, donde el 89.2% de los encuestados eran personas mayores de 30 años. El 88% corresponden a registros de menos de 5 años de antigüedad (estos fueron los que se utilizaron para el análisis de uso de hábitat). Las principales ocupaciones de los encuestados son la agricultura (36.4%), el cuidado del hogar (31.4%) y la ganadería (13.4%).

**Cuadro 2.** Número de registros y porcentaje de puma y jaguar obtenidos de los cuestionarios

Condición	Puma		Jaguar		Total	
	Registros	%	Registros	%	Registros	%
Visual	64	55.6	1	33.3	65	55.0
Cazado	32	27.8	2	66.6	34	28.8
Ataque a ganado	18	15.6	-	-	18	15.2
Ataque a persona	1	0.8	-	-	1	0.8
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>118</b>	<b>100</b>

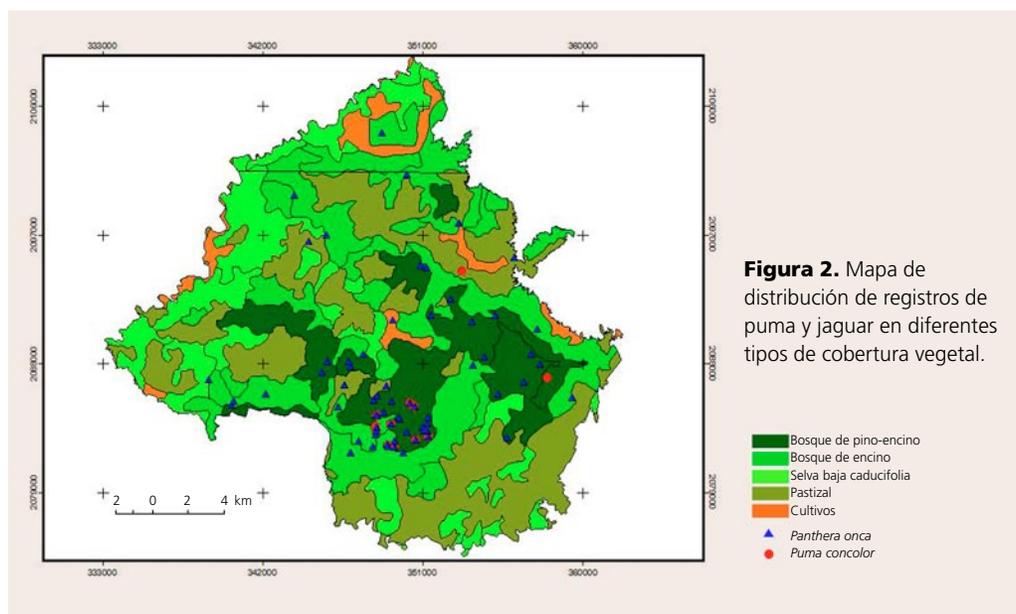
Se registraron 236 rastros de puma y jaguar, 9 son pieles (3.8%), 53 son huellas (22.4%) y 174 son excremento (73.7%) (Cuadro 1). No fue posible identificar 18 excrementos hasta especie, por lo cual no fueron incluidos en el análisis. Además de estos registros hubo un avistamiento de un puma. Se obtuvieron 89 fotografías de ambos felinos.

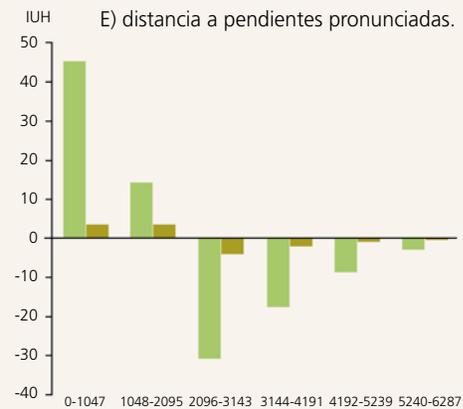
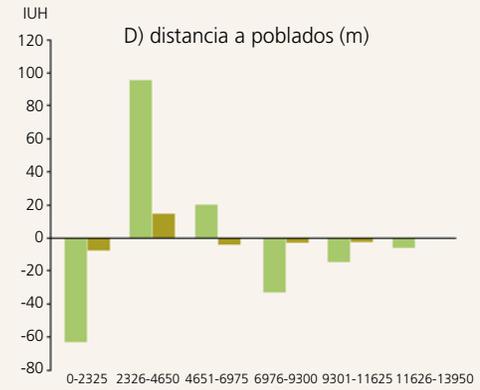
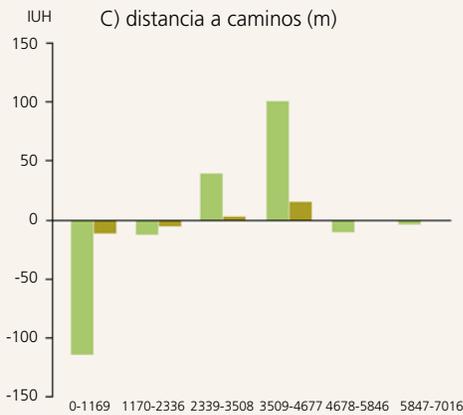
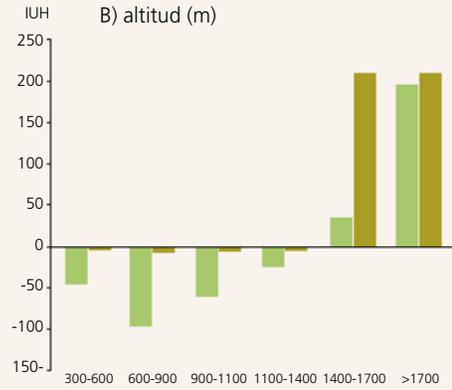
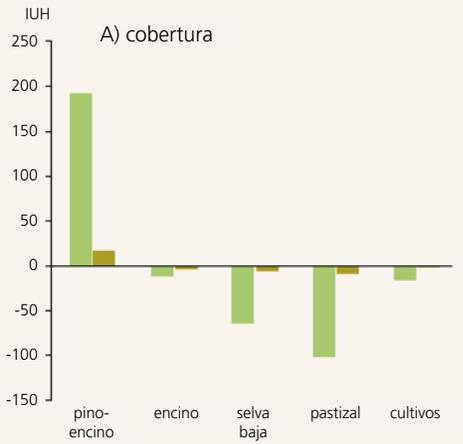
Se obtuvieron 37 registros de jaguar, la mayoría fueron rastros y fotografías (92 %), todos de un área de aproximadamente 150 km<sup>2</sup>. Dos de los registros que se obtuvieron de cuestionarios son de hace 15 y 20 años, por lo tanto, no fueron incluidos en el análisis de uso de hábitat. En 2004 se colectaron excrementos, y una fotografía a finales de ese año.

## Uso de hábitat

De acuerdo al tipo de cobertura, el puma y el jaguar ocurren con mayor frecuencia en bosques de encino y bosques de pino-encino (Figura 2). Con respecto a la altitud, se les ha registrado en altitudes mayores a 1500 msnm, a distancias relativamente alejadas de los caminos (entre 2338 y 4677 m) y poblados (entre 2326 y 4650 m). Finalmente, ambos felinos se presentaron en sitios cercanos a pendientes pronunciadas (distancia menor a 2095 m).

Los registros de jaguar reflejan preferencia por algún tipo de hábitat en todos los tipos evaluados: bosques de pino-encino ( $G = 62.4$ ; g.l. = 4,  $p < 0.05$ ), con altitudes mayores a 1800 msnm ( $G = 100.67$ ; g.l. = 5;  $p < 0.05$ ), distancias a caminos de 3509 a 4677 m ( $G = 62.39$ ; g.l. = 5;  $p < 0.05$ ), a poblados entre 2326 y 4650 m ( $G = 15.1$ ; g.l. = 5;  $p < 0.05$ ) y a pendientes pronunciadas de 1048 a 2095 m ( $G = 15.102$ , g.l. = 5,  $p < 0.05$ ) (Figura 3). Posiblemente el jaguar utiliza este hábitat porque presenta menos perturbación humana y por lo tanto es más seguro, lo que coincide con lo registrado para otros sitios (Navarro-Serment *et al.*, 2005; Sunquist y Sunquist, 2002).





■ Puma  
■ Jaguar

**Figura 3.** Índice de uso de hábitat (IUH) de puma y jaguar para cada variable evaluada. El eje X se muestra las categorías de hábitat por especie y el eje Y se muestra el índice.

A pesar de que fue más común registrar al jaguar en altitudes menores a 1 200 msnm, se tienen registros de esta especie en altitudes de 2 700 msnm en Bolivia y 3 800 msnm en Costa Rica (Hatten *et al.*, 2005). Las coberturas características de distribución de jaguar consideran ambientes cálido-húmedos o cálido secos (López-González y Brown, 2002). Consideramos que cada vez es más probable el registro de esta especie en ambientes templados, como la Sierra Nanchititla, debido por un lado a que presentan ambientes menos perturbados que los tropicales cercanos a las costas; sin embargo este no es un hábitat descrito como típico para el jaguar, ya que solo ocupa cerca del 4% de su distribución total (Sanderson *et al.*, 2002a). Esto evidencia la falta de información de esta especie, en ambientes que podrían ser determinantes para su conservación, ya sea actuando como puentes naturales de comunicación entre poblaciones viables o como reservorios de las mismas poblaciones. En un estudio sobre las prioridades geográficas para la conservación del jaguar en su rango de distribución, se designaron áreas prioritarias para realizar censos de jaguar por carecer de información, el 30% de estas áreas corresponde a bosques de pino-encino (Sanderson *et al.*, 2002b).

Los registros de pumas en todas las variables evaluadas muestran un mayor uso al esperado de bosques de pino-encino ( $G = 636.7$ ; g.l. = 4;  $p < 0.05$ ), con altitudes mayores a 1800 msnm ( $G = 902.3$ ; g.l. = 5;  $p < 0.05$ ), distancias a caminos entre 3 509 y 4 677 m ( $G = 329.97$ ; g.l. = 5;  $p < 0.05$ ), a poblados entre 2326 y 4 650 m ( $G = 203.75$ , g.l. = 5,  $p < 0.05$ ) y a pendientes pronunciadas menores a 1 047 m ( $G = 79.09$ , g.l. = 5,  $p < 0.05$ ) (Figura 3). Al igual que el jaguar, es probable que elijan estas zonas porque son las menos perturbadas en todo el parque, ya que son de difícil acceso para la gente.

Las actividades humanas se convierten en el factor principal que limita la distribución del puma y el jaguar en el Estado de México. Además de sitios con poca actividad humana, los pumas prefieren sitios con coberturas densas de dosel y sotobosque así como sitios con pendientes escarpadas; se sabe que esto se debe a que estos hábitat les ofrecen lugares para refugiarse, acechar a sus presas, descansar, y mayor seguridad para resguardar y proteger a sus crías (Belden *et al.*, 1988; Logan y Sweanor, 2001; Navarro-Serment *et al.*, 2005; Sunquist y Sunquist, 2002).

La cacería es uno de los mayores problemas a los que se enfrentan los grandes felinos, ya sea por la venta de sus pieles o por la aparente depredación que hacen del ganado. A pesar de que en la Sierra Nanchititla solamente 13.4% de los entrevistados tienen ganado, los registros de animales muertos ascienden a 34 en los últimos 10 años, siendo el puma el felino más cazado, con el 55% de las menciones, sin embargo, la depredación en la Sierra Nanchititla es menor a la reportada para sitios de Estados Unidos, Venezuela y Brasil, entre otros (Logan y Sweanor, 2001; Hoogesteijn *et al.*, 2002; Crawshaw y Quigley, 2002; Navarro-Serment *et al.*, 2005; Zimmermann *et al.*, 2005; Michalski *et al.*, 2006).

### **Patrón de actividad**

En un total de 4305 días trampa en 22 sitios de muestreo, se obtuvieron un total de 126 fotografías de ambos felinos, de las cuales 77 de puma son independientes, y 11 de

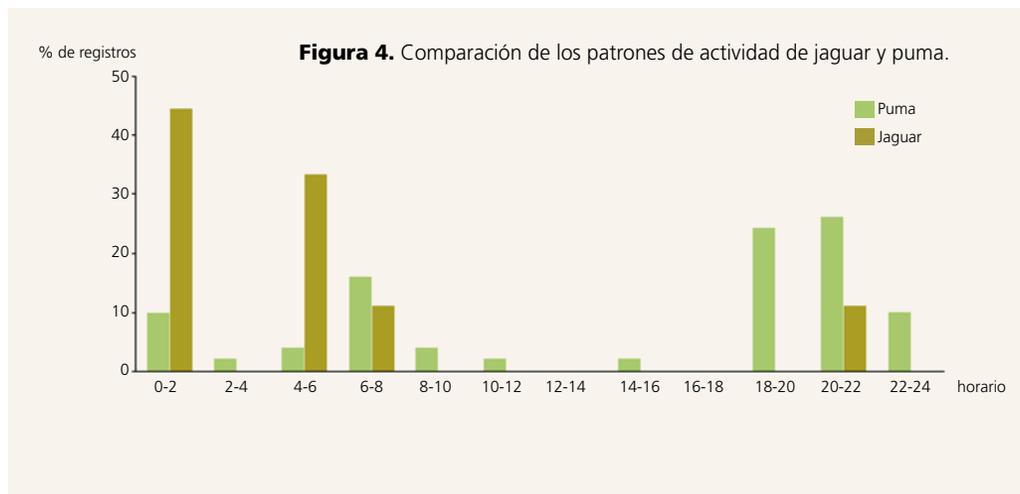
jaguar. Los IAR1 y 2 son, respectivamente, 107.2 y 0.02 para jaguar, y 52 y 0.37 para el puma (Cuadro 3). Se obtuvo un mayor número de fotografías de puma que de jaguar, en la mayoría se observa un sólo individuo, pero en dos ocasiones se registraron parejas (una hembra con un macho y una hembra con una cría). Las dos especies son solitarias excepto en la temporada de apareamiento y durante el cuidado materno (Sunquist y Sunquist, 2002). Como la pareja de pumas adultos fue fotografiada en mayo del 2004, se puede inferir que en ese mes incluye la temporada de apareamiento en la zona. Con respecto al jaguar siempre se fotografió un mismo macho solitario.

De las fotografías independientes para ambas especies, solamente 59 tenían la fecha visible, las cuales fueron usadas para el análisis de patrón de actividad. La actividad del jaguar se registró únicamente durante la noche, concentrando su actividad entre las 00:00 y 06:00 horas. Mientras que el puma fue activo durante todo el día, concentrando su actividad entre 18:00 y 22:00 horas (Figura 4).

Los resultados de los dos índices de abundancia relativa muestran que los pumas son más abundantes que los jaguares en el área de estudio. El IAR1 es inversamente proporcional a la densidad, mientras que el IAR2 es directamente proporcional a ésta (O'Brien *et al.*, 2003). Posiblemente, la tendencia de los índices de abundancia relativa calculados se encuentre relacionada con la densidad absoluta, como se ha visto en otros estudios (Carbone *et al.*, 2001; O'Brien *et al.*, 2003).

**Cuadro 3.** Total de fotografías de cada especie

Especie	Total de fotos	Núm de fotos independientes	Min-max	Núm. de fotos de día	Núm. de fotos de noche	IAR 1	IAR 2
			de individuos en la foto				
Puma	106	77	1-2	21	56	54	0.37
Jaguar	18	11	1-1	0	11	107.2	0.02



De acuerdo con la literatura, el puma tiene su pico de actividad al amanecer y al anochecer, pero se vuelven más nocturnos en áreas en donde continuamente se extrae madera (Sunquist y Sunquist, 2002), lo que coincide con nuestras observaciones; la mayor cantidad de los registros de puma, fueron obtenidos durante las primeras horas de la noche. El jaguar es principalmente diurno lo que contrasta con nuestras observaciones ya que la mayor cantidad de registros de jaguar corresponden a horas después de la media noche y antes de amanecer (Sunquist y Sunquist, 2002). Los hábitos de estas 2 especies dependen mucho de los patrones de actividad de sus presas. Es muy probable que estas diferencias sean una estrategia del puma para evitar los encuentros con el jaguar. En muchos casos de especies simpátricas con hábitos alimentarios similares se ha visto este tipo de comportamiento, que aparentemente disminuye la competencia y permite la coexistencia de ambas (De Almeida *et al.*, 2004).

## Perspectivas de trabajo

Las principales amenazas a las que se enfrentan los felinos en la zona de estudio son la destrucción del hábitat debido a incendios, aprovechamientos de madera (legales e ilegales), ganadería y agricultura extensivas, cacería, así como la falta actividades productivas alternativas e información sobre los felinos en este tipo de ambientes.

Para conservar a largo plazo a los felinos en la Sierra de Nachititla y en otras regiones del Estado, y probablemente del país, los proyectos de conservación deben vincularse con las comunidades locales, a través de actividades productivas alternativas de bajo impacto al ecosistema, como el cultivo de hongos, cultivo de hortalizas en invernaderos, crianza de fauna silvestre nativa, ecoturismo rural y cultural, entre otros. También debe de existir coordinación con las actividades gubernamentales. Además, se tienen que llevar a cabo programas de educación ambiental con la intención de capacitar a la gente local e incorporar todas estas actividades en un programa general de manejo y conservación. Para aminorar el impacto de la cacería en la zona, debe implementarse un programa de manejo de ganado, que considere acciones como mantener los animales domésticos en lugares cercados y cercanos a la gente. En otros lugares, el buen manejo de ganado ha sido la clave para disminuir el conflicto entre el puma y los ganaderos (Miller, 2002).

A corto y mediano plazo, la Sierra Nanchititla puede actuar como corredor biológico para jaguares, y su conservación debe enfocarse en la identificación de conexiones entre poblaciones reproductivas. Se identificaron posibles conexiones de la Sierra hacia el sur del Estado de México, el norte de Guerrero y el noroeste de Michoacán, ya que presentan características similares a las que se identificaron como preferidas por puma y jaguar (INEGI, 2003 a y b). Algunos investigadores calculan que existen muy pocas áreas de alta probabilidad de persistencia para esta especie y que un pequeño número de zonas de corredores crearía eslabones contiguos de hábitat de jaguar desde el norte de México hasta Argentina (Chávez y Ceballos, 2006; Chetkiewicz *et al.*, 2002; Sanderson *et al.*, 2002b). A largo plazo, después de aplicar acciones que disminuyan el impacto al ambiente y favorezcan el incremento del nivel de vida de los habitantes locales, la región

podría actuar como reservorio de una población reproductiva. Con respecto al puma, en la zona hay evidencias de que existe una población reproductiva, ya que se han registrado individuos juveniles en los últimos tres años; aunque falta realizar aún la evaluación de áreas adyacentes a la zona de estudio con la finalidad de encontrar posibles corredores que puedan interconectar esta zona con otras bien conservadas.

### **Agradecimientos**

Agradecemos al pueblo mexicano por financiar este estudio, a través de la Universidad Autónoma del Estado de México y de la Secretaría de Educación Pública, con los proyectos 1820/2004, 2188/2005 (UAEM), beca de doctorado de OMV- 103.5/04/1304 (SEP-PROMEP). La Fundación Terra-Natura financió a través del proyecto 2330/2006E. La Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, brindó facilidades para trabajar en el Parque Sierra Nanchititla. A cuatro revisores anónimos que con sus comentarios enriquecieron el manuscrito. Además agradecemos a las personas de las comunidades de la Sierra por compartirnos sus conocimientos, así como a nuestros alumnos de la Estación Biológica Sierra Nanchititla que colaboraron de manera desinteresada en el trabajo de campo.



## SITUACIÓN DEL JAGUAR EN LA REGIÓN DE LOS CHIMALAPAS, OAXACA

IVÁN LIRA TORRES Y GABRIEL RAMOS-FERNÁNDEZ

### Resumen

La región conocida como Los Chimalapas en los municipios de Santa María y San Miguel Chimalapa, Oaxaca, todavía alberga una importante población de jaguar en México, probablemente debido a su notable biodiversidad, extensión e inaccesibilidad provocada por cuestiones físicas, sociales y políticas. Esta especie destaca por su importante función en la dinámica de los ecosistemas, actuando como factor regulador de las poblaciones de sus presas. Sin embargo, observaciones actuales sugieren que la especie enfrenta serios problemas de conservación en la región, y desde el año 2000 es frecuente el reporte de ganado doméstico (equinos y bovinos) depredado por jaguar en los alrededores de las comunidades y en los potreros cercanos al borde de los bosques de la región. Los resultados de nuestro estudio en la región indican que las principales amenazas a la población del jaguar son la fragmentación y pérdida del hábitat, el comercio de pieles, el mercado de mascotas y el uso indiscriminado de las especies que son las principales presas del jaguar (pecarí, agutí, venados y tapir). Este trabajo es el inicio de un esfuerzo para generar una estrategia de conservación, monitoreo y uso sustentable del jaguar y sus presas en la región de Los Chimalapas.

Palabras Clave: Jaguar, Chimalapas, cacería, depredación de ganado.

### *Abstract*

*The region known as Los Chimalapas in the municipalities of Santa María and San Miguel Chimalapa, Oaxaca, still host one of the largest jaguar populations in Mexico, probably because of its remarkable biodiversity, size and difficult access, imposed by physical, social and political factors. This species is important due to its role in ecosystem dynamics, where it acts as a regulating factor for prey populations. The species faces serious conservation problems in the region, and since the year 2000, predation on livestock (equine and bovine) has become more frequent around human settlements and pastures close to the forest edge. The results of our study in the region show fragmentation and habitat loss, fur and pet trade, and non-sustainable hunting of its main prey (peccaries, agouties, deer and tapirs), as the main threats to the jaguar population. This work is the beginning of an effort to generate a conservation strategy, monitoring work, and sustainable use of the jaguar and its prey in the Chimalapas region.*

*Key words: Jaguar, Chimalapas, hunting, livestock predation.*

## Introducción

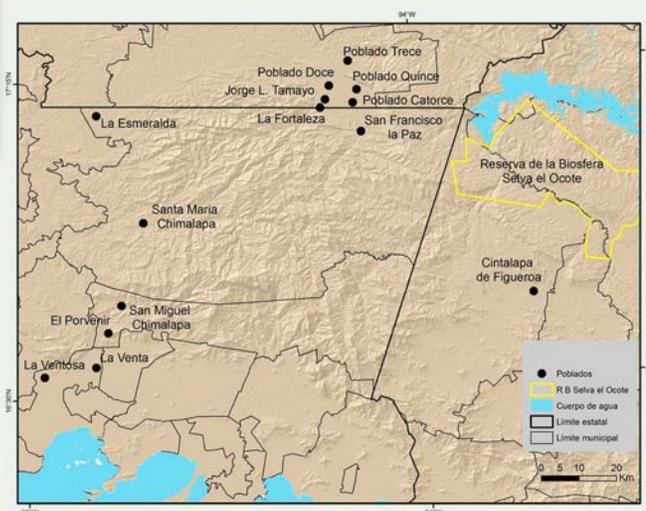
México ocupa el decimocuarto lugar mundial en cuanto a extensión territorial y es el tercero en diversidad biológica lo que ubica al país como megadiverso (Mittermeier *et al.*, 1997; Ramamoorthy *et al.*, 1993). Sin embargo, esta biodiversidad está en grave peligro de desaparecer por las actividades antropogénicas. Se estima que el país conserva sólo el 40% de su cobertura forestal original y que la deforestación avanza en un 4.2 % anual, la tasa más elevada de Mesoamérica (Challenger, 1998).

La mayor parte de la biodiversidad que aún queda en México se sitúa en las regiones inaccesibles con predominancia de población indígena, donde la pobreza sigue siendo un problema fundamental. Pese a los esfuerzos que diversos organismos gubernamentales y organizaciones no gubernamentales han desarrollado durante las dos últimas décadas, la conservación biológica del país se ha convertido en una tarea difícil (Caballero, 2000).

Una de las regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México se encuentra en los Chimalapas, en el Estado de Oaxaca (Arriaga *et al.*, 2000). Es una región extensa (590 993 ha), poco explorada y que contiene la segunda mayor área de bosque tropical húmedo en buen estado de conservación de México, después de la Selva Maya (Caballero, 2000). Sin embargo, no se encuentra dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, y aunque empiezan a formarse áreas comunitarias de conservación, sigue existiendo una fuerte presión sobre sus recursos naturales (Cid, 2001). La fauna silvestre que habita la región representa una fuente económica o alimenticia para sus habitantes, pero las prácticas de cacería no son sustentables y ponen en riesgo la permanencia de los beneficios ecológicos y económicos de la fauna silvestre. Un ejemplo de lo anterior, son los conflictos por la depredación de animales domésticos (equinos y



**Figura 1.** Regionalización de la zona de estudio, Municipios de Santa María y San Miguel Chimalapa, Oaxaca.



bovinos) que suelen ocasionar los carnívoros silvestres en la región de los Chimalapas, como consecuencia de la disminución en las poblaciones de sus presas naturales. Cuando la depredación la realizan el jaguar, el riesgo y los perjuicios económicos son mayores respecto a los daños causados por otros carnívoros. Ante la falta de apoyo por parte del gobierno para proteger su ganado, a menudo los ganaderos se ven forzados a cazar estos depredadores (Cid, 2001; De Ávila, 1999; Naranjo, 2002; Schiaffino *et al.*, 2002).

Los Chimalapas probablemente albergan a una de las mayores poblaciones de jaguar (*Panthera onca*) en México, pero esto no está bien documentado, el presente trabajo constituye el primer esfuerzo para reunir la información disponible sobre el jaguar en esta vasta región, con el propósito de proponer estrategias de acción prioritarias que contribuyan a su conservación y monitoreo, además del uso sustentable de las principales presas de este carnívoro en la región.

## Área de estudio y métodos

El área de estudio es la región de los Chimalapas, en el Estado de Oaxaca, que incluye los municipios de Santa María y San Miguel Chimalapa, con 458 086 y 132 907 ha respectivamente (Figura 1). Esta superficie representa alrededor del 7 % del territorio oaxaqueño y en ella habitan cerca de 12 mil personas, menos del 1 % de la población total del estado (Gobierno del Estado de Oaxaca, 1990).

Se calcula que en la región hay más de 462 945 ha (78.3%) bien conservadas de sistemas naturales de diversos tipos, tales como el bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas y encinares (Torres Colín, 2004; Figuras 2). La riqueza de plantas y animales que albergan estos sistemas es enorme, e incluye un elevado número de endemismos (Caballero, 2000; Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004; Gobierno del Estado de Oaxaca, 1990; González *et al.*, 2004).

El estudio se llevó a cabo a lo largo de 12 meses de trabajo en campo, repartidos entre los meses de agosto de 2003 y julio de 2004. La información provino de tres fuentes



**Figura 2.** Bosque de niebla en los Chimalapas, Oaxaca.

principales: 1) revisión de trabajos publicados y consulta a bases de datos de colecciones biológicas nacionales y extranjeras; 2) visitas a sitios con y sin reportes de jaguar por parte de pobladores locales. En cada visita se buscaron evidencias confiables de jaguar (excrementos y huellas), también se examinaron restos de presas en diferentes puntos de la región y se colectaron cráneos y pieles de los ejemplares sacrificados; y 3) se hicieron entrevistas a los residentes de las comunidades próximas al área potencialmente ocupada por el jaguar.

Se hicieron conversaciones informales y dos tipos de entrevistas sobre avistamientos de jaguar: semiestructuradas (Furze *et al.*, 1996; Figura 3) y cortas. Con ayuda de las autoridades locales en las comunidades visitadas, se realizó un listado preliminar de las personas con experiencia como cazadores. Conforme se iban desarrollando las entrevistas, se incrementó la lista de personas entrevistadas y las personas incluidas fueron consideradas como informantes clave acerca de la situación de la especie en la región (Furze *et al.*, 1996). Las entrevistas semiestructuradas siguieron el modelo del Anexo I, tratando de que cada informante respondiera a todos los conceptos presentes en el modelo pero dejando libertad para que se incluyeran también otros temas. Con este modelo, se recopiló, de manera cualitativa, el conocimiento de los pobladores de la zona relacionado con la distribución histórica, biología, amenazas y usos tradicionales del jaguar.

Las entrevistas cortas sobre avistamientos actuales e históricos de jaguar se realizaron sistemáticamente a cada una de las personas que habitan cerca de las áreas potencialmente ocupadas por la especie. Estas entrevistas constaron de las siguientes preguntas: 1) ¿ha visto usted un jaguar o tigre?; 2) fecha, hora y lugar donde lo vio; 3) número de animales vistos; 4) ¿qué estaban haciendo los animales cuando los vio?. Se consideraron como reportes de avistamientos confiables aquellos en los que se describía físicamente al animal sin la necesidad de una fotografía o un dibujo. Las conversaciones informales fueron todas aquellas charlas con los habitantes sobre temas relacionados con la situación actual o histórica del jaguar y la fauna del área en general, sin seguir ningún modelo establecido previamente.



**Figura 3.**  
Entrevista con  
cazador del ejido El  
Porvenir, Municipio  
de San Miguel,  
Chimalapa.  
Foto: Iván Lira-Torres

## Resultados y discusión

Se recopilaron 12 registros de presencia del jaguar en Los Chimalapas. Ocho registros (66%), fueron obtenidos por las visitas realizadas a la región, en base a las siguientes evidencias: huellas, excrementos, marcas en árboles, restos de alimentación y verificación de las lesiones ocasionadas al ganado doméstico depredado en varias localidades, así como en la colecta y fotografía de pieles de ejemplares cazados (Figuras 4a, b, c y d, Figura 5 a y b). En las bases de datos de colecciones biológicas nacionales y extranjeras, sólo se obtuvo un registro (8.3%).

Se encontraron únicamente tres publicaciones donde se mencionan las localidades específicas de registro de la especie en el estado de Oaxaca (Goodwing 1969; May, 1981; Leopold, 1965). Estos registros históricos se restringen al sureste del estado, en las localidades de Juchitán y Tehuantepec. Con base en la revisión de registros en colecciones, visitas a campo, entrevistas, colecta de especímenes y rastros, se confirmó que la especie se distribuye a lo largo de Los Chimalapas. A pesar de que esta zona es considerada como una Región Terrestre Prioritaria por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Arriaga *et al.*, 2000), no se encuentra bajo ningún esquema de protección dentro del Sistemas de Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Conanp / Semarnat).



**Figura 4.** Evidencias de la presencia de Jaguar en los Chimalapas, Oaxaca. arriba: marcas en árbol por jaguar en la zona de estudio; centro y abajo: huellas de jaguar en la zona de estudio; abajo izquierda: bovino adulto depredado por jaguar, se observa fractura de cráneo. Fotos: Iván Lira-Torres

Considerando una estimación de 1 jaguar por cada 15 km<sup>2</sup> reportadas para la Reserva de la Biosfera Calakmul (Ceballos *et al.*, 2002) y, considerando que esta región cuenta con una superficie de 4629 km<sup>2</sup> de hábitat en buen estado de conservación, se estimó una población de 309 jaguares en Los Chimalapas (Cuadro 1).

Para que en una población no existan problemas de pérdida de diversidad genética a corto plazo, se ha propuesto un número mínimo de 50 individuos reproductivos, y de

500 para asegurar su conservación a largo plazo (Aranda, 1996). En el caso de la región de Los Chimalapas, debido a la variedad de los sistemas naturales de la región, su escasa perturbación, y aislamiento, podemos suponer que podría contener una de las poblaciones más grandes de jaguar en Oaxaca y por lo tanto constituir una de las poblaciones con mayor potencial de permanencia en el largo plazo.

Las principales amenazas para la supervivencia del jaguar en la región son; la pérdida o deterioro del hábitat, la cacería de subsistencia, la situación del orden público en el Estado y el desarrollo de infraestructura (Cuadro 2; Figura 6). En general, a través de las entrevistas se pudo apreciar que la depredación de animales domésticos por el jaguar refleja algún tipo de desequilibrio en el ecosistema local. Los felinos no tienen como hábito atacar a los animales domésticos. Si viven en áreas adecuadas, con suficientes recursos alimenticios y poca o ninguna influencia humana, tienden a evitar al hombre y a sus animales domésticos (Almeida, 1986). La ausencia o disminución de las presas naturales, debido a la cacería de subsistencia o por la transmisión de enfermedades de animales domésticos, puede ser la causa de los ataques en áreas limítrofes entre unidades de conservación y áreas ganaderas (Bowland, 1992).

La persecución humana sobre los grandes felinos debido a la depredación de ganado o por el peligro potencial que representa para la vida humana, es el paso final en el proceso de su desaparición fuera de las áreas naturales protegidas (Nowell y Jackson, 1996). La persecución se realiza inclusive dentro de las áreas naturales protegidas, por lo que actualmente el jaguar subsiste en áreas inaccesibles, debido a las dificultades que representa cazarlos allí. La región de Los Chimalapas conserva estas características, que si bien han ayudado a mantener las poblaciones de estos felinos, a su vez representa, problemas de logística para su estudio *in situ*.



**Figura 5.** Pieles de jaguares cazados en los Chimalapas, Oaxaca. Arriba, piel de macho adulto cazado en el Municipio de Santa María; abajo, piel de macho joven cazado en el municipio de San Miguel.

Fotos: Iván Lira-Torres

**Cuadro 1.** Estimación del tamaño de la población del jaguar en Los Chimalapas, Oaxaca

Localidad	Región	Superficie en km <sup>2</sup>	Tipos de hábitat presentes	Densidad baja (1 jaguar/20 km <sup>2</sup> ) **	Densidad conservadora (1 jaguar/15 km <sup>2</sup> )*	Conectividad	Viabilidad poblacional (≤50 individuos adultos)
Los Chimalapas (Municipio de Santa María y San Miguel Chimalapa)	Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas	4629	Selva alta perennifolia, bosque mesófilo de montaña, selva baja y mediana caducifolia	231.45	308.6	Los Uxpanapa, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Sierra Madre de Chiapas.	Altamente prioritaria para la conservación en México y Mesoamérica
Total de jaguares				231.45	308.6		

**Cuadro 2.** Principales factores que representan una amenaza para la permanencia del jaguar en Los Chimalapas, Oaxaca.

Amenaza	Número de encuestas
Pérdida y / o deterioro del hábitat	40
Cacería de subsistencia	40
Competencia con especies introducidas	10
Orden Publico	5
Desarrollo de Infraestructura	1
Otras actividades económicas	1
Usos medicinales y venta como mascotas	3

**Figura 6.**  
Cacería de presas potenciales del jaguar en Los Chimalapas, Oaxaca.

Foto: Iván Lira-Torres



Por otro lado, la falta de aplicación de medidas sanitarias en el manejo del ganado, la presencia de enfermedades como la brucelosis, leptospirosis, ecto y endo parásitos, la falta de manejo genético y reproductivo (Solano *et al.*, 2001), y el efecto de las inundaciones, sequías e incendios forestales, son los principales factores que determinan la producción y sobrevivencia del ganado, mas que la depredación de jaguar. Al igual que en la mayoría de los hatos ganaderos en condiciones extensivas en el Neotrópico, en Los Chimalapas el rebaño es rudimentario y la población ganadera se encuentra expuesta a los riesgos en una zona no apta para esta actividad. Además, el ganado se torna semisalvaje, condiciones que favorecen la depredación y el abigeato, actividad ilícita común en los hatos de propietarios que no vigilan estrechamente las actividades de sus caporales, obreros y vecinos, quienes señalan como culpables a los felinos (Hoogsteijn *et al.*, 1993).

Además del manejo inapropiado del ganado, la depredación del jaguar sobre el ganado en Los Chimalapas podría deberse a disminución en la abundancia y/o la modificación en la distribución de sus presas naturales (Polisar, 2000; 2002). Varias de las especies que constituyen las presas más importantes de este felino, como pecaríes, (*Tayassu* spp.) tepezcuintles (*Cuniculus paca*), guaqueques (*Dasyprocta mexicana*), tejones (*Nasua narica*) y temazates (*Mazama temama*), también son las más consumidas por los pobladores de la región (Cid, 2001; Ojasti, 1984). La deforestación es seguida por asentamientos humanos y agricultura de subsistencia, utilizando a la fauna silvestre para cubrir las necesidades de proteína. En este sentido, la deforestación también es factor indirecto de la reducción de presas naturales para el jaguar, a través de cacería de subsistencia, provocando que el jaguar busquen sustituir a sus presas con animales domésticos para cubrir sus requerimientos energéticos. Una vez que aprenden a cazar becerros o bovinos jóvenes, dedican sus esfuerzos a esta actividad (Rabinowitz, 1986).

Junto con el problema de la deforestación y cacería de subsistencia, la situación del jaguar es agravada por la cacería ocasional de que es objeto. Usualmente, los pobladores locales que portan sus armas suelen disparar a cualquier felino, por considerarlos una amenaza. Muchos animales quedan heridos, inutilizados y disminuidos en sus facultades para buscar sus presas naturales, por lo que aumenta su acción depredadora sobre presas más abundantes y fáciles de cazar como el ganado (Schaller, 1996). Este hecho se constató al momento de revisar dos ejemplares cazados en los bienes comunales de La Fortaleza, Municipio de Santa María Chimalapa y del ejido El Porvenir, municipio de San Miguel Chimalapa. En términos generales, los pobladores de estas zonas comentaban que había una reincidencia en los ataques y depredación de su ganado por jaguar, por lo que optaron por resolver el problema sacrificándolos. Durante la necropsia que se llevó a cabo sobre los ejemplares cazados, se encontró que uno de ellos, el de los bienes comunales de La Fortaleza, presentaba lesiones, cicatrices y postas de armas de fuego encapsuladas cerca de la región cervical, así como la fractura del colmillo inferior izquierdo. Esto permite suponer que anteriormente había tenido encuentros con los pobladores y había resultado herido en más de una ocasión. El del ejido El Porvenir fue cazado debido a que, según argumentaban los pobladores, también depredaba ganado. No obstante, la

necropsia no reveló cicatrices previas, además de que se trataba de un animal joven, por lo que es posible que haya sido sacrificado durante un encuentro casual.

Esta situación es similar a la documentada por Rabinowitz (1986), quien observó que el 75 % (10 de 13) de los cráneos de jaguar cazadores de ganado examinados tenían heridas viejas en la cabeza causadas por disparo de escopeta. De 65 cráneos de jaguar examinados en Venezuela, 19 pertenecían a depredadores de ganado y de éstos había 10 (53 %), que mostraron heridas anteriores de escopeta o rifle en la cabeza, con restos de plomo incrustados en los huesos, ocasionando daños en la visión y en la dentadura (Hoogesteijn *et al.*, 1993). Con estas evidencias, una parte de los jaguares problema, son el resultado de las malas prácticas y actividades de algunos ganaderos, que no hacen un manejo ganadero adecuado que disparan a los carnívoros de forma oportunista.

Entre las medidas generales de manejo para disminuir los efectos de la depredación, se han considerado tres aspectos principales (Hoogesteijn *et al.*, 1993): 1) el control de los felinos-problema, causantes específicos de la depredación; 2) la modificación del sistema de pastoreo extensivo a uno intensivo mediante la implementación de cercos eléctricos para la optimización y consumo de forraje por parte de bovinos, 3) mecanismos de compensación para resarcir a los ganaderos las pérdidas causadas por jaguar. Es importante mencionar que la eliminación del jaguar es el tratamiento paliativo de los síntomas, pero no resuelve en ninguno de los casos las causas del problema (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Schaller, 1996).

En general, el jaguar y los seres humanos pueden coexistir, y varias comunidades de la zona noreste del municipio de Santa María Chimalapas, son un claro ejemplo de ello. Es importante mencionar que la depredación que ocurre en estos municipios, es ocasionada en parte por la presión de la cacería de presas potenciales del jaguar, sobre todo en aquellas áreas selváticas que fueron deforestadas para ser transformadas en áreas de pastoreo, con pastos introducidos y cultivos agrícolas.

## **Perspectivas de trabajo**

Para determinar la situación del jaguar en Los Chimalapas, se propone desarrollar un proyecto a largo plazo que contemple tres metodologías para evaluar la situación del jaguar en la región, acordes a las recomendaciones realizadas durante el Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI (Chávez y Ceballos, 2006):

1) Fototrampeo, mismo que iniciará un programa de alerta temprana sobre la situación actual del jaguar en la localidad, además de que funcionará para monitorear el impacto de las medidas de manejo que se mencionan a continuación.

2) Instrumentación de un programa de evaluación y monitoreo de la cacería de subsistencia, mediante el manejo comunitario sustentable de las especies presa potenciales del jaguar.

3) Promoción de la conservación de los grandes fragmentos de hábitat que aun quedan en la localidad, así como la creación y mantenimiento de franjas de vegetación natural a lo largo de los cauces de arroyos y ríos, alrededor de lagunas, potreros y cultivos

adyacentes a las áreas forestales extensas en los ejidos de la zona noreste del Municipio de Santa María Chimalapa. Esta última medida favorecerá el flujo de animales entre fragmentos de bosque, lo que a su vez proveerá de presas naturales para el jaguar y reducirá los ataques hacia el ganado. Los resultados del fototrampeo también serán utilizados para identificar los fragmentos y corredores utilizados por la fauna silvestre, optimizando los esfuerzos de conservación (Medici *et al.*, 2006). Con este proyecto se podrán aportar elementos que ayuden a resolver los conflictos jaguar-ganadería y jaguar-cacería, como un primer paso en la estrategia de conservación del jaguar en la región de Los Chimalapas en el estado de Oaxaca.

## SITUACIÓN ACTUAL DEL JAGUAR EN CHIAPAS

EPIGMENIO CRUZ, GABRIELA PALACIOS Y MARCELINO GÜIRIS

### Resumen

La pérdida de hábitat por las actividades humanas representa la mayor amenaza para la supervivencia y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en Chiapas. La especie se distribuía en casi todo el estado de Chiapas, pero actualmente sólo persiste en las principales áreas naturales protegidas y zonas adyacentes. Para las comunidades de esa zona el jaguar representa un enemigo a sus intereses y patrimonio, por el ataque real o imaginario a los animales domésticos. Durante varias décadas el Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas ha realizado estudios sobre la distribución, abundancia, uso de hábitat, hábitos alimentarios, parásitos, microbiología, genética, los conflictos hombre-jaguar, así como diferentes aspectos de la vida en cautiverio. Se ha documentado que en la Sierra Madre de Chiapas el jaguar consume más de 20 especies de las cuales los principales son el *Tayassu tajacu*, *Cuniculus paca*, *Tapirus bairdii*, *Philander opossum*, *Tamandua mexicana* y *Nasua narica*. Los animales domésticos representaron el 2% de 45 excretas analizadas. En Chiapas hay más de un millón de hectáreas de tierras protegidas como reservas de la biosfera en las que es posible encontrar al jaguar; sin embargo, en algunas de ellas la fragmentación y el aislamiento representan una seria amenaza para su permanencia y conservación a mediano plazo. Durante más de 9 años de registro de datos de la presencia y distribución de la especie, en la Sierra Madre se ha obtenido una abundancia de 0.007 rastros/km para El Triunfo y de 0.013 rastros/km para La Sepultura. Se aprecia una tendencia muy ligera al aumento de la abundancia en la Sierra Madre, sin embargo, las presiones son cada vez mayores.

Palabras clave: áreas naturales protegidas, conflicto humano-jaguar, hábitos alimenticios, especies presa.

### Abstract

*In Chiapas as in many parts of Mexico, the habitat loss resulting from diverse human activities, represents the main threat to the survival and conservation of the jaguar. The jaguar was distributed in almost the whole state of Chiapas, but at the moment it can be found in the main natural protected areas and the adjacent areas. For the communities, the jaguar represents an enemy to their interests and patrimony because the real or perceived attacks to his cattle. During several decades, the Institute of Natural History and Ecology has come carrying out different studies and work with the species. These include distribution, abundance, habitat use, diet, ecto and endo parasites, microbiology, genetics and the conflicts man-jaguar. As well as different aspects in captive animals. The presence of some species of Nematodes, Cestode and Protozoa,*

as well as different species of Bacteria has been documented. Results show that in the Sierra Madre de Chiapas the main prey species on the diet of this felid are, *Tayassu tajacu*, *Cuniculus paca* and *Tapirus bairdii*, followed by *Philander opossum*, *Tamandua mexicana* and *Nasua narica*; however, a total of 20 have been confirmed to be part of their diet, including domestic animals, which represent 2.22% of 45 analyzed faeces. Chiapas has over a million hectares of protected areas as Biosphere Reserves, where the jaguar can be found, however, some of them are being isolated and fragmented, which represents a threat for the long-term persistence and conservation of the species. For more than 9 years of study, in the presence and distribution of the species in the Sierra Madre, an abundance of 0.007 tracks/km has been obtained for El Triunfo and 0.013 track/km for La Sepultura. It is possible to appreciate a very slight increase in abundance in the Sierra Madre; however, the pressures increasing.

*Key words:* diet, human-jaguar conflict, natural protected areas, prey species.

## Introducción

En Chiapas al igual que en muchas regiones de México y Latinoamérica, la pérdida de hábitat, el avance de la frontera agrícola y ganadera, y la cacería representan las mayores amenazas para la supervivencia del jaguar. En Chiapas los incendios forestales cada año causan la pérdida de hábitat del jaguar; entre 1995 y 2002 se perdieron en promedio 27 283 ha anuales y para el 2003 la cifra se elevó a 67 355 ha de bosques y selvas (INEGI 2005). Este felino se distribuyó ampliamente en casi todos los ambientes del estado, desde los manglares a nivel del mar hasta los bosques mesófilos (Álvarez del Toro, 1977; Aranda y March, 1987). Actualmente estos ambientes han sufrido modificaciones importantes por lo que este mamífero encuentra un refugio vital en las áreas naturales protegidas (Figura 1).

Con el objeto de conocer la distribución, abundancia, situación actual y problemática, así como diferentes aspectos biológicos, ecológicos y sociales de la especie en el Estado, el Instituto de Historia Natural y Ecología ha realizado diversos estudios tanto *in situ* como *ex situ* destacando aspectos reproductivos, alimentación, crianza, conducta, manejo y biomédicos.

## Métodos

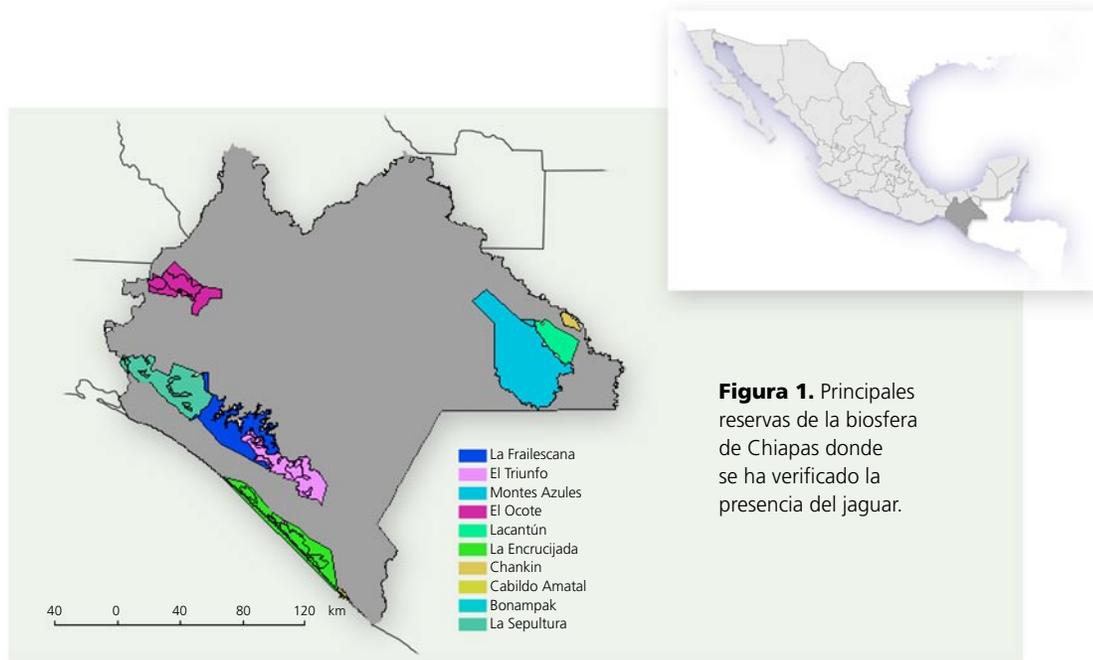
A individuos en cautiverio del Zoológico Miguel Álvarez del Toro (ZooMAT) se les ofreció como alimento diferentes especies y partes de las mismas, para determinar que alimentos dan a los jaguares una buena condición física y un pelaje de aspecto saludable, así como una condición reproductiva adecuada. Una vez por semana se les proporcionó presa viva. Se colectaron excretas y se realizaron estudios parasitológicos y microbiológicos. Una descripción y mayor detalle de los métodos, procesamiento y los análisis se encuentran en Bastard (2003), Jiménez (2003) y Moreno (2003).

### *Ex situ*

Por más de 9 años se han realizado salidas al campo con recorridos mensuales de 8 a 10 días visitando transectos de longitud y amplitud variada en las reservas El Triunfo y La Sepultura, en la Sierra Madre de Chiapas. El trabajo se dividió en tres partes:

a) Trabajo de campo. Los recorridos se efectuaron por la mañana y parte de la tarde (de 07:00 a 16:00-17:00 horas) recolectando todas las excretas de jaguar encontradas y anotando los datos de colecta. Además se documentó la presencia de rastros como huellas, restos de alimento y echaderos de esta especie, como un criterio de confirmación de la veracidad del registro, también se tomó la diferencia en el diámetro de las excretas apoyado en la experiencia de campo.

b) Trabajo de laboratorio. Para el análisis de las excretas se utilizó la técnica propuesta por Korschgen, (1948) y Chinchilla (1997), modificada por Cruz (2001), que consiste en deshidratar o secar directamente al sol todas las excretas, posteriormente se pesaron en una balanza granataria y se lavaron con agua corriente en una cubeta. Posteriormente se utilizó un colador de 12 a 20 hilos para separar los componentes mayores de la excreta y colocarlos en papel absorbente para su secado a temperatura ambiente. Una vez seco el colador fue cubierto con una “media de seda” para recuperar todos los componentes más pequeños que hayan quedado en la cubeta y continuar con el secado. Una vez seco este material, se separaron los componentes de cada muestra por estructuras; pelos, garras, piezas dentales, huesos, plumas y material vegetal, para su posterior identificación.



Los componentes encontrados en las muestras se identificaron en el ZooMAT con el apoyo del material depositado en las colecciones científicas de mamíferos y aves del Instituto de Historia Natural y Ecología. Se utilizó la colección de pelos y otras estructuras óseas (uñas, garras, pezuñas, piel, piezas dentales, plumas, entre otras) que está depositada en la oficina de investigación del ZooMAT.

c) Análisis de datos. Los registros obtenidos se capturaron en una base de datos con la siguiente información: especie, reserva, temporada (lluvias y secas), transecto, tipo de hábitat y peso. Posteriormente se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para comparar entre especies, áreas, presas y temporadas (lluvias y secas) utilizando el programa Excel de Microsoft. El uso y preferencia de hábitat se obtuvo del porcentaje del área ocupado, por cada tipo de hábitat en la zona de estudio y por el número de excretas y rastros registrados, utilizando el programa Habuse 4.0 de Byers (1984).

Se calculó la frecuencia relativa de cada uno de los componentes de la dieta por especie/presa y se estimó la biomasa relativa mediante las fórmulas (Chinchilla, 1997):

$$FA_i = \frac{\text{\# de muestras en las que apareció la presa } i}{\text{\# total de muestras}}$$

$$BER = \text{\# mínimo de presas X el peso corporal medio de cada categoría trófica determinada}$$

Los pesos estimados de cada presa se tomaron de los registros de la base de datos del archivo del ZooMAT.

## Resultados y discusión

Para el ensayo con alimento a los animales de zoológico se les proporcionó carne de caballo, pollo, conejo y algunas especies de fauna silvestre, y una vez por semana se les proporcionó presa viva, con el fin de que los ejemplares pudieran cazar, manteniéndose activos y tuvieran una mejor digestión y tránsito intestinal con los productos ingeridos. Los jaguares en cautiverio presentaron buenas condiciones/apariencia y mostrándose sanos y aptos para reproducirse.

En cuanto a los parásitos gastroentéricos, en el Estado de Chiapas, se han registrado en excretas de jaguares en cautiverio como en estado silvestre, a los nemátodos *Strongyloides* sp., *Toxocara cati*, *Toxocara mystax*, *Toxocara leonina*, *Uncinaria* sp., *Ancylostoma* sp., *Physaloptera* sp., *Capillaria aurophila*, y *Capillaria* sp. En cuanto a céstodos se registran las especies *Taenia* sp., *Diphyllbothrium* sp. y *Paragonimus* sp., y los siguientes protozoarios, *Eimeria* sp., *Cryptosporidium* sp., *Isospora felis* e *Isospora rivolta*. A nivel microbiológico se han reportado especies de bacterias como *E. coli*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus vulgaris*, *Kloivera* sp. y *Clebsiella* sp (Bastard, 2003; Jiménez, 2003; Moreno, 2003).

### *In situ*

Se ha analizado diferentes aspectos sobre la ecología de este carnívoro como distribución actual, abundancia (Juárez, 2002), uso de hábitat, hábitos alimentarios, parásitos, microbiología, conflictos jaguar-humano, y se iniciaron estudios genéticos poblacionales mediante el análisis de excretas. También se ha investigado la ecología poblacional de la especie en diferentes localidades del estado de Chiapas, principalmente en las áreas naturales del estado, así como en zonas que no están protegidas pero que presentan una cobertura vegetal en buen estado de conservación. Mediante recorridos en diferentes partes de las Reservas de la Biósfera El Triunfo y La Sepultura se ha encontrado que las poblaciones de jaguar se ven cada vez más afectadas por actividades humanas, como la cacería, ganadería, agricultura, deforestación, incendios y desarrollo de nuevos centros de población.

Los programas de gobierno a nivel estatal plantean diversas alternativas para “mejorar las condiciones de vida de las comunidades”, a un precio ecológico elevado al deforestar grandes áreas de vegetación primaria, para cultivo de especies forestales que naturalmente están en la zona. Otros plantean la introducción de animales domésticos sin los estudios previos, asesoría técnica, ni apoyos adecuados para que estas prácticas sean efectivas. Aunado a esto, en Chiapas existe un constante movimiento de grupos en busca de tierras para establecerse (temporal o definitivamente) lo que ocasiona la reducción de grandes áreas con vegetación primaria de vital importancia para la supervivencia de la especie.

### **Los jaguares y su situación en las reservas**

La presencia del jaguar en determinada zona está estrechamente relacionada con la presencia de las reservas de biosfera; particularmente aquellas como la Selva Lacandona (412 910 ha), con varias reservas federales, El Ocote (101 288 ha), La Sepultura (167 309 ha), La Fraileskana (181 350 ha), El Triunfo (119 177 ha) y La Encrucijada (144 868 ha) que en conjunto protegen cerca de 1 126 903 hectáreas (Semarnat, 2005). El jaguar está presente en estas áreas y también en zonas adyacentes con considerable cobertura vegetal y con una presión humana importante. En la periferia de las ANP existen conflictos con la especie debido a que ataca a sus animales domésticos.

Las zonas con cobertura vegetal con potencial para mantener poblaciones de jaguar presentan diferentes características en cuanto a prioridades de protección y acciones de mantenimiento. Tal es el caso de la Selva Lacandona, un área que además de presentar excelentes características para mantener poblaciones viables está conectada con la zona de Los Petenes en Guatemala, Belice y con el sureste del país. El Ocote también presenta características particulares que hacen de esta reserva una zona con potencial para mantener poblaciones viables además de vincularse con las poblaciones de Los Chimalapas en Oaxaca y Veracruz. Por otro lado, no debemos dejar de atender a las poblaciones al sur y suroeste del estado.

Según Palacios (2005) las selvas medianas, el bosque de pino-encino, los pastizales y el bosque mesófilo son de gran importancia en el uso y preferencia de hábitat del jaguar en la Sierra Madre (Cuadro 1).

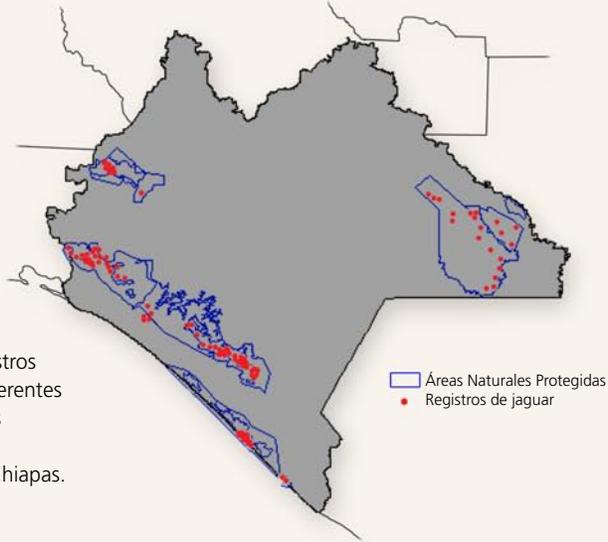
### Aislamiento de las Áreas Naturales Protegidas

La Sierra Madre y la planicie costera de Chiapas han quedado lo suficientemente aisladas como para mantener en el largo plazo poblaciones viables de jaguar. Específicamente en las reservas de La Sepultura, La Frailescana y El Triunfo solo quedan sitios con condiciones aptas para la especie en las partes medias y mas elevadas de la sierra (Carrillo *et al.*, este volumen). Por otro lado, La Encrucijada, en la planicie costera del Estado, es una reserva completamente aislada donde aun se pueden observar jaguares (Figura 1).

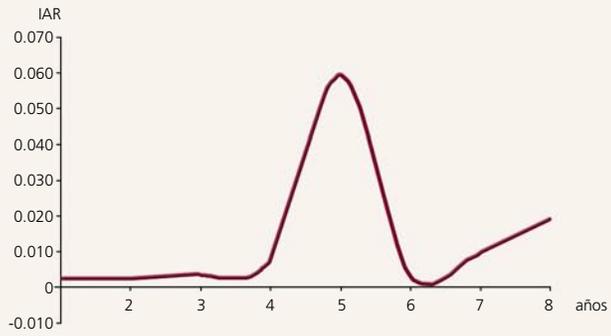
La presencia de la especie está documentada (avistamientos, rastros y ataques a animales domésticos) para diferentes partes del estado (Figura 2). Registros colectados por más de 9 años reportan a la especie en la Sierra Madre de Chiapas. En cinco años de monitoreo y particularmente para El Triunfo se registró una abundancia relativa de 0.007 rastros/km y 0.013 rastros/km para La Sepultura. Al parecer existe una ligera tendencia positiva de las poblaciones de jaguar en la Sierra Madre en estos casi diez años de estudio (Figuras 3 y 4).

**Cuadro 1.** Especies de vertebrados identificados en la dieta del jaguar, y su frecuencia de ocurrencia relativa en la Sierra Madre de Chiapas

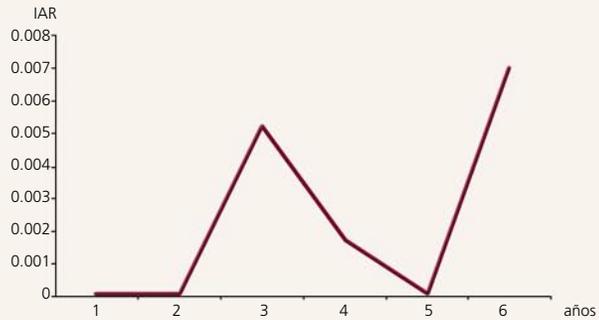
Especies	Frecuencia
<i>Cathartes aura</i>	0.02
<i>Caluromys derbianus</i>	0.02
<i>Didelphis virginiana</i>	0.02
<i>Philander opossum</i>	0.09
<i>Dasybus novemcinctus</i>	0.07
<i>Tamandua mexicana</i>	0.09
<i>Canis latrans</i>	0.02
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	0.07
<i>Nasua narica</i>	0.09
<i>Tapirus bairdii</i>	0.11
<i>Tayasu tajacu</i>	0.27
<i>Mazama temama</i>	0.07
<i>Odocoileus virginianus</i>	0.07
<i>Sciurus depeii</i>	0.02
<i>Sciurus aureogaster</i>	0.02
<i>Cuniculus paca</i>	0.11
<i>Bos taurus</i> y <i>Bos indicus</i>	0.02
<i>Equus caballus</i>	0.02
Mamífero sin identificar	0.04
Roedor sin identificar	0.02



**Figura 2.** Registros de jaguar en diferentes áreas protegidas y comunidades adyacentes en Chiapas.



**Figuras 3 y 4.** Comportamiento de la abundancia de jaguar y la tendencia que presenta la población en la Sierra Madre de Chiapas durante más de 8 años de monitoreo.



## Hábitos alimentarios

Apoyados en estudios sobre la dieta y los hábitos alimentarios del jaguar, en 45 excretas analizadas se registraron alrededor de 20 especies de fauna silvestre (Cuadro 2) como pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), tapir (*Tapirus bairdii*), tla-cuache (*Philander opossum*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y coatí (*Nasua narica*), sobresaliendo las primeras tres por su frecuencia y resultando similares a los reportados por Chinchilla (1997). El análisis de la riqueza específica en las presas consumidas nos indica que no existe una especie “preferida” que sirva como base en la dieta de este félido. Estos datos son similares a lo reportado por Mondolfi y Hoogsteijn (1986) y Crawshaw y Quigley (1991) en El Pantanal, Brasil donde encontraron que el jaguar consume presas de mayor talla.

En cuanto a la ingesta de ganado vacuno y equino, ésta se ha reportado con una frecuencia de apenas 2.22% en las muestras analizadas (Palacios, 2005). Estos resultados demuestran que el jaguar no tiene impactos directos ni intensos sobre la fauna doméstica, sin embargo, resulta contrastante que en la zona se reportan ataques periódicos de puma y jaguar sobre los animales domésticos. Los resultados obtenidos en este estudio indican que los jaguares no son los únicos culpables de la muerte y pérdida de los animales domésticos, además debemos tomar en cuenta que en estas áreas también habita puma, otro posible responsable de estas muertes (Palacios, 2005).

En el ejido Adolfo López Mateos en el Municipio de Arriaga, dentro de La Sepultura, se ha documentado que durante 16 años el jaguar ha depredado en promedio 18.5 animales domésticos por año sumando un total de 295 animales (entre equinos, ovinos y bovinos). Se han realizado talleres con los ejidatarios para mejorar la relación y aminorar los problemas con el jaguar. Al parecer en La Sepultura los daños son relativamente severos en al menos en tres ejidos (López Mateos, Tierra y Libertad y Tiltepec) donde

**Cuadro 2.** Frecuencias observadas y esperadas de excretas de *P. onca* por tipo de hábitat en la reserva de la biósfera La Sepultura

Hábitat	fo <sup>1</sup>	fe <sup>2</sup>	Pfo <sup>3</sup>	Pfe <sup>4</sup>	Intervalo de confianza <sup>5</sup>
Bosque de pino	8	6.603	25.80	10.52	0.056-0.460 (-)
Bosque de pino-encino	11	20.150	35.48	32.11	0.133-0.576 (*)
Pastizal	2	13.144	6.45	10.27	0.000-0.178 (*)
Selva mediana subcaducifolia	3	4.960	9.67	15.41	0.000-0.234 (-)
Selva mediana subperennifolia	7	17.887	22.58	35.98	0.032-0.419 (*)
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>62.744</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

<sup>1</sup> Frecuencias observadas.

(\*) Hábitat utilizado de acuerdo a lo esperado

<sup>2</sup> Frecuencias esperadas.

(-) Hábitat menos utilizado de acuerdo a lo esperado

<sup>3</sup> Proporción de frec. obs.

<sup>4</sup> Proporción de frec. esp.

<sup>5</sup> Intervalos de Bonferroni (X<sup>2</sup>= 21.300; gl=4; P>0.05)

el jaguar y el puma están afectando el patrimonio de los pobladores. Actualmente estas comunidades acordaron cambiar gradualmente sus actividades ganaderas por alternativas que contribuyan a la conservación del jaguar.

Aunque en Chiapas aun sea relativamente fácil encontrar jaguares, de forma creciente su distribución se restringe más a las zonas de alta montaña. Resulta entonces necesario que gobiernos, autoridades, académicos y sociedad unamos esfuerzos tanto en conservar la especie como en encontrar una mejor manera de vida para las comunidades rurales. Estos esfuerzos deben reunir y satisfacer los intereses de estos dos protagonistas con el fin de conservar al jaguar en Chiapas y en México.

## **Perspectivas**

Este trabajo presenta bases importantes tanto en el conocimiento de la amenaza que representan las actividades humanas en la subsistencia del jaguar en Chiapas, así como del grado de amenaza que representa el jaguar a los intereses del hombre y sus animales domésticos. Este trabajo puede servir de sustento para orientar las acciones que las ANP y los gobiernos deben considerar con el fin de conservar a la especie y su hábitat.

Es importante intensificar y extender el muestreo a un mayor número de localidades en Chiapas con el fin de documentar la situación actual de la especie en el Estado, así como también aplicar otros métodos de monitoreo, marcaje y seguimiento. Deben abordarse las situaciones existentes entre el humano y el jaguar, atendiendo las demandas y buscando soluciones o medidas de mitigación que concilien los intereses del humano y la conservación del jaguar. Sería necesario formar comités con participación al menos de la sociedad, los académicos, las instituciones de conservación y los gobiernos.

## **Agradecimientos**

Este trabajo se desarrolló con el apoyo incondicional del Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE) y el Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro. Agradecemos a la Policlínica y Diagnóstico Veterinario. Hacemos también patente nuestro agradecimiento a las autoridades de las Áreas Naturales Protegidas de Chiapas, principalmente a las Reservas de la Biósfera El Triunfo, La Sepultura, El Ocote y La Encrucijada por su apoyo. Al equipo de trabajo del proyecto Mamíferos chiapanecos en peligro del IHNE. Al doctor Eduardo Espinosa Medinilla y a todas las personas que han contribuido de alguna manera en la obtención de datos de campo para la conservación del jaguar.



## SITUACIÓN ACTUAL DEL JAGUAR EN CHIAPAS

EPIGMENIO CRUZ, GABRIELA PALACIOS Y MARCELINO GÜIRIS

### Resumen

La pérdida de hábitat por las actividades humanas representa la mayor amenaza para la supervivencia y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en Chiapas. La especie se distribuía en casi todo el estado de Chiapas, pero actualmente sólo persiste en las principales áreas naturales protegidas y zonas adyacentes. Para las comunidades de esa zona el jaguar representa un enemigo a sus intereses y patrimonio, por el ataque real o imaginario a los animales domésticos. Durante varias décadas el Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas ha realizado estudios sobre la distribución, abundancia, uso de hábitat, hábitos alimentarios, parásitos, microbiología, genética, los conflictos hombre-jaguar, así como diferentes aspectos de la vida en cautiverio. Se ha documentado que en la Sierra Madre de Chiapas el jaguar consume más de 20 especies de las cuales los principales son el *Tayassu tajacu*, *Cuniculus paca*, *Tapirus bairdii*, *Philander opossum*, *Tamandua mexicana* y *Nasua narica*. Los animales domésticos representaron el 2% de 45 excretas analizadas. En Chiapas hay más de un millón de hectáreas de tierras protegidas como reservas de la biosfera en las que es posible encontrar al jaguar; sin embargo, en algunas de ellas la fragmentación y el aislamiento representan una seria amenaza para su permanencia y conservación a mediano plazo. Durante más de 9 años de registro de datos de la presencia y distribución de la especie, en la Sierra Madre se ha obtenido una abundancia de 0.007 rastros/km para El Triunfo y de 0.013 rastros/km para La Sepultura. Se aprecia una tendencia muy ligera al aumento de la abundancia en la Sierra Madre, sin embargo, las presiones son cada vez mayores.

Palabras clave: áreas naturales protegidas, conflicto humano-jaguar, hábitos alimenticios, especies presa.

### Abstract

*In Chiapas as in many parts of Mexico, the habitat loss resulting from diverse human activities, represents the main threat to the survival and conservation of the jaguar. The jaguar was distributed in almost the whole state of Chiapas, but at the moment it can be found in the main natural protected areas and the adjacent areas. For the communities, the jaguar represents an enemy to their interests and patrimony because the real or perceived attacks to his cattle. During several decades, the Institute of Natural History and Ecology has come carrying out different studies and work with the species. These include distribution, abundance, habitat use, diet, ecto and endo parasites, microbiology, genetics and the conflicts man-jaguar. As well as different aspects in captive animals. The presence of some species of Nematodes, Cestode and Protozoa,*

as well as different species of Bacteria has been documented. Results show that in the Sierra Madre de Chiapas the main prey species on the diet of this felid are, *Tayassu tajacu*, *Cuniculus paca* and *Tapirus bairdii*, followed by *Philander opossum*, *Tamandua mexicana* and *Nasua narica*; however, a total of 20 have been confirmed to be part of their diet, including domestic animals, which represent 2.22% of 45 analyzed faeces. Chiapas has over a million hectares of protected areas as Biosphere Reserves, where the jaguar can be found, however, some of them are being isolated and fragmented, which represents a threat for the long-term persistence and conservation of the species. For more than 9 years of study, in the presence and distribution of the species in the Sierra Madre, an abundance of 0.007 tracks/km has been obtained for El Triunfo and 0.013 track/km for La Sepultura. It is possible to appreciate a very slight increase in abundance in the Sierra Madre; however, the pressures increasing.

*Key words:* diet, human-jaguar conflict, natural protected areas, prey species.

## Introducción

En Chiapas al igual que en muchas regiones de México y Latinoamérica, la pérdida de hábitat, el avance de la frontera agrícola y ganadera, y la cacería representan las mayores amenazas para la supervivencia del jaguar. En Chiapas los incendios forestales cada año causan la pérdida de hábitat del jaguar; entre 1995 y 2002 se perdieron en promedio 27 283 ha anuales y para el 2003 la cifra se elevó a 67 355 ha de bosques y selvas (INEGI 2005). Este felino se distribuyó ampliamente en casi todos los ambientes del estado, desde los manglares a nivel del mar hasta los bosques mesófilos (Álvarez del Toro, 1977; Aranda y March, 1987). Actualmente estos ambientes han sufrido modificaciones importantes por lo que este mamífero encuentra un refugio vital en las áreas naturales protegidas (Figura 1).

Con el objeto de conocer la distribución, abundancia, situación actual y problemática, así como diferentes aspectos biológicos, ecológicos y sociales de la especie en el Estado, el Instituto de Historia Natural y Ecología ha realizado diversos estudios tanto *in situ* como *ex situ* destacando aspectos reproductivos, alimentación, crianza, conducta, manejo y biomédicos.

## Métodos

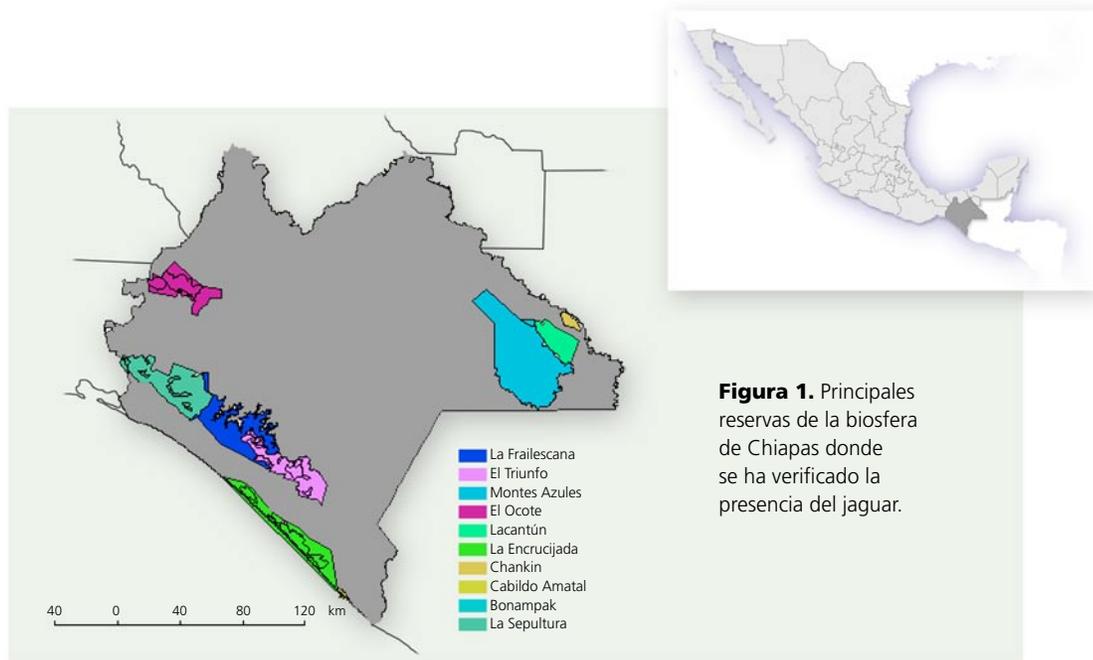
A individuos en cautiverio del Zoológico Miguel Álvarez del Toro (ZooMAT) se les ofreció como alimento diferentes especies y partes de las mismas, para determinar que alimentos dan a los jaguares una buena condición física y un pelaje de aspecto saludable, así como una condición reproductiva adecuada. Una vez por semana se les proporcionó presa viva. Se colectaron excretas y se realizaron estudios parasitológicos y microbiológicos. Una descripción y mayor detalle de los métodos, procesamiento y los análisis se encuentran en Bastard (2003), Jiménez (2003) y Moreno (2003).

### *Ex situ*

Por más de 9 años se han realizado salidas al campo con recorridos mensuales de 8 a 10 días visitando transectos de longitud y amplitud variada en las reservas El Triunfo y La Sepultura, en la Sierra Madre de Chiapas. El trabajo se dividió en tres partes:

a) Trabajo de campo. Los recorridos se efectuaron por la mañana y parte de la tarde (de 07:00 a 16:00-17:00 horas) recolectando todas las excretas de jaguar encontradas y anotando los datos de colecta. Además se documentó la presencia de rastros como huellas, restos de alimento y echaderos de esta especie, como un criterio de confirmación de la veracidad del registro, también se tomó la diferencia en el diámetro de las excretas apoyado en la experiencia de campo.

b) Trabajo de laboratorio. Para el análisis de las excretas se utilizó la técnica propuesta por Korschgen, (1948) y Chinchilla (1997), modificada por Cruz (2001), que consiste en deshidratar o secar directamente al sol todas las excretas, posteriormente se pesaron en una balanza granataria y se lavaron con agua corriente en una cubeta. Posteriormente se utilizó un colador de 12 a 20 hilos para separar los componentes mayores de la excreta y colocarlos en papel absorbente para su secado a temperatura ambiente. Una vez seco el colador fue cubierto con una “media de seda” para recuperar todos los componentes más pequeños que hayan quedado en la cubeta y continuar con el secado. Una vez seco este material, se separaron los componentes de cada muestra por estructuras; pelos, garras, piezas dentales, huesos, plumas y material vegetal, para su posterior identificación.



Los componentes encontrados en las muestras se identificaron en el ZooMAT con el apoyo del material depositado en las colecciones científicas de mamíferos y aves del Instituto de Historia Natural y Ecología. Se utilizó la colección de pelos y otras estructuras óseas (uñas, garras, pezuñas, piel, piezas dentales, plumas, entre otras) que está depositada en la oficina de investigación del ZooMAT.

c) Análisis de datos. Los registros obtenidos se capturaron en una base de datos con la siguiente información: especie, reserva, temporada (lluvias y secas), transecto, tipo de hábitat y peso. Posteriormente se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para comparar entre especies, áreas, presas y temporadas (lluvias y secas) utilizando el programa Excel de Microsoft. El uso y preferencia de hábitat se obtuvo del porcentaje del área ocupado, por cada tipo de hábitat en la zona de estudio y por el número de excretas y rastros registrados, utilizando el programa Habuse 4.0 de Byers (1984).

Se calculó la frecuencia relativa de cada uno de los componentes de la dieta por especie/presa y se estimó la biomasa relativa mediante las fórmulas (Chinchilla, 1997):

$$FA_i = \frac{\text{\# de muestras en las que apareció la presa } i}{\text{\# total de muestras}}$$

$$BER = \text{\# mínimo de presas X el peso corporal medio de cada categoría trófica determinada}$$

Los pesos estimados de cada presa se tomaron de los registros de la base de datos del archivo del ZooMAT.

## Resultados y discusión

Para el ensayo con alimento a los animales de zoológico se les proporcionó carne de caballo, pollo, conejo y algunas especies de fauna silvestre, y una vez por semana se les proporcionó presa viva, con el fin de que los ejemplares pudieran cazar, manteniéndose activos y tuvieran una mejor digestión y tránsito intestinal con los productos ingeridos. Los jaguares en cautiverio presentaron buenas condiciones/apariencia y mostrándose sanos y aptos para reproducirse.

En cuanto a los parásitos gastroentéricos, en el Estado de Chiapas, se han registrado en excretas de jaguares en cautiverio como en estado silvestre, a los nemátodos *Strongyloides* sp., *Toxocara cati*, *Toxocara mystax*, *Toxocara leonina*, *Uncinaria* sp., *Ancylostoma* sp., *Physaloptera* sp., *Capillaria aurophila*, y *Capillaria* sp. En cuanto a céstodos se registran las especies *Taenia* sp., *Diphylobothrium* sp. y *Paragonimus* sp., y los siguientes protozoarios, *Eimeria* sp., *Cryptosporidium* sp., *Isospora felis* e *Isospora rivolta*. A nivel microbiológico se han reportado especies de bacterias como *E. coli*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus vulgaris*, *Kloivera* sp. y *Clebsiella* sp (Bastard, 2003; Jiménez, 2003; Moreno, 2003).

### *In situ*

Se ha analizado diferentes aspectos sobre la ecología de este carnívoro como distribución actual, abundancia (Juárez, 2002), uso de hábitat, hábitos alimentarios, parásitos, microbiología, conflictos jaguar-humano, y se iniciaron estudios genéticos poblacionales mediante el análisis de excretas. También se ha investigado la ecología poblacional de la especie en diferentes localidades del estado de Chiapas, principalmente en las áreas naturales del estado, así como en zonas que no están protegidas pero que presentan una cobertura vegetal en buen estado de conservación. Mediante recorridos en diferentes partes de las Reservas de la Biósfera El Triunfo y La Sepultura se ha encontrado que las poblaciones de jaguar se ven cada vez más afectadas por actividades humanas, como la cacería, ganadería, agricultura, deforestación, incendios y desarrollo de nuevos centros de población.

Los programas de gobierno a nivel estatal plantean diversas alternativas para “mejorar las condiciones de vida de las comunidades”, a un precio ecológico elevado al deforestar grandes áreas de vegetación primaria, para cultivo de especies forestales que naturalmente están en la zona. Otros plantean la introducción de animales domésticos sin los estudios previos, asesoría técnica, ni apoyos adecuados para que estas prácticas sean efectivas. Aunado a esto, en Chiapas existe un constante movimiento de grupos en busca de tierras para establecerse (temporal o definitivamente) lo que ocasiona la reducción de grandes áreas con vegetación primaria de vital importancia para la supervivencia de la especie.

### **Los jaguares y su situación en las reservas**

La presencia del jaguar en determinada zona está estrechamente relacionada con la presencia de las reservas de biosfera; particularmente aquellas como la Selva Lacandona (412 910 ha), con varias reservas federales, El Ocote (101 288 ha), La Sepultura (167 309 ha), La Fraileskana (181 350 ha), El Triunfo (119 177 ha) y La Encrucijada (144 868 ha) que en conjunto protegen cerca de 1 126 903 hectáreas (Semarnat, 2005). El jaguar está presente en estas áreas y también en zonas adyacentes con considerable cobertura vegetal y con una presión humana importante. En la periferia de las ANP existen conflictos con la especie debido a que ataca a sus animales domésticos.

Las zonas con cobertura vegetal con potencial para mantener poblaciones de jaguar presentan diferentes características en cuanto a prioridades de protección y acciones de mantenimiento. Tal es el caso de la Selva Lacandona, un área que además de presentar excelentes características para mantener poblaciones viables está conectada con la zona de Los Petenes en Guatemala, Belice y con el sureste del país. El Ocote también presenta características particulares que hacen de esta reserva una zona con potencial para mantener poblaciones viables además de vincularse con las poblaciones de Los Chimalapas en Oaxaca y Veracruz. Por otro lado, no debemos dejar de atender a las poblaciones al sur y suroeste del estado.

Según Palacios (2005) las selvas medianas, el bosque de pino-encino, los pastizales y el bosque mesófilo son de gran importancia en el uso y preferencia de hábitat del jaguar en la Sierra Madre (Cuadro 1).

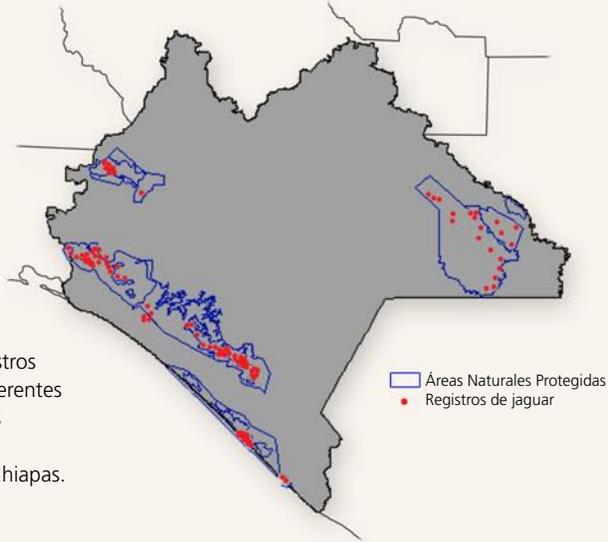
### Aislamiento de las Áreas Naturales Protegidas

La Sierra Madre y la planicie costera de Chiapas han quedado lo suficientemente aisladas como para mantener en el largo plazo poblaciones viables de jaguar. Específicamente en las reservas de La Sepultura, La Frailescana y El Triunfo solo quedan sitios con condiciones aptas para la especie en las partes medias y mas elevadas de la sierra (Carrillo *et al.*, este volumen). Por otro lado, La Encrucijada, en la planicie costera del Estado, es una reserva completamente aislada donde aun se pueden observar jaguares (Figura 1).

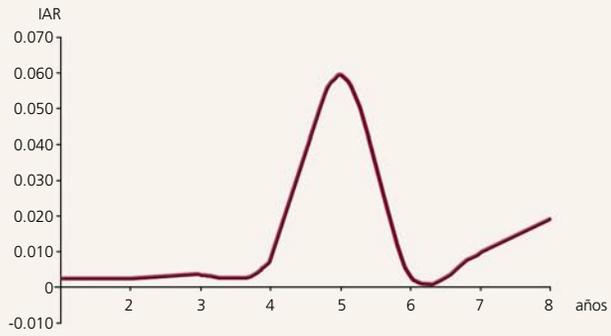
La presencia de la especie está documentada (avistamientos, rastros y ataques a animales domésticos) para diferentes partes del estado (Figura 2). Registros colectados por más de 9 años reportan a la especie en la Sierra Madre de Chiapas. En cinco años de monitoreo y particularmente para El Triunfo se registró una abundancia relativa de 0.007 rastros/km y 0.013 rastros/km para La Sepultura. Al parecer existe una ligera tendencia positiva de las poblaciones de jaguar en la Sierra Madre en estos casi diez años de estudio (Figuras 3 y 4).

**Cuadro 1.** Especies de vertebrados identificados en la dieta del jaguar, y su frecuencia de ocurrencia relativa en la Sierra Madre de Chiapas

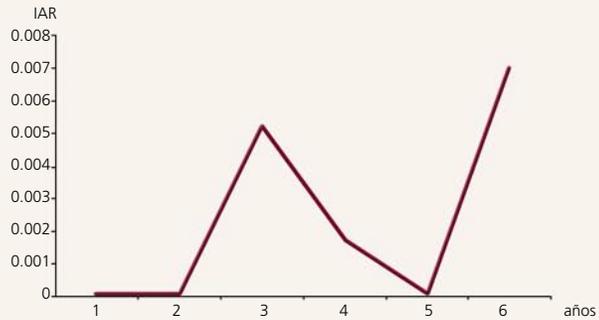
Especies	Frecuencia
<i>Cathartes aura</i>	0.02
<i>Caluromys derbianus</i>	0.02
<i>Didelphis virginiana</i>	0.02
<i>Philander opossum</i>	0.09
<i>Dasypus novemcinctus</i>	0.07
<i>Tamandua mexicana</i>	0.09
<i>Canis latrans</i>	0.02
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	0.07
<i>Nasua narica</i>	0.09
<i>Tapirus bairdii</i>	0.11
<i>Tayasu tajacu</i>	0.27
<i>Mazama temama</i>	0.07
<i>Odocoileus virginianus</i>	0.07
<i>Sciurus depeii</i>	0.02
<i>Sciurus aureogaster</i>	0.02
<i>Cuniculus paca</i>	0.11
<i>Bos taurus</i> y <i>Bos indicus</i>	0.02
<i>Equus caballus</i>	0.02
Mamífero sin identificar	0.04
Roedor sin identificar	0.02



**Figura 2.** Registros de jaguar en diferentes áreas protegidas y comunidades adyacentes en Chiapas.



**Figuras 3 y 4.** Comportamiento de la abundancia de jaguar y la tendencia que presenta la población en la Sierra Madre de Chiapas durante más de 8 años de monitoreo.



## Hábitos alimentarios

Apoyados en estudios sobre la dieta y los hábitos alimentarios del jaguar, en 45 excretas analizadas se registraron alrededor de 20 especies de fauna silvestre (Cuadro 2) como pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), tapir (*Tapirus bairdii*), tla-cuache (*Philander opossum*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y coatí (*Nasua narica*), sobresaliendo las primeras tres por su frecuencia y resultando similares a los reportados por Chinchilla (1997). El análisis de la riqueza específica en las presas consumidas nos indica que no existe una especie “preferida” que sirva como base en la dieta de este félido. Estos datos son similares a lo reportado por Mondolfi y Hoogsteijn (1986) y Crawshaw y Quigley (1991) en El Pantanal, Brasil donde encontraron que el jaguar consume presas de mayor talla.

En cuanto a la ingesta de ganado vacuno y equino, ésta se ha reportado con una frecuencia de apenas 2.22% en las muestras analizadas (Palacios, 2005). Estos resultados demuestran que el jaguar no tiene impactos directos ni intensos sobre la fauna doméstica, sin embargo, resulta contrastante que en la zona se reportan ataques periódicos de puma y jaguar sobre los animales domésticos. Los resultados obtenidos en este estudio indican que los jaguares no son los únicos culpables de la muerte y pérdida de los animales domésticos, además debemos tomar en cuenta que en estas áreas también habita puma, otro posible responsable de estas muertes (Palacios, 2005).

En el ejido Adolfo López Mateos en el Municipio de Arriaga, dentro de La Sepultura, se ha documentado que durante 16 años el jaguar ha depredado en promedio 18.5 animales domésticos por año sumando un total de 295 animales (entre equinos, ovinos y bovinos). Se han realizado talleres con los ejidatarios para mejorar la relación y aminorar los problemas con el jaguar. Al parecer en La Sepultura los daños son relativamente severos en al menos en tres ejidos (López Mateos, Tierra y Libertad y Tiltepec) donde

**Cuadro 2.** Frecuencias observadas y esperadas de excretas de *P. onca* por tipo de hábitat en la reserva de la biósfera La Sepultura

Hábitat	fo <sup>1</sup>	fe <sup>2</sup>	Pfo <sup>3</sup>	Pfe <sup>4</sup>	Intervalo de confianza <sup>5</sup>
Bosque de pino	8	6.603	25.80	10.52	0.056-0.460 (-)
Bosque de pino-encino	11	20.150	35.48	32.11	0.133-0.576 (*)
Pastizal	2	13.144	6.45	10.27	0.000-0.178 (*)
Selva mediana subcaducifolia	3	4.960	9.67	15.41	0.000-0.234 (-)
Selva mediana subperennifolia	7	17.887	22.58	35.98	0.032-0.419 (*)
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>62.744</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

<sup>1</sup> Frecuencias observadas.

(\*) Hábitat utilizado de acuerdo a lo esperado

<sup>2</sup> Frecuencias esperadas.

(-) Hábitat menos utilizado de acuerdo a lo esperado

<sup>3</sup> Proporción de frec. obs.

<sup>4</sup> Proporción de frec. esp.

<sup>5</sup> Intervalos de Bonferroni (X<sup>2</sup>= 21.300; gl=4; P>0.05)

el jaguar y el puma están afectando el patrimonio de los pobladores. Actualmente estas comunidades acordaron cambiar gradualmente sus actividades ganaderas por alternativas que contribuyan a la conservación del jaguar.

Aunque en Chiapas aun sea relativamente fácil encontrar jaguares, de forma creciente su distribución se restringe más a las zonas de alta montaña. Resulta entonces necesario que gobiernos, autoridades, académicos y sociedad unamos esfuerzos tanto en conservar la especie como en encontrar una mejor manera de vida para las comunidades rurales. Estos esfuerzos deben reunir y satisfacer los intereses de estos dos protagonistas con el fin de conservar al jaguar en Chiapas y en México.

## **Perspectivas**

Este trabajo presenta bases importantes tanto en el conocimiento de la amenaza que representan las actividades humanas en la subsistencia del jaguar en Chiapas, así como del grado de amenaza que representa el jaguar a los intereses del hombre y sus animales domésticos. Este trabajo puede servir de sustento para orientar las acciones que las ANP y los gobiernos deben considerar con el fin de conservar a la especie y su hábitat.

Es importante intensificar y extender el muestreo a un mayor número de localidades en Chiapas con el fin de documentar la situación actual de la especie en el Estado, así como también aplicar otros métodos de monitoreo, marcaje y seguimiento. Deben abordarse las situaciones existentes entre el humano y el jaguar, atendiendo las demandas y buscando soluciones o medidas de mitigación que concilien los intereses del humano y la conservación del jaguar. Sería necesario formar comités con participación al menos de la sociedad, los académicos, las instituciones de conservación y los gobiernos.

## **Agradecimientos**

Este trabajo se desarrolló con el apoyo incondicional del Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE) y el Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro. Agradecemos a la Policlínica y Diagnóstico Veterinario. Hacemos también patente nuestro agradecimiento a las autoridades de las Áreas Naturales Protegidas de Chiapas, principalmente a las Reservas de la Biósfera El Triunfo, La Sepultura, El Ocote y La Encrucijada por su apoyo. Al equipo de trabajo del proyecto Mamíferos chiapanecos en peligro del IHNE. Al doctor Eduardo Espinosa Medinilla y a todas las personas que han contribuido de alguna manera en la obtención de datos de campo para la conservación del jaguar.



# ECOLOGÍA POBLACIONAL DEL JAGUAR Y SUS IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

CUAUHTÉMOC CHÁVEZ, GERARDO CEBALLOS Y MIGUEL AMÍN

## Resumen

El jaguar está en peligro de extinción en México. La Península de Yucatán mantiene la mayor extensión de selvas en el país, que enfrentan amenazas severas para su mantenimiento a largo plazo. Aunque se estima que las selvas de la península mantienen una población de jaguar numerosa, no existe información actualizada sobre su situación actual. El objetivo en este trabajo fue desarrollar un diagnóstico general de la situación del jaguar y sus prioridades de conservación en la Península de Yucatán, con base en estudios llevados a cabo en la Reserva de la Biosfera Calakmul en Campeche y en el Ejido Caoba en Quintana Roo. El área de actividad del jaguar fue de 56 km<sup>2</sup>, pero los machos fue de hasta 1 000 km<sup>2</sup>. La densidad varió de 3.3 a 6.6 individuos por 100 km<sup>2</sup>. El tamaño de la población en Calakmul es de cerca de 900 jaguares, y el de toda la península probablemente mayor de 2 000 ejemplares. La evaluación del efecto de la cacería de subsistencia sobre las presas en Calakmul indicó que se traslapa con las presas del jaguar y el puma, por lo que se estima que tiene efectos negativos severos. Aún existe la posibilidad de mantener la mayoría de las selvas remanentes de la Península de Yucatán, que requiere de acciones concretas para su mantenimiento a largo plazo. Estas tendrán que darse a diferentes niveles, desde los pobladores locales hasta las autoridades gubernamentales. El papel de los científicos es proveer de bases sólidas para lograrlo, y darle pertinencia social a nuestro trabajo.

Palabras clave: jaguar, uso del hábitat, conservación, reservas, Calakmul, Península de Yucatán.

## Abstract

*The jaguar is an endangered species in Mexico. The Yucatan Penninsula maintains the largest extension of tropical forests in the country, facing threats for their long term maintenance. Although the Penninsula has an important jaguar population, there is no updated information about its current situation. The objective of this work was to develop a general diagnostic of the jaguar status and their conservation priorities in the Yucatan Penninsula, based on the studies conducted in the Calakmul Biosphere Reserve in Campeche, and in the Ejido Caoba in Quintana Roo. The jaguar's home range was 56 km<sup>2</sup>, some males ranged up to 1 000 km<sup>2</sup>. Density ranged from 3.3 to 6.6 individuals per 100 km<sup>2</sup>. The population size in Calakmul*

is closet o 900 jaguars, and for the whole Peninsula was greater than 2000 individuals. The evaluation of the effect of subsistence hunting on the jaguar population of Calakmul showed an overlap with puma and jaguar prey, thus estimating severe negative effects. There is still time to maintain the most of the remnant forest in the Yucatan Peninsula, which requires concrete conservation actions, at all societal levels from local inhabitants to governments. The role of scientists is to provide the scientific basis to achieve it.

*Keywords:* jaguar, hábitat use, conservation, reserves, Calakmul, Yucatan Peninsula.

## **Introducción**

El jaguar (*Panthera onca*) esta en peligro de extinción en Mexico por factores como la destrucción de los ecosistemas naturales y cacería ilegal, lo que ha ocasionado una disminución de sus poblaciones y de su área distribución (Medellín *et al.*, 2002; Quigley y Crashaw, 1992; Sanderson *et al.*, 2002c). En un esfuerzo por proteger a esta y otras especies tropicales que enfrentan problemas de conservación, el gobierno Mexicano decretó a la Reserva de la Biosfera Calakmul en Campeche y el Área de Protección de Flora y Fauna Balam Ka'ax, y el gobierno de Campeche decretó dos Reservas Estatales Balam Kim y Balam ku adyacentes a Calakmul. Estas reservas protegen a más de un millón de hectáreas de selvas tropicales relativamente bien conservadas. Afuera de las reservas existen cientos de miles, tal vez millones, de hectáreas adicionales que son relevantes para la conservación del jaguar y la diversidad biológica regional. Sin embargo, la destrucción y modificación del hábitat son una amenaza para el jaguar y miles de especies más. Es necesario diseñar una estrategia para su conservación, que se base en un diagnóstico por una parte, de las variables biológicas y ecológicas que afectan su supervivencia, mientras que por el otro de la realidad social de la Selva Maya del sur de Campeche y Quintana Roo. El objetivo en este trabajo es presentar un diagnóstico general de la situación del jaguar y sus prioridades de conservación en la Selva Maya.

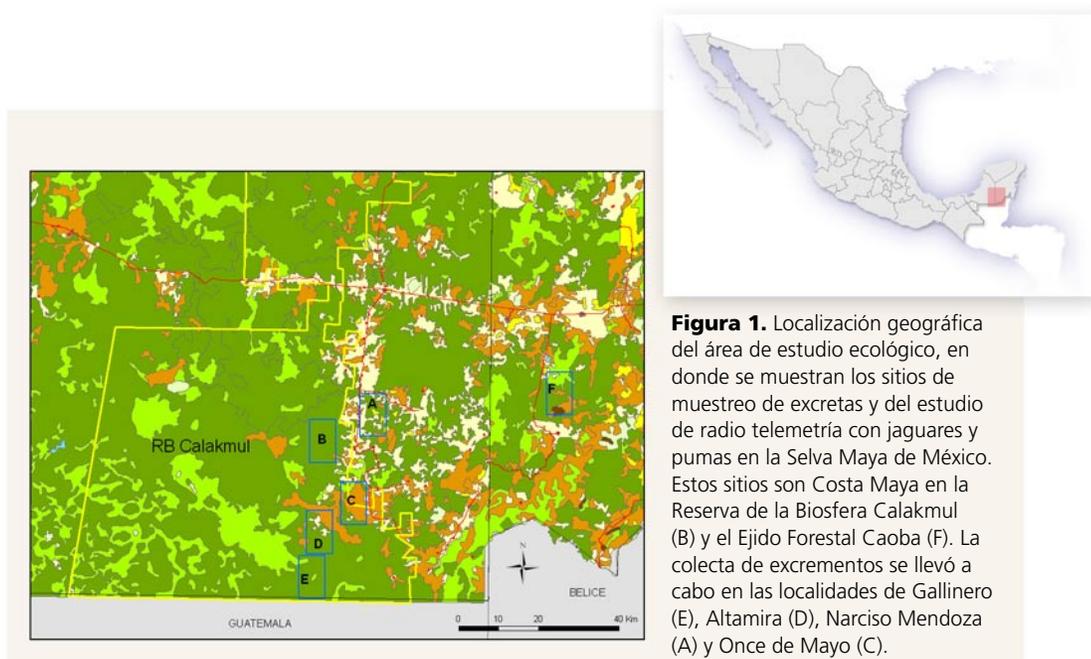
## **Métodos**

El trabajo se realizó en la parte sur de la Península de Yucatán en la Reserva de la biosfera Calakmul en Campeche, y en el Ejido Caoba en Quintana Roo (Figura 1). La vegetación dominante de esta región es selva alta y mediana, y en menor proporción selva baja y selva baja inundable (Semarnat *et al.*, 2001). Las principales actividades económicas en el ejido son la explotación forestal, la agricultura y la ganadería. La cacería es una práctica común, la cual no es permitida en el área destinada a la explotación forestal. En el ejido habitan 1322 pobladores distribuidos en dos poblados (INEGI, 2005). La región de Calakmul tiene uno de los mayores remanentes de bosque tropical mexicano (Martínez y Galindo-Leal, 2002). Es básicamente plana, con un intervalo altitudinal entre los 100 y 300 msnm. El clima es tropical subhúmedo, la temperatura media anual es de 24.6° C, con una marcada estacionalidad. Las lluvias se concentran de junio anoviembre, con una precipitación media anual es de 1076.2 mm (Turner II *et al.*, 2001). En la temporada de

lluvias alrededor de un tercio de la región permanece inundada. La región de Calakmul se caracteriza por la ausencia casi total de ríos o arroyos permanentes (Semarnap, 2000).

Adicionalmente se evaluó la conectividad de la región de Caobas y Calakmul con otras regiones al este y norte de la Península de Yucatán. Esa región incluye 7 áreas prioritarias terrestres por la Conabio: Petenes-Ría Celestum, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, Río Hondo, Silvituc-Calakmul, Sur del Punto PUT, Zonas forestales de Quintana Roo, y Sian Ka'an-Uaymil-Xcalak (Arriaga *et al.*, 2000). Se caracteriza por la ausencia casi total de ríos o arroyos permanentes. Durante la estación de lluvias que alrededor de un tercio de la región permanece inundada, mientras que en la estación secas el agua disponible sólo se localiza en pequeños cuerpos llamados “aguadas” (Gómez-Pompa y Dirzo, 1995; Semarnat, 1995).

La captura del jaguar se realizó en la temporada de secas, entre enero y junio de 1997 a 2006. Los animales capturados fueron anesteciados utilizando un rifle de aire (Teleinject Inc) y se les puso un radio-collar VHF o de GPS, con transmisores VHF. Para más detalles de los métodos en Ceballos *et al.* (2002) y Chávez (2006). Para evaluar la densidad del jaguar y sus presas se usaron 20 cámaras fotográficas de 35 mm (Cam-Trakker™). Los muestreos se realizaron únicamente durante la temporada seca, para evitar las fuertes lluvias y problemas de accesibilidad. En los meses de mayo a junio de 2002, se pusieron las cámaras cada 2 kilómetros en cuatro trayectos de 8 kilómetros cada uno, con lo que se cubrió un área de 48 km<sup>2</sup>. Las cámaras permanecieron activas 30 días en cada sitio (en el Ejido Caoba y en la Reserva de la Biosfera Calakmul). Durante abril



a junio de 2003 se establecieron ocho cuadros al azar, en una superficie de 49 km<sup>2</sup>. En cada cuadro se colocaron cinco cámaras fotográficas en un cuadro de 1 km<sup>2</sup>; las cámaras se localizaron en los vértices del cuadro con una en el centro, separadas por una distancia de 333 m. Las cámaras permanecieron activas 14 días en cada estación.

Los patrones de alimentación y su relación con la disponibilidad de presas del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) se evaluaron Calakmul y Caoba. En Calakmul se colectaron excretas en Costa Maya de 1997 al 2000 y en Costa Maya, Altamira-Villa hermosa y el Gallinero) en 2000 (Figura 1). En el Ejido Caoba se colectaron excretas del 2001 al 2004, en el pueblo de Caoba, San José y la zona forestal. Se determinó la procedencia de cada excreta mediante un análisis de ácidos biliares fecales, la cual es una técnica bastante precisa, ya que se pueden separar por la mancha de ácido deoxycólico dejada en las placas de cromatografía por las excretas de puma (Amín, 2004; Cazon y Suhring, 1998).

En el área de Costa Maya se estimó la disponibilidad de presas mediante trayectos recorridos a pie en dos diseños de muestreo durante 1999-2000. En el primer diseño consistió de un rectángulo de 60 km<sup>2</sup>, dividido en 60 cuadros de 1 km<sup>2</sup>, de los cuales se seleccionaron 5 al azar. El segundo diseño se ubicó en un camino de terracería de 32 km. de largo, donde se seleccionaron cinco tramos de 5 km. lineales cada uno. Los muestreos en los trayectos se llevaron a cabo al amanecer entre las 05:00 y las 7:00 h y al atardecer entre las 17:00 y las 19:00 h, durante las fases de luna nueva y cuarto menguante que son las horas de mayor actividad de los mamíferos. Para más detalle de los métodos consultar Amín (2004).

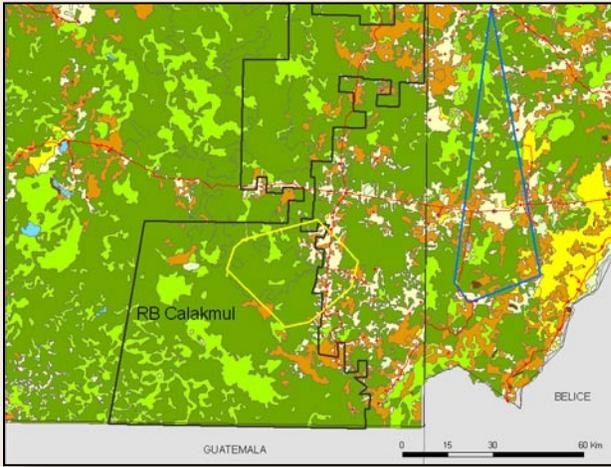
## Resultados y discusión

### Movimientos y densidad poblacional

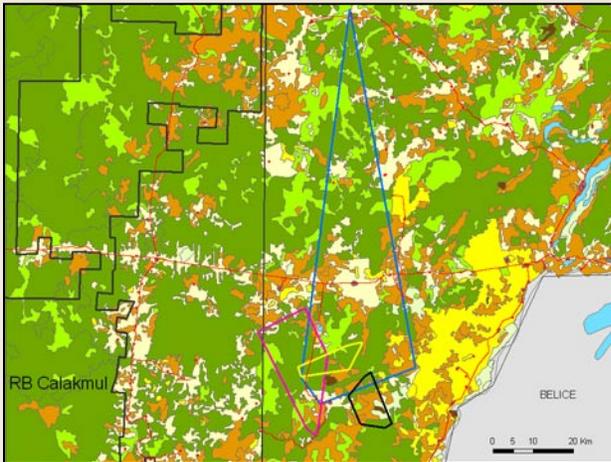
Se capturaron 34 jaguares y 8 pumas de marzo de 1997 a junio del 2006. En 2001, se puso el primer collar de GPS a un jaguar en el mundo, en el Ejido Caoba. Posteriormente se colocaron un total de 12 collares de GPS. Se han obtenido entre 20 y 350 lecturas al año. En 2005, se colocaron los 4 primeros collares GPS-satelitales, con los que se recabaron más de 1 000 datos, distribuidos en 6 o más meses.

El área de actividad que se registró fue muy variable y esto probablemente se debe a una mezcla de la logística para poder seguir a los animales y sus requerimientos de hábitat. En la Reserva de la Biosfera Calakmul el área mínima determinada por medio de radiocollares de VFH fue de 56 km<sup>2</sup> en promedio para el jaguar y de 133 km<sup>2</sup> para el puma. Con collares satelitales el área de dos machos (Tony y Lico) fue de más de 1 000 km<sup>2</sup> Costa Maya y Caoba, respectivamente (Figura 2). Las áreas de actividad de los machos fueron más grandes que las de las hembras. La del macho Lico abarcó la de varias hembras, que en promedio se movieron 133 km<sup>2</sup> (Figura 3).

Con las trampas-cámara se registraron un jaguar para Costa Maya y 2 para Caoba (Figura 4). La frecuencia de captura para cada sitio fue de 4.6 jaguares para Costa Maya y



**Figura 2.** Áreas de actividad de dos machos, uno en la Reserva de la Biosfera de Calakmul (Tony, en amarillo) y en el Ejido Forestal Caoba (Lico, en azul).



**Figura 3.** Áreas de actividad de un macho Lico (azul) y tres hembras (Melissa, Dalia y Verónica) en el Ejido Forestal Caoba.

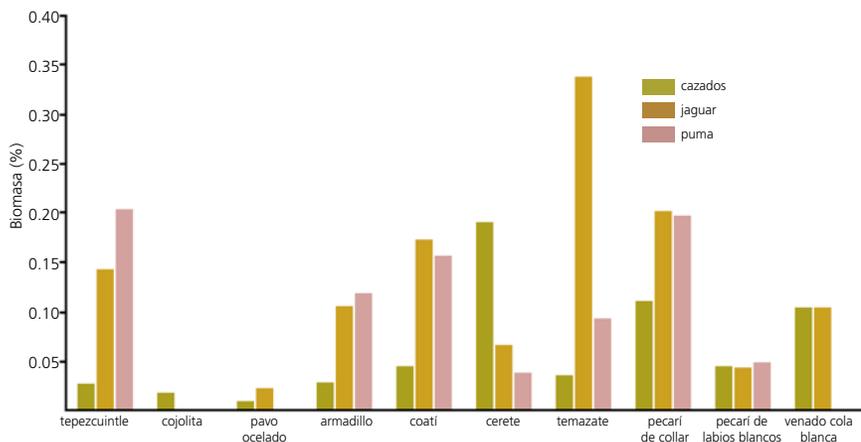
**Figura 4.** Jaguar fotografiado con una trampa-cámara en el Ejido Forestal Caoba.



3.3 jaguares para Caoba. Con base en los resultados de los dos métodos (radio telemetría y trampas-cámara), se ha estimado en el área de estudio una densidad del jaguar de 3.33 a 6.67 individuos por 100 km<sup>2</sup>. Los resultados iniciales de un individuo por cada 15 a 30 km<sup>2</sup> en la misma región han sido apoyados por los datos obtenidos recientemente (Chávez *et al.*, aceptado). Esto indica que la densidad del jaguar en Calakmul esta dentro de los intervalos registrados en otras regiones de la Península de Yucatán como el Cockscomb Basin en Belice, donde la densidad es de 13 a 16 km<sup>2</sup> (Rabinowitz y Nottingham, 1986), y de México como la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala en la vertiente del Pacífico, donde la densidad estimada es de 1 jaguar por cada 33 km<sup>2</sup> (Nuñez *et al.*, 2000, 2002).

### Presas del jaguar y la cacería furtiva

Los patrones de alimentación y la disponibilidad de las presas de los jaguares. De las 354 excretas colectadas se determinó que la mayor proporción (72%) fue de jaguar, 20% de puma y 8% no pudieron determinarse. Las dos especies consumieron el 76% de las especies de mamíferos que han sido registradas en la literatura como presas y que se encuentran presentes en la zona (Amín, 2004). Se identificaron 17 especies de mamíferos en las muestras de jaguar, pertenecientes a siete órdenes. En contraste sólo se registraron 12 especies en las muestras de puma. Las especies que se solo se encontraron en el jaguar fueron el viejo de monte (*Eira barbara*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), temazate rojo (*Mazama temama*), cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti*) y conejo (*Sylvilagus floridanus*). La predominancia de especies de mamíferos en los patrones de alimentación de jaguares y pumas ha sido documentada en diversos estudios (Aranda y Sánchez-Cordero, 1996; Chinchilla, 1997; Dalponte, 2002; Emmons, 1987; Kuroiwa y Ascorra, 2002; Oliveira 2002; Perovic, 2002; Polisar *et al.*, 2003; Quigley y Crawshaw, 2002).



**Figura 5.** Biomasa de las diez especies de aves y mamíferos más importantes para los cazadores en el sur de la Península de Yucatán en el Ejido de Cristóbal Colón (Escamilla *et al.*, 2000). Los datos del jaguar y puma corresponden al análisis de 45 y 15 excretas respectivamente.

El traslape entre presas de ambas especies ha sido documentado en toda el área de la simpatria de ambas especies (Oliveira, 2002). Sin embargo, aunque se ha postulado que el puma tiene una dieta más amplia que el jaguar (e.g. Nuñez *et al.*, 2000), los resultados de Calakmul indican que por lo menos en la Selva Maya el jaguar tiene una dieta más amplia, y que aunque ambos felinos son oportunistas, hay preferencias por alguna categoría de tamaño (Amín, 2004). El jaguar fue más selectivo y consumió a especies el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*) y armadillo (*Dasyus novemcinctus*). En contraste el puma sólo seleccionó al tepezcuintle (*C. paca*) y usó al serete (*D. punctata*) pero en proporciones cercanas a su ocurrencia (Amín, 2004). Las especies más grande como el venado cola blanca y temazate (*O. virginianus* y *M. americana*) no mostraron grandes diferencias entre lo consumido y lo observado (Amín, 2004).

La cacería de subsistencia en la región de Calakmul tiene efectos severos en las presas del jaguar y el puma, ya que existe un traslape importante entre las presas más usadas por los felinos y los cazadores (Figura 5). Se ha documentado en jaguar y otras especies que la desaparición de las presas puede tener impactos directos en la densidad y tamaño de la población (Bodmer, 1995; Johns, 1988; Peres, 1990). En casos extremos hay selvas en donde la vegetación se encuentra en buen o excelente estado de conservación, pero no tienen poblaciones de las especies preferidas por los cazadores, y por ende de los grandes carnívoros. Este síndrome se la ha llamado el síndrome de los bosques vacíos (Redford, 1992).

### Patrones de actividad y uso de hábitat

En Calakmul el jaguar es principalmente crepuscular y nocturno, parte de su actividad la realiza al amanecer, antes de que los primeros rayos del sol aparezcan entre las hojas de los árboles. Se encontraron diferencias entre los hábitat que utilizan los jaguares y pumas, de hecho los jaguares prefieren en general aquellas áreas con una mayor cobertura forestal y que estén cerca de cuerpos de agua o hábitat ripario, mientras que, los pumas usan en la misma proporción el hábitat disponible. Presentan un uso diferente en temporada de lluvias y secas, ocasionado principalmente por la disponibilidad de cuerpos de agua, lo que afecta a la disponibilidad de las presas (Chávez, 2006; Chávez *et al.*, aceptado).

Con el uso de un sistema de información geográfica y los datos de radiotelemetría, se registró el uso de hábitat. En el sitio Costa Maya de la Reserva de la Biosfera Calakmul hubo una mayor preferencia de la selva mediana subperennifolia (60%), seguida de la selva baja (25%), los porcentajes son muy similares entre machos y hembras. En el Ejido Caoba seleccionó las selvas altas y medianas subperennifolias (49%) y las selvas bajas subperennifolias (40%). El jaguar prefirió sitios con una buena disponibilidad de agua (hábitat ripario) y el puma no presentó selección del hábitat (Chávez, 2006). A nivel regional las relaciones de uso de hábitat de jaguar y puma son similares (Zarza *et al.*, este volumen).

## Tamaño de la población y áreas prioritarias para la conservación

En la región de Calakmul, que abarcan una superficie de 13 717 km<sup>2</sup>, e incluyen a las reservas de Calakmul, Bala'am ka'ax, Balam Ku y Balam kin existe una población mayor de 700 individuos. Estos resultados indican que esta es la población protegida de jaguar más grande en México y una de las más grandes en todo el continente (Cuadro 1; Figura 6). Reservas adicionales en el noreste de la península, como Ría Lagartos y Yum Balam, protegen a una población pequeña de jaguares, Sin embargo, existe una cantidad considerable de hábitat fuera de esas reservas, por lo que en conjunto la región probablemente mantiene todavía más de 200 jaguares (Faller *et al.*, este volumen; Navarro-Servent *et al.*, este volumen). Por lo tanto, las reservas de la Península de Yucatán podrían albergar hasta 890 jaguares (Cuadro 1).

Existe una enorme extensión de hábitat disponible entre las áreas naturales protegidas del noreste (e.g., Yum Balam), este (Sian Ka'an) y el sur (Calakmul) que mantiene una población adicional probable de cerca de 1 000 jaguares. La conversión de selva con fines agropecuarios es la mayor amenaza para esa región (Brown *et al.*, 2003; Zarza *et al.*, este volumen). Es necesario proteger todas esas selvas para mantener el jaguar, la diversidad biológica y las actividades productivas. Existen mecanismos de conservación

**Cuadro 1.** Áreas naturales protegidas (ANP's) de la Selva Maya de Campeche, Quintana Roo y Yucatán

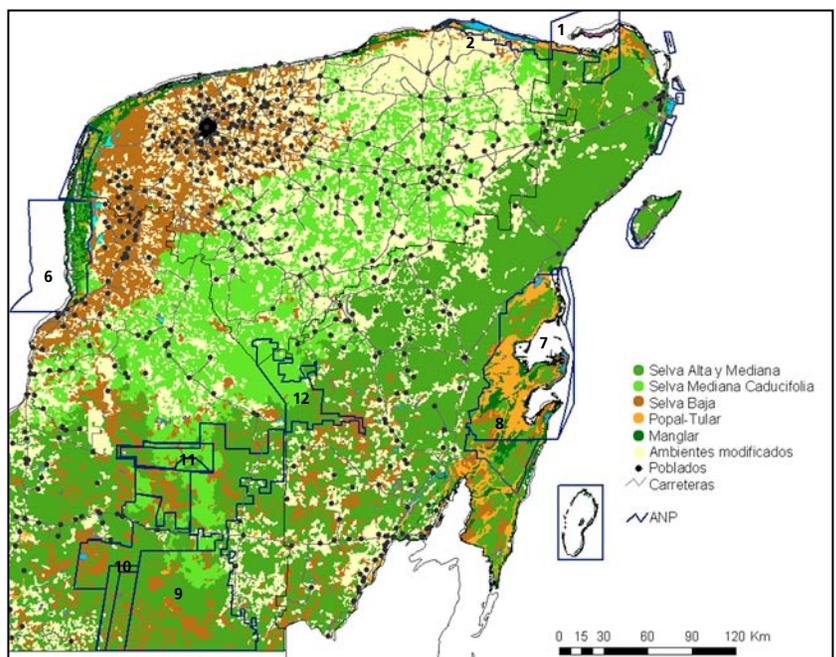
Nombre de la Reserva	Superficie (km <sup>2</sup> )	Hábitat potencial (km <sup>2</sup> )	Tamaño poblacional*	
			6.67	3.33
Yum Balam (1)	1540	84	5.6	2.8
Ría Lagartos (2)	604	139	9.3	4.6
Punta Nizuc (3)	26	-	-	-
A. de Puerto Morelos (4)	3340	-	-	-
Ría Celestún (5)	597	2	0.1	-
Los Petenes (6)	2832	3	0.2	0.1
Sian Ka'an (7)	5280	1687	112.5	56.2
Uaymil (8)	891	661	44.1	22.0
Calakmul (9)	7227	6040	402.9	201.1
Balam Ku (10)	4086	3585	239.1	119.4
Balam Kin (11)	996	435	29.0	14.5
Balam Ka'ax (12)	1288	711	47.4	23.7
Total	28707	13347	890	444

El hábitat potencial fue tomado y modificado de Zarza *et al.* (este volumen), el cual corresponde a la vegetación con cobertura forestal. \*El tamaño poblacional se refiere al número de individuos utilizando 6.67 y 3.33 por 100 km<sup>2</sup>.

complementarios a las áreas naturales protegidas ya instrumentados en diferentes regiones de la Península de Yucatán, que deben aplicarse a otras áreas para incrementar la superficie forestada protegida. Por ejemplo, Amigos de Calakmul A. C. ha desarrollado convenios con varios ejidos en el área sur del área de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Calakmul, en donde se paga a más de 200 familias de ejidatarios servicios de conservación para mantener sus selvas (G. Ceballos, obs. pers). Otro ejemplo son los ejidos forestales como Caoba, en donde la explotación forestal ha permitido mantener a las selvas y su fauna y flora.

Es claro que aun existe la posibilidad de mantener la mayoría de las selvas remanentes de la Península de Yucatán. Sin embargo, las amenazas son severas y la ventana de tiempo para actuar corta. La presencia de la población de jaguar en la Selva Maya del sureste de México, norte de Guatemala y Belice, es un signo esperanzador, que requiere de acciones para su mantenimiento a largo plazo. Estas tendrán que darse a diferentes niveles, desde los pobladores locales hasta las autoridades gubernamentales. El papel de los científicos es proveer de bases sólidas para lograrlo, y darle pertinencia social a nuestro trabajo.

**Figura 6.** Áreas naturales protegidas y tipos de vegetación de la Selva Maya de la Península de Yucatán según el inventario nacional forestal (Semarnat *et al.*, 2001). Los nombres de las áreas naturales protegidas se presentan en el Cuadro 1.



## **Agradecimientos**

Hacemos patente nuestro agradecimiento el apoyo de diversas instituciones y personas que han contribuido al desarrollo exitoso del proyecto. A Unidos para la Conservación, Sierra Madre, National US Fish and Wildlife Foundation, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Safari Club Internacional, Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM, a través del proyecto IN-246602, y al Consejo Nacional de Ciencia y tecnología mediante el proyecto 34855-V. Semarnat-Conacyt 1424 por su financiamiento y apoyo logístico. A las autoridades de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat, INE, Profepa), a la dirección de la reserva por proporcionarnos los permisos para trabajar con los jaguares y ayudarnos a supervisar el proyecto. En diversas etapas del proyecto han proporcionado apoyo y consejo en diferentes aspectos nuestros colegas Carlos Manterola, Antonio Rivera, Francisco Zavala, Patricio Robles-Gil. Felipe Ramírez, José de la Gala, Ignacio March y Gerardo García Gil. Al Ejido Caoba por dejarnos trabajar en sus propiedades. Finalmente queremos darle las gracias al apoyo continuo de Unidos para la Conservación, Ecosafaris y la Universidad Nacional Autónoma de México.

# USO DE HÁBITAT DEL JAGUAR A ESCALA REGIONAL EN UN PAISAJE DOMINADO POR ACTIVIDADES HUMANAS EN EL SUR DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

HELIOT ZARZA, CUAUHTÉMOC CHÁVEZ Y GERARDO CEBALLOS

## Resumen

El acelerado crecimiento de las actividades humanas, ha modificado las grandes extensiones de bosque tropical, fragmentándolas y reduciendo el hábitat disponible para la fauna silvestre. Las poblaciones de jaguar han disminuido a lo largo de su distribución debido principalmente por la pérdida del hábitat. La Selva Maya en la Península de Yucatán mantiene la población más numerosa de jaguar en México. La conservación de la especie en esta región requiere del manejo adecuado de su hábitat. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar los requerimientos de uso de hábitat y los efectos de la perturbación humana (poblados y caminos) sobre el jaguar en la Selva Maya del sur de la Península de Yucatán. Para determinar las preferencias en el uso del hábitat, se analizaron los movimientos de jaguares por tipos de vegetación, uso de suelo, distancia a poblados y caminos en un Sistema de Información Geográfica. Los datos se obtuvieron a partir del seguimiento de jaguares con collares de GPS. Nuestros resultados revelan que los jaguares prefieren marcadamente los ambientes forestales (e.g. selva alta y mediana) en comparación con otros tipos de vegetación con menor cobertura forestal. Usan con mayor frecuencia, las áreas alejadas a más de 6.5 km de los poblados y 4.5 km de las carreteras. Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región, mantienen más del 68% de su superficie como hábitat para el jaguar. Fuera de las ANP, hay áreas grandes, que pueden ser usadas como corredores biológicos, para mantener la conectividad, los procesos ecológicos, y el potencial de la región para la conservación a largo plazo del jaguar y de la biodiversidad.

Palabras clave: jaguar, requerimientos de hábitat, corredores para fauna, reservas, Selva Maya, Calakmul, Península de Yucatán.

## Abstract

*Habitat encroachment by human activities has extensively modified large extensions of tropical rainforest, reducing wildlife habitat availability. Jaguar populations have been steadily declining due to changes in land use and poaching. The largest jaguar population in Mexico is found in the Selva Maya region, in the Yucatan Peninsula. Conservation of jaguar in the Selva Maya requires a careful management of its habitat. So, the aim of this study was to determine jaguar habitat requirements and the effects of human perturbation (e.g. roads and*

towns) on habitat use. Habitat preferences were analyzed using data on jaguar movements across habitat types, land use, distance to human settlements and roads using a GIS. Data on jaguar movements were obtained with GPS radio – collars. Results indicate that jaguars extensively use forested habitats such as tropical semi green forests. They use more frequently than expected by chance areas located more than 6.5 km from human settlements and 4.5 km from roads. Around 68% of the land in the regional protected areas is the preferred jaguar habitat. Outside protected areas there are still extensive areas with jaguar preferred habitat; those areas are essential to maintain connectivity among reserves, environmental processes, and the long term conservation of jaguars and many other species.

*Keywords:* jaguar, habitat requirements, wildlife corridors, reserves, Selva Maya, Calakmul, Yucatan Peninsula.

## Introducción

El acelerado crecimiento de la población humana ha ocasionado severos cambios en la dinámica y procesos ecológicos de los bosques tropicales del mundo (Baillie *et al.*, 2004; Geist y Lambin, 2002). Con el fin de satisfacer las demandas de la población en estas regiones se han incentivado programas enfocados en desarrollar actividades agrícolas, ganaderas y de explotación forestal (FAO, 1999). Esto ha provocado un rápido cambio en el uso del suelo, transformando los bosques tropicales en una matriz irregular, donde las actividades humanas dominan el nuevo paisaje, afectando directamente la biodiversidad regional, ocasionando un incremento de la tasa de mortalidad de algunas especies y el deterioro de los procesos ecológicos (Dirzo y Raven, 2003; Fahrig, 2003; Kinnaird *et al.*, 2003; Reed, 2004). La degradación del ambiente ha causado incrementos en el conflicto humano-grandes carnívoros, debido principalmente a la pérdida de hábitat, a la disminución de las presas naturales por el exceso de cacería y al mal manejo ganadero (Hoogesteijn *et al.*, 2002; Lynam *et al.*, 2006; Sáenz y Carrillo, 2002; Treves y Karanth, 2003).

Para revertir los efectos negativos de la pérdida y fragmentación del hábitat en las poblaciones de carnívoros y la biodiversidad en general, se ha estimulado como estrategia general la creación de áreas naturales protegidas a nivel mundial (Bruner *et al.*, 2001; IUCN, 2006). Desafortunadamente, dichas áreas protegidas son generalmente insuficientes por si solas para mantener poblaciones viables de grandes carnívoros a largo plazo, debido a las amplias áreas de actividad de los carnívoros y a sus requerimientos ecológicos de hábitat y presas (Noss *et al.*, 1996; Ramakrishnam *et al.*, 1999; Shivik, 2006; Woodroffe y Ginsberg, 1998). En años recientes se han planteado estrategias de conservación complementarias a las áreas naturales protegidas, que buscan lograr un mejor manejo de las regiones adyacentes a las reservas (e.g. Daily *et al.*, 2003).

El jaguar (*Panthera onca*) es una especie cuya distribución y abundancia se ha modificado como consecuencia de la pérdida de hábitat, la apertura de campos agropecuarios y la cacería ilegal (Ceballos *et al.*, 2006; Nowell y Jackson, 1996). Actualmente, un porcentaje considerable de su área de distribución histórica se ha perdido (Sanderson *et al.*,

2002c). En Norteamérica la región de la Selva Maya en México, Guatemala y Belice, mantiene poblaciones viables de la especie (Chávez y Ceballos, 2006; Sanderson *et al.*, 2002a y c). Históricamente, a pesar del gran cambio ambiental en la región debido a la intensa colonización humana, aún se mantienen grandes extensiones forestales dentro de las tierras comunales, llamadas ejidos, con buen estado de conservación (Boege, 1995; Chowdhury, 2006; Turner II *et al.*, 2001).

Al sur de la Península de Yucatán se encuentran varias áreas naturales protegidas (ANP), entre las que destacan por su tamaño las Reservas de la Biosfera Calakmul y Sian Ka'an; sin embargo, si no se revierten a corto plazo las tendencias de deforestación en la región, tanto las ANP como las áreas forestales (e.g. ejidos forestales), se convertirán en islas incapaces de mantener poblaciones de jaguar y la biodiversidad regional (Ceballos *et al.*, 2005). El éxito de la conservación del jaguar, dependerá en gran medida, de la incorporación de los paisajes dominados por el hombre, dentro de las estrategias de conservación a escala regional y nacional. Para tal fin, es necesario conocer la distribución y los requerimientos de uso de hábitat del jaguar en estos ambientes, e identificar las áreas prioritarias para la conservación, y la viabilidad de sus poblaciones (Hatten *et al.*, 2005; Wikramanayake *et al.*, 2004). El objetivo de este estudio fue determinar los requerimientos de uso de hábitat del jaguar en un ambiente dominado por actividades humanas, y desarrollar un modelo predictivo del hábitat para la especie en el sur de la Península de Yucatán, para diseñar una estrategia de conservación regional para la especie. El estudio es complementario con el de Zarza *et al.* (2005).

## Área de estudio y métodos

Este trabajo se realizó en la parte sur de los estados de Campeche y Quintana Roo, México. Se utilizaron dos escalas de trabajo. La primera que es focal, abarcó una superficie de aproximadamente 1 100 km<sup>2</sup> en el Ejido de Caoba (18° 14' N, 89° 03' O; Figura 1). La vegetación dominante de esta región es selva alta y mediana, y en menor proporción selva baja y selva baja inundable (Semarnat *et al.*, 2001). Las principales actividades económicas en el ejido son la explotación forestal, la agricultura y la ganadería. La cacería es una práctica común, la cual no es permitida en el área destinada a la explotación forestal. En el ejido habitan 1 322 personas distribuidas en dos poblados (INEGI, 2005).

El área focal se encuentra inmersa dentro una región de aproximadamente 78 000 km<sup>2</sup>, comprendida entre los paralelos 19° 30' y 17° 50' N y los meridianos 90° 25' y 87° 30' O (Figura 1). En esta escala, que se denominó como regional, se modeló el hábitat potencial del jaguar. Los bordes de la región no representan límites ecológicos o políticos, pero se siguió como criterio cubrir el área comprendida por la Reserva de la Biosfera Calakmul al oeste y Sian Ka'an al este. Esta región se caracteriza por mantener el mayor remanente de bosque tropical mexicano (Martínez y Galindo-Leal, 2002). Topográficamente la región es básicamente plana, con un intervalo altitudinal entre los 100 y 300 msnm. El clima es tropical subhúmedo, la temperatura media anual es de 24.6° C, con una marcada estacionalidad. Las lluvias se concentran en el verano (junio-noviem-

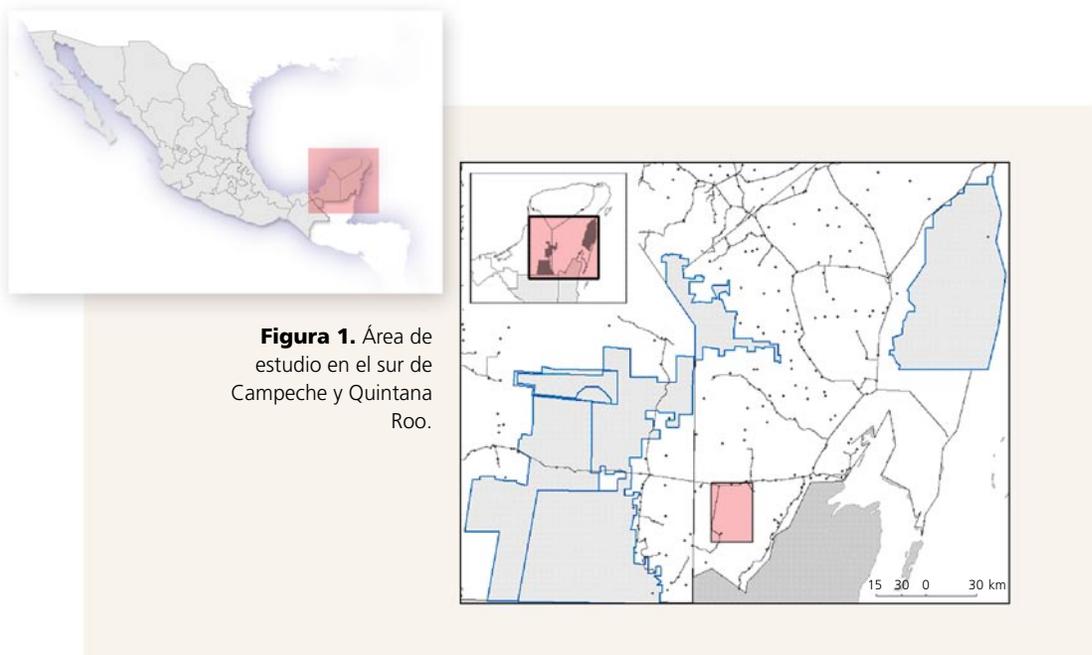
bre), siendo la precipitación media anual de 1076 mm (Turner II *et al.*, 2001). Durante la temporada de lluvias alrededor de un tercio de la región permanece inundada. La región de Calakmul se caracteriza por la ausencia casi total de ríos o arroyos permanentes (Semarnat, 2000).

### Captura y telemetría

Los jaguares fueron capturados durante la temporada seca (febrero-mayo) de 2001 a 2003 (ver Ceballos *et al.*, 2002 y Chávez, 2006 para detalles del método de captura). A los individuos capturados se les colocó un collar con un sistema de posicionamiento geográfico (Televilt, CA), y se monitorearon sus movimientos sobrevolando en avioneta el área de estudio. La información se bajó directamente de los collares de los jaguares recapturados al año siguiente.

### Coberturas del paisaje

Para determinar las preferencias en el uso del hábitat del jaguar para la región se analizaron tres variables del paisaje a escala regional. Estas variables son el tipo de vegetación y uso de suelo, poblados y carreteras. La cobertura de tipo de vegetación y uso de suelo corresponde al Inventario Forestal Nacional 2000-2001, escala 1:250 000 (Semarnat *et al.*, 2001). Se reagruparon las 23 clases originales en las 10 siguientes: selva alta y mediana, selva baja, selva baja inundable, vegetación secundaria, otros hábitats, vegetación secundaria, agricultura, pastizal, urbano y cuerpos de agua. Se agrupó en la clase “otros



**Figura 1.** Área de estudio en el sur de Campeche y Quintana Roo.

hábitats” aquellos tipos de vegetación que están presentes en menos del 2% del área de estudio. Esta clasificación esta basada en la elaborada por Martínez y Galindo-Leal (2002) para la región de Calakmul.

Las coberturas temáticas “carreteras” y “poblados” fueron obtenidos del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) y la Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), en formato vectorial a escala 1:250 000.

Se consideró únicamente las carreteras pavimentadas que comunican poblados con una población superior a 200 habitantes, debido a que no se cuenta con información actualizada y varios poblados han sido abandonados en los últimos años. Se descartaron los caminos de terracerías, brechas y veredas, porque estos caminos son usados por los jaguares y no representan una limitante de desplazamiento (C. Chávez com. pers.). Debido a que la topografía de la región es básicamente plana, no fue posible emplear en el modelo más coberturas temáticas, como la altitud y pendiente. La cobertura de hidrología no se uso, debido a que la zona no presenta ríos permanentes.

### Uso del hábitat

Para determinar el uso de hábitat se utilizaron 620 registros o localizaciones de cuatro hembras de jaguar. Se estimó un error asociado a cada registro de 15 m de radio, se eliminaron las localizaciones duplicadas. Para evitar autocorrelación entre los datos sólo se consideraron aquellos con al menos un día de diferencia (Núñez *et al.*, 2002). Como “puntos de modelación” se seleccionaron al azar 50% de los registros ( $n = 310$ ), y se usaron para desarrollar el modelo y analizar el uso de hábitat. El resto de los registros se usaron para validar el modelo, y se llamaron “puntos de validación”. Con los “puntos de modelación”, se analizaron la proporción de puntos observados y esperados por tipos de vegetación y uso de suelo, así como su proximidad a los poblados y carreteras mediante un Sistema de Información Geográfico (SIG), ArcGIS 8.3 (Environmental Systems Research Institute, Redlands, California, USA).

Se definió como *hábitat disponible* a todos aquellos tipos de vegetación en el interior del área de estudio focal. Los tipos de vegetación y usos de suelo se clasificaron de acuerdo a la ocurrencia de registros de jaguar en relación con lo esperado al azar. *Hábitat poco usado*, ambientes con una ocurrencia de registros menor a lo esperada al azar. *Hábitat usado*, ambientes con una ocurrencia similar a su disponibilidad en el área de estudio. *Hábitat muy usado*, ambientes con mayor ocurrencia a lo esperado a su disponibilidad en el área de estudio. Se utilizó una prueba de bondad de ajuste de  $X^2$  para determinar si los jaguares usaban los hábitats conforme a su disponibilidad en el área de estudio (Byers *et al.*, 1984; Neu *et al.*, 1974). Para determinar si la categoría (s) o distancia (s) son usadas significativamente más o menos que su disponibilidad, se utilizaron los Intervalos de Bonferroni-Z (Byers *et al.*, 1984). Todos los análisis y pruebas estadísticas, se determinaron con una  $P < 0.05$ .

A partir de las preferencias de uso de hábitat del jaguar, se identificaron los diferentes tipos de hábitat (*poco usado, usado y muy usado*) para cada variable. Posteriormente se sobrepusieron las diferentes capas Arcview 3.2. (ESRI, 1999), y se obtuvo un mapa resultante en el cual se comprobó la validación del modelo con los “puntos de validación”. Posteriormente se generó un mapa predictivo del hábitat potencial del jaguar, extrapolando los parámetros usados para el Ejido Caobas para el sur de Campeche y Quintana Roo.

## Resultados y discusión

### Uso de hábitat

El hábitat disponible en el área de estudio se compone de una matriz de tipos de vegetación y uso de suelo. La vegetación dominante es la selva alta y mediana (46%), seguido de la vegetación secundaria (22%), los pastizales (14%) y por último la selva baja inundable (11%). El jaguar hizo una marcada selección en el uso del hábitat entre los ambientes forestales y los modificados. Aunque el jaguar es una especie de tamaño corporal grande, generalista y de amplia movilidad, con la capacidad de ocupar varios hábitat en la matriz del paisaje, es claro que tiene preferencias de hábitat marcadas. Utilizaron más de lo esperado los ambientes con cobertura forestal como selva alta, mediana y baja inundable, ( $n = 239, 77\%$ ) que los ambientes modificados por las actividades humanas (e.g. vegetación secundaria, pastizal y cultivos,  $X^2 = 38.3, P < 0.05$ , Cuadro 1).

Al analizar las preferencias de uso de hábitat por tipos de vegetación y uso de suelo entre el hábitat disponible y los diferentes tipos de vegetación considerados, se encontraron diferencias significativas ( $X^2 = 82.1, P < 0.05$ ). La selva alta y mediana fueron *hábitats muy usados* (58%), con mayor ocurrencia de registros que lo esperado a su disponibilidad

**Cuadro 1.** Selección del uso del hábitat del jaguar por tipo de vegetación y uso de suelo

Variable del Paisaje	Registros % ( $n = 310$ )	Intervalos de Confianza de Bonferroni
Ambientes Naturales	77.1	S
Ambientes Modificados	22.9	E
$X^2 = 38.3, gl = 1, P < 0.05$		
Tipos de Vegetación y Uso de Suelo		
Selva Alta y Mediana	58.7	S
Selva Baja Inundable	18.4	P
Otros Hábitats	0.0	E
Vegetación secundaria	21.6	P
Pastizales	1.3	E
Cultivos	0.0	E
Urbano	0.0	E
$X^2 = 87.1, gl = 6, P < 0.05$		

Los intervalos de confianza de Bonferroni indican: E = evitado, P = proporción y S = seleccionado

(Cuadro 1). La selva baja inundable y la vegetación secundaria fueron ambientes usados en la misma proporción a su disponibilidad - *hábitat usado*. Por el contrario, los *hábitats poco usados* fueron las zonas destinadas a la ganadería, agricultura y asentamientos urbanos (Cuadro 1). Resultados parecidos se han observado para otros grandes carnívoros como tigres, pumas, osos y lobos, en los cuales los ambientes forestales son los que mejor predicen el hábitat disponible para estas especies (Koehler y Pierce, 2003; Lyons *et al.*, 2003; Miquelle *et al.*, 1999; Mladenoff *et al.*, 1995; Riley y Malecki, 2001).

Los poblados tienen un profundo impacto sobre la distribución espacial del jaguar (Cuadro 2). La mayor ocurrencia de jaguares (> 80% de los registros), se localizaron a una distancia > 6.5 km de los poblados ( $X^2= 75.9, P < 0.05$ ), y evitaron áreas < 1 km de los poblados. Estudios con otros carnívoros muestran un patrón similar, donde evitan o reducen sus actividades de uso en áreas próximas a los poblados (Kerley *et al.*, 2002; Koehler y Pierce, 2003; Mladenoff y Sickley, 1998). El paisaje alrededor de los poblados (< 6.5 km), esta dominado por campos de cultivos, pastizales, carreteras, pequeños fragmentos de selva madura y de vegetación secundaria. En la región los pobladores realizan cacería tradicional o de subsistencia en un radio mínimo de 6 km del poblado (Escamilla *et al.*, 2000; Jorgenson, 1995). Existe un traslape considerable entre de las presas principales del jaguar, como sereque (*Dasyprocta punctata*) y pecarí (*Tayassu tajacu*) y armadillo (*Dasyprocta*

**Cuadro 2.** Efecto de la carretera y poblados sobre la selección del uso de hábitat del jaguar

Distancia (m)	Intervalos de Confianza de Bonferroni			
	Carretera <sup>1</sup>		Poblados <sup>2</sup>	
500	0.6	E	0.0	E
1000	1.3	E	0.0	E
1500	1.9	E	0.3	P
2000	2.9	P	0.0	E
2500	1.3	E	0.6	E
3000	1.9	E	0.3	E
3500	3.5	P	1.9	P
4000	2.9	P	2.6	P
4500	5.2	P	1.6	E
5000	5.2	P	3.9	P
5500	4.5	P	2.9	P
6000	5.8	P	2.9	P
6500	6.5	P	5.2	P
7000	5.2	P	4.5	P
7500	8.7	S	11.0	S
8000	13.5	S	11.6	S
8500	9.7	S	8.1	P
>9000	19.4	S	42.6	S

<sup>1</sup>  $X^2= 201.6, gl = 16, P < 0.05$

<sup>2</sup>  $X^2= 51.8, gl = 16, P < 0.05$

Los intervalos de confianza de Bonferroni Z indican: E = evitado, P = proporción y S = seleccionado

*novemcinctus*), con las presas buscadas por los cazadores (Amín, 2004; Chávez *et al.*, este volumen). Esto, sumado a la fragmentación y modificación del hábitat, ocasiona una disminución en el número de presas disponibles para el jaguar, además de un aumento de las posibles interacciones con la gente. La carretera pavimentada ejerció un impacto menor que los poblados, sobre la distribución espacial del jaguar. El mayor número de ocurrencias (> 80% de los registros), se localizó a una distancia > 4.5 km de la carretera ( $X^2= 209.5$ ,  $P < 0.05$ ). En cambio, las áreas con menor ocurrencia (< 4%) fueron aquellas ubicadas a una distancia < 1.5 km de la carretera. Estos resultados apoyan parcialmente la hipótesis del efecto directo de las carreteras en la mortalidad de los carnívoros y sus presas (Kerley *et al.*, 2002; Mladenoff y Sickley, 1998; Noss *et al.*, 1996). Aunque las tres variables del paisaje analizadas están relacionadas entre sí, el tipo de vegetación fue la de mayor peso. Los poblados y carreteras mostraron tener un efecto sobre la distribución espacial del jaguar, el efecto de cada una de ellas es independiente y en algunos casos puede ser sinérgico.

### Modelo de hábitat

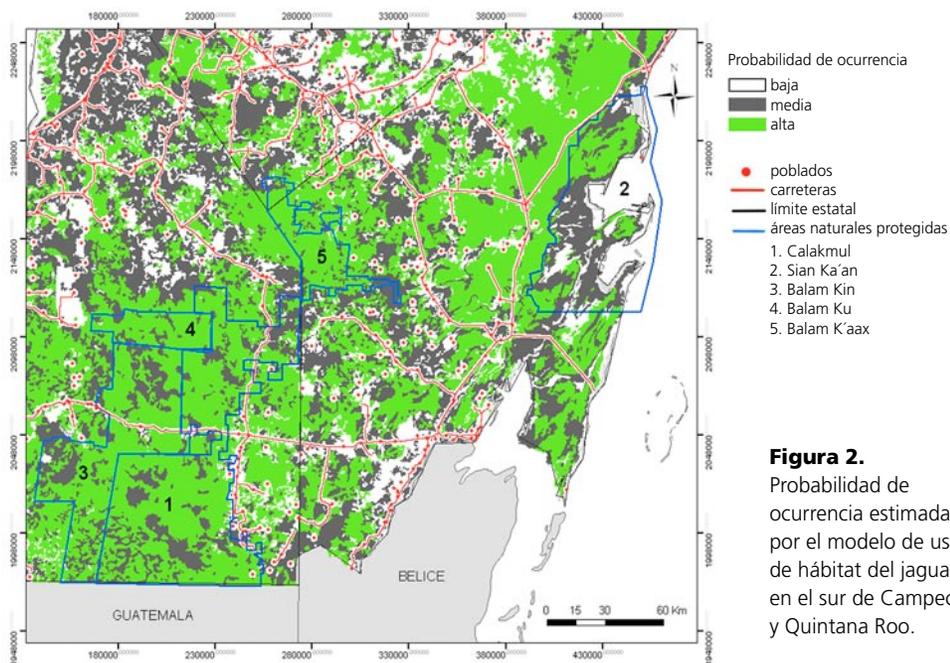
Usando las preferencias de uso de hábitat del jaguar se elaboró un modelo. El hábitat muy usado, posee una probabilidad de ocurrencia alta (0.6-1) y comprende aquellas áreas con selva alta y mediana, localizadas > 6.5 km de distancia de los poblados y a > 4.5 km de las carreteras. El hábitat usado tiene una probabilidad de ocurrencia media (0.2-0.6), comprende aquellos tipos de vegetación y uso de suelo que los jaguares usan según su disponibilidad, y que están entre 2 y 6.6 km de los poblados y 1 a 4.5 km de distancia de las carreteras. El hábitat poco usado presenta la probabilidad de ocurrencia menor (0-0.2), y esta caracterizado por el tipo de vegetación y uso de suelo que el jaguar evita, a < 2 km de los poblados y a un km de la carretera.

**Cuadro 3.** Superficie y porcentaje del hábitat usado por el jaguar dentro de las Áreas Naturales Protegidas presentes en el área de estudio

Área Natural Protegida	Área (ha)	Probabilidad de ocurrencia predicha ha (%)		
		Baja	Media	Alta
Reserva de la Biosfera Calakmul	723,185	4,906 (1.6)	158,385 (25.8)	447,830 (72.5)
Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	528,147	74,900 (21.5)	163,935 (47.6)	105,668 (30.8)
Zonas Sujetas a Conservación Ecológica Balam Kú	409,200	3,521 (1.0)	106,513 (30.8)	235,290 (68.1)
Zonas Sujetas a Conservación Ecológica Balam Kim	110,990	285 (0.3)	15,285 (15.3)	84,036 (84.4)
Área de Protección de Fauna y Flora Silvestre Bala'an ka'ax	128,390	1,570 (1.3)	24,500 (19.5)	99,540 (79.2)

El modelo de hábitat identificó la mayor parte del área de estudio como hábitat usado y hábitat muy usado para el jaguar. Grandes áreas de estos hábitats se localizan al sur, centro y este del área de estudio (Figura 2). Con base a las probabilidades de ocurrencia, se calculó el área que incluye el hábitat muy usado con 35 849 km<sup>2</sup> (45.8%), el hábitat usado 23 076 km<sup>2</sup> (29.4%), y el hábitat muy poco usado 19 387 km<sup>2</sup> (24.8%). La verificación del modelo indicó que el 96.5% de los puntos de jaguar se localizaron en el hábitat muy usado (56.8%,  $n = 176$ ) y hábitat usado (39.4%,  $n = 123$ ). En la etapa de validación, se observó la misma tendencia; el 96% de las ocurrencias de jaguares incidieron en el área comprendida como hábitat muy usado (57%,  $n = 177$ ) y hábitat usado (39%,  $n = 121$ ), tal como lo predice el modelo. Esto significa que el modelo es consistente, y tiene una confiabilidad alta para predecir el hábitat potencial del jaguar en las Selvas Mayas del sur de Campeche y Quintana Roo, México.

En las cinco Áreas Naturales Protegidas (ANP) que se encuentran en el área de estudio (Cuadro 3), se estimó que aproximadamente el 68% de su superficie es hábitat muy usado. Sin embargo, la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an solo mantiene entre 30% y 40% de este hábitat. Aunque, las ANP están protegiendo parte del hábitat necesario para el mantenimiento de jaguares en la región, estas áreas son probablemente insuficientes para garantizar su sobrevivencia a largo plazo. Es por lo tanto necesario desarrollar una estrategia de conservación que considere las áreas forestales que se encuentran fuera de las ANP, que mantengan las condiciones ecológicas necesarias para la sobrevivencia del



jaguar y de la biodiversidad regional (Daily *et al.*, 2003). El determinar los requerimientos de uso de hábitat del jaguar en ambientes influenciados por actividades humanas, permite entender sus preferencias de uso de hábitat, analizar como perciben los jaguares estos nuevos ambientes y determinar hacia donde se deben enfocar los esfuerzos de manejo y conservación (Hatten *et al.*, 2005; Ortega-Huerta y Medley, 1999).

En México cualquier estrategia de conservación del jaguar, debe de contemplarse desde una escala regional, tomando como piedras angulares las áreas naturales protegidas. Sin embargo, es necesario incorporar las áreas adyacentes, lo cual requiere estrategias sólidas que contemplen sus requerimientos biológicos, las principales amenazas y la realidad social de la región promoviendo proyectos sustentables como ecoturismo o la apicultura), con el fin de incrementar el bienestar social de la población local asignando un valor agregado a los recursos naturales.

## **Recomendaciones**

Es necesario que dentro de los programas de desarrollo locales y regionales, se incluyan criterios ecológicos y biológicos, para las futuras acciones. El considerar cual es el efecto de los intereses biológico, social y económico de la región, redundará en una mejor toma de decisiones. El incluir a las diferentes comunidades que están asentadas alrededor de las áreas naturales protegidas de la región, redundará en mejores perspectivas de conservación al interior de las reservas, minimizando con ello las posibles interacciones antagónicas entre las grandes especies y los humanos.

## **Agradecimientos**

El desarrollo de este trabajo se ha llevado a cabo con el apoyo de un gran número de personas e instituciones. El estudio se desarrollo en colaboración con Unidos para la Conservación y Sierra Madre hasta finales del 2004. El trabajo ha sido financiado por la Universidad Nacional Autónoma de México (DGAPA), Conacyt, Semarnat-Conacyt, Conabio, J. M. Kaplan Fund. Se contó con el apoyo de la beca para estudio de maestría de Conacyt (HZ) y de la Latin American Student Field Research Award de la American Society of Mammalogy (HZ). A Ecosafaris por el apoyo logístico prestado para el desarrollo del proyecto. Estamos extremadamente agradecidos con Carlos Manterola, Antonio Rivera, Francisco Zavala, Patricio Robles-Gil, Marcela Araiza y especialmente Dalia A. Conde, Fernando Colchero y Stuart Pimm quienes ayudaron a realizar parte de los análisis mediante una estancia de investigación para HZ en la Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University. Finalmente al Ejido Caoba por las facilidades prestadas para la realización del proyecto en su ejido y además a todas las personas que colaboraron en las temporadas de captura.

## DENSIDAD Y TAMAÑO DE LA POBLACIÓN DE JAGUAR EN EL NORESTE DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

JUAN CARLOS FALLER, CUAUHTEMOC CHÁVEZ,  
STACEY JOHNSON Y GERARDO CEBALLOS

### Resumen

El norte de la Península de Yucatán es una de las áreas prioritarias en México para la evaluación de la situación actual del jaguar. Las únicas investigaciones sobre la ecología y la conservación del jaguar en la península se han realizado 400 km al sur de esta provincia biótica, en las selvas más húmedas de Campeche y Belice. Del 2004 al 2006 se llevó a cabo un estudio con trampas-cámara en los humedales costeros de Ría Lagartos, en extremo nororiental de la Península, con objeto de evaluar la situación actual, densidad y tamaño poblacional. Las densidades obtenidas fluctuaron entre tres y seis jaguares por cada 100 km<sup>2</sup>. Se documentó en la región existen cerca de 4 000 km<sup>2</sup> de hábitat potencial para el jaguar. La población probable varía entre 120 y 240 jaguares. Es decir, la región mantiene una de las poblaciones más importantes del jaguar en México, por lo que es prioritaria para la conservación de la especie. Sin embargo, la región afronta actualmente serios problemas de conectividad con las otras porciones de las selvas mayas del sur principalmente debido a la infraestructura carretera. Las selvas hacia el oriente son ya prácticamente inexistentes por el avance de las fronteras agrícola y ganadera. Se requiere de una estrategia sólida de conservación para mantener al jaguar en la región a largo plazo.

Palabras clave: humedales costeros, jaguar, densidad de población, Península de Yucatán, Ría Lagartos, Yum Balam.

### *Abstract*

*The northern region of the Yucatan Peninsula is a priority area in Mexico for the evaluation of jaguar's conservation status. The only studies on the ecology and conservation of jaguar in the peninsula have been carried out 400 km south, in Campeche and Belize. This study was carried out with camera-traps in the coastal wetlands and tropical dry forest of Ría Lagartos, in the northeastern part of the peninsula from 2004 to 2006. Population densities varied from 3.2 to 6.18 jaguars per 100 km<sup>2</sup>. There are around 4 000 km<sup>2</sup> of jaguar habitat in the region. So, the jaguar population size probably varies from 133 to 266. Indeed, this is one of the most important jaguar populations in Mexico, so it should be considered a priority for conservation. The region has, however, severe environmental problems, and its connectivity with other forests to the south is already impacted by highways. The forests to the east are practically gone by the expansion of agriculture and cattle ranching.*

*Keywords: Coastal wetlands, tropical dry forests, jaguar, Yucatan Peninsula, Ría Lagartos, Yum Balam.*

## **Introducción**

La progresiva destrucción del hábitat, la cacería furtiva, las enfermedades y otros factores como la construcción de carreteras han causado la reducción paulatina del área de distribución del jaguar (*Panthera onca*) en México y otros países (Medellín *et al.*, 2002; Swan y Teer, 1989). Las probabilidades de conservación de la especie a largo plazo dependen en gran medida del mantenimiento del mayor número de poblaciones, por un lado, y de que esas poblaciones tengan el mayor número de ejemplares (Carrillo *et al.*, este volumen). En este sentido una estrategia fundamental para la conservación de la especie es la identificación de las áreas prioritarias para su conservación (Ceballos *et al.*, 2006; Sanderson *et al.*, 2002a, b). La conservación de esas áreas debe privilegiarse, incentivando las diferentes formas, que incluyen desde áreas naturales protegidas hasta el pago de servicios ambientales, el mantenimiento del jaguar, su hábitat y sus presas.

La distribución actual del jaguar esta relativamente bien establecida, aunque se desconoce en amplias regiones la situación que guardan sus poblaciones (e.g. Chávez y Ceballos, 2006; Núñez, este volumen). La persistencia del jaguar a nivel local y regional no solo tiene importantes implicaciones ecológicas por el papel que juega en las comunidades naturales, sino también implicaciones sociales dadas su relevancia cultural y sus conflictos con los ganaderos.

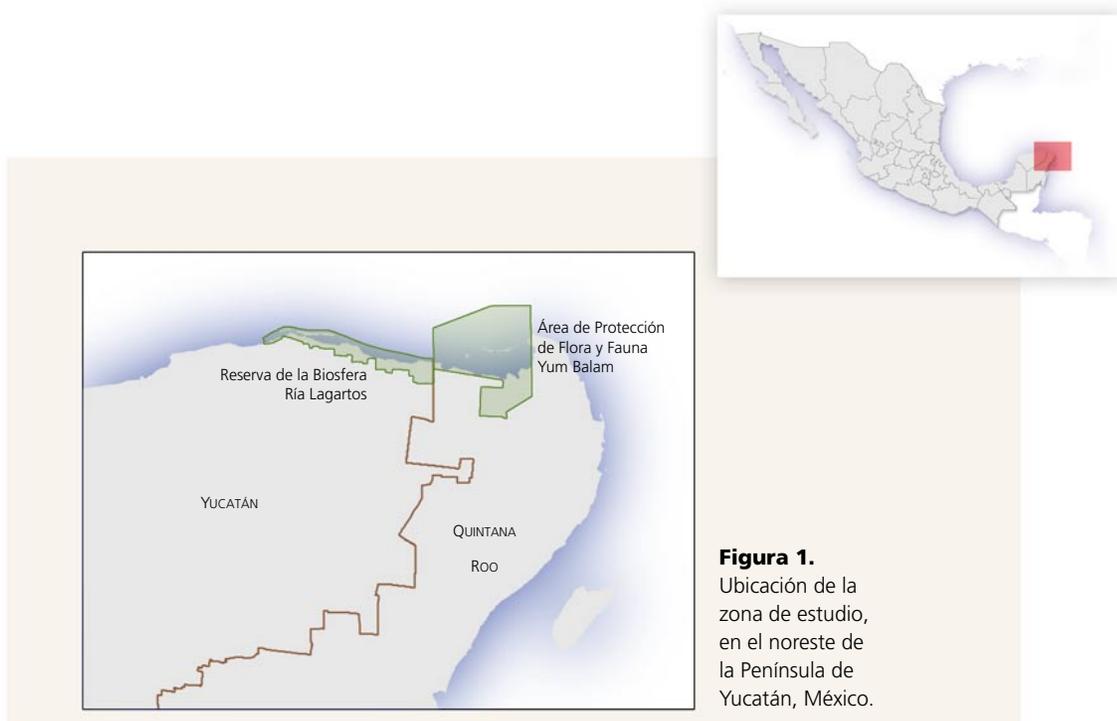
Estudios recientes han identificado a regiones prioritarias para la conservación del jaguar en México (Ceballos *et al.*, 2006; Sanderson *et al.*, 2002c). La población más numerosa se encuentra en el sur de la Península de Yucatán, en la región de Calakmul en Campeche y Quintana Roo (Ceballos *et al.*, 2002; Chávez *et al.*, este volumen). Esa población tiene excelentes posibilidades de sobrevivencia a largo plazo, sobretodo si se logran consolidar la serie de reservas biológicas establecidas en la región de Calakmul y mitigar los impactos ambientales regionales como la deforestación y la construcción de carreteras en las siguientes décadas (Conde *et al.*, 2006; Chowdhury, 2007; Vester *et al.*, 2007; Zarza *et al.*, este volumen).

La situación del jaguar en otras regiones de la Península de Yucatán es desconocida, ya que aunque persiste actualmente, se tiene poca información sobre su densidad y el tamaño de sus poblaciones (Navarro-Serment *et al.*, este volumen). El norte de la península aún mantiene extensas áreas de hábitat en buen estado de conservación pero se desconoce la situación actual del jaguar. Por este motivo la región ha sido considerada como una área prioritarias para evaluar la situación actual del jaguar (Ceballos *et al.*, 2006; Sanderson *et al.*, 2002c). Por lo tanto, en este estudio se presenta un análisis sobre la densidad y tamaño de la población del jaguar en la región de Ría Lagartos. El objetivo del estudio fue determinar si existe una población de jaguar en la región y si esta tiene probabilidades de sobrevivencia a largo plazo.

## Área de estudio

El área de estudio se encuentra en las porciones este y sureste de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos (RBRL) y su zona de influencia. La región se localiza en el noroeste de la Península de Yucatán, entre las longitudes 87° 30' y 87° 40' Oeste, y las latitudes 21° 15' y 21° 30' Norte (Figura 1). Aproximadamente 40% de la superficie se encuentra dentro de la RBRL y el resto en su zona de influencia sureste, que incluye la reserva privada “El Zapotal” (23.5 km<sup>2</sup>) y tierras de ejidos vecinos. La RBRL forma parte de un sistema de humedales que incluye a otras dos reservas costeras, que son el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB) y la Reserva Estatal Bocas de Dzilam (REBD), juntas contienen aproximadamente 1 400 km<sup>2</sup> de selvas y humedales (PPY, 2005).

La topografía de la región se caracteriza por relieves planos o casi planos, con ligeras pendientes, formando parte de una plataforma caliza en la cual no existen corrientes de agua superficiales. El agua se filtra formando un manto freático de poca profundidad compuesto por grutas, corrientes subterráneas, cenotes, (cuerpos permanentes de agua dulce) y aguadas, que son cuerpos temporales de agua dulce (INE, 1999). Aunque la zona es considerada como trópico subhúmedo, en realidad forma parte de la franja de transición entre el trópico subhúmedo y el húmedo, por lo que algunos tipos de flora y fauna típicos de ambos ecosistemas pueden encontrarse en la región de estudio (Challenger, 1998). Más de la mitad (68%) del área de estudio se encuentra ocupada por selva mediana subperennifolia mayor de 20 años de edad; la ganadería y la agricultura ocupan



**Figura 1.** Ubicación de la zona de estudio, en el noroeste de la Península de Yucatán, México.

aproximadamente un 7%, y el resto es una combinación de selva baja inundable (4%), sabanas naturales (4%), vegetación secundaria de menos de 15 años de edad (7%), y parte de un sistema de marismas, manglares y petenes. (García-Contreras y Vera, 2004)

La precipitación promedio varía desde los 700 mm (al norte) hasta los 1100 mm (al sur) (García-Contreras y Vera, 2004). Las lluvias caen en dos estaciones claramente diferenciadas; de junio a noviembre (70% de la lluvia total anual) y de diciembre a mayo (30% restante de lluvia). La temperatura media mensual es de aproximadamente 26°C y la oscilación térmica de 3°C (INE, 1999). Durante los meses de noviembre a agosto los vientos son moderados. Sin embargo, a partir de septiembre-octubre se considera época de huracanes con vientos superiores a los 120 km/hr. De 1957 a 1996, 9 huracanes tropicales pasaron sobre la región, en promedio uno cada 4.3 años (INE, 1999).

Dentro del área de estudio está establecido el poblado de Tesoco Nuevo, con aproximadamente 300 personas, y cinco rancherías donde habitan entre 30 y 40 personas (INEGI, 2000; Urquiza y Ku, 2004). Hasta hace unos cien años todo el noreste de la península estaba prácticamente deshabitado (Reed, 1971), cubierto principalmente por selva mediana subperennifolia en un estado sucesional tardío (PPY, 2005). En la década de 1930 se inició la extracción de madera de modo industrial (F. Faller, com. pers.), y a partir de la década de 1950 la ganadería inició su expansión, teniendo un auge entre 1970 y 1990 (Fraga y Cervera, 2003).

## Métodos

Para llevar a cabo la evaluación de la presencia y densidad del jaguar se usaron 18 a 27 estaciones de trampas-cámara por año. El uso de estas trampas se ha convertido en una herramienta importante para el monitoreo de especies terrestres raras y crípticas en las selvas tropicales (Azuara y Medellín, este volumen; Wallace *et al.*, 2003). En el caso del jaguar se han aprovechado los patrones individuales de manchas para obtener estimaciones del tamaño poblacional con modelos de captura/marcación/recaptura (Silver *et al.*, 2004). Las trampas cámara fueron de la marca DeerCam® modelo DC-200; sólo una fue de la marca Camtrakker®. Ambos modelos funcionan con disparadores clasificados como “pasivos” ya que constan de una sola unidad, con sensores que detectan el calor corporal y el movimiento de los animales que pasan frente a la cámara (Lynam, 2002). Las trampas-cámara se ubicaron en un cuadrante de 100 km<sup>2</sup>, utilizando un muestreo aleatorio estratificado, con ciertos criterios de discriminación. Se utilizó una imagen satelital georreferenciada reciente (2003) de 2 metros de resolución, y con el programa Arcview® se cuadrículó la superficie en parcelas de 1 km<sup>2</sup>, que representan aproximadamente el 10% del área de actividad mínima de un jaguar en una temporada, según datos obtenidos en una región relativamente cercana (Ceballos *et al.*, 2002; Lynam, 2002). Las parcelas se agruparon en cuatro grupos de entre 23 y 27 unidades, que se denominaron secciones.

Los criterios para la selección de las parcelas de muestreo de 1 km<sup>2</sup> debían cumplir los siguientes requisitos. Que la vegetación muy abierta (potreros, sabanas, ó vegetación

en estados sucesionales de menos de 10 años) no ocupara más del 50% de su superficie. Que no existieran caminos transitados regularmente por parte de los pobladores locales, y que no hubiera parcelas cultivadas, ya que el riesgo del robo de las cámaras se incrementa sustancialmente en estas circunstancias. Los sitios tenían que ser accesibles y sus bordes no estar muy alejados (menos de 1.5 km) de los caminos y brechas conocidas o identificables en la imagen de satélite. Todas las parcelas se seleccionaron aleatoriamente.

En la primera fase de la temporada de campo del 2004, que abarcó el periodo de febrero a julio, se escogieron seis parcelas en la sección 1, 2 y 3. En la sección 4 solo se escogieron tres parcelas. Dentro de cada parcela se ubicó una trampa-cámara en cada uno de los cuatro vértices de un cuadrado interior concéntrico, que se denominó como estación de foto-trampeo. El lugar de instalación de cada cámara se seleccionó tomando en cuenta factores como la presencia de huellas, el curso de veredas de animales silvestres, y la ubicación de cuerpos de agua, para maximizar las posibilidades de tomar la fotografía. Se programaron las cámaras para estar activas las 24 horas del día. Cada sección fue utilizada por un lapso de entre cuatro y seis semanas. Debido a fallas en las cámaras, en algunas estaciones de foto-trampeo sólo se colocaron tres cámaras.

La segunda fase de la temporada de campo del 2004 se implementó con el fin de recabar información que pudiera complementar los datos obtenidos en la fase anterior se instalaron 10 cámaras en distintos puntos de la Sección 1, que se encuentra en la reserva privada “El Zapotal”, que no fueron cubiertos en la primera fase, principalmente sobre caminos en los que frecuentemente son halladas huellas y rastros de felinos.

En el 2005 se modificó el diseño para utilizar como patrón de instalación de las trampas-cámara una red hexagonal de 3 km por lado, trazada con Arcview®, sobre la imagen satelital georreferenciada. Se siguió el método sugerido por Sanderson (2003), tomando en cuenta la estimación del área de actividad mínima del jaguar en la península (Ceballos *et al.*, 2002; Lynam, 2002). La red hexagonal fue establecida de tal manera que los vértices y los centros de los polígonos coincidieran lo más posible con sitios con la mayor probabilidad de paso de jaguar. De esta forma se seleccionaron 15 sitios para instalar estaciones de foto-trampeo, cada una de ellas consistente de un par de trampas cámara colocadas frente a frente. Éstas fueron activadas durante la segunda semana de mayo, y se mantuvieron en funcionamiento hasta el mes de julio.

En 2006, debido a las limitaciones impuestas por el paso de dos huracanes la red de estaciones de foto-trampeo, con dos cámaras por estación, se limitó a 8 sitios, con distancias entre estaciones 0.9 a 1.6 km. Estos sitios fueron seleccionados haciendo uso de la información obtenida en las dos temporadas anteriores, con el fin de maximizar las probabilidades de captura. La red de foto-trampeo funcionó entre mayo y julio.

## **Análisis de datos**

Para la interpretación de resultados de la temporada 2004 se definió como “centro efectivo de foto-trampeo” la ubicación del punto central de las parcelas de 1 km<sup>2</sup> donde se instaló el conjunto de tres o cuatro cámaras de cada estación de foto-trampeo. El esfuerzo

de muestreo fue el número de días de cada estación de foto-trampeo estuvo en operación. Para cada uno de los años muestreados se utilizó como periodo de captura el lapso de 24 horas, independientemente del desfase de uno o dos días entre cada una de las estaciones de muestreo. Para la estimación de densidad de la población, se construyeron las historias de captura-recaptura de jaguares para cada uno de los tres años muestreados (2004, 2005 y 2006). Los datos obtenidos fueron acomodados en matrices de ceros (ausencia) y unos (presencia), donde cada columna corresponde a un día de esfuerzo de captura, y cada renglón corresponde a un individuo de jaguar. Este arreglo de la información se hizo para procesar los datos con el programa CAPTURE y obtener una estimación del tamaño de la población del jaguar (Otis *et al.*, 1978; Rexstad y Burnham, 1991). En el caso del año 2004, sólo se utilizó la información de capturas-recapturas obtenida durante la Fase 1, usando el método seguido por Karanth y Nichols (2002) y Silver *et al.* (2004).

Para estimar el tamaño del área efectiva de muestreo para cada año, se calculó el promedio de las distancias máximas de movimiento (MMDM siglas en inglés) entre cámaras por parte de los individuos de jaguar durante los tres años, y la mitad de esta distancia ( $\frac{1}{2}$  MMDM) fue usada como el radio con el cual se trazó un círculo alrededor de cada posición de cámara-trampa (Dice 1988; Wilson y Anderson, 1985). El polígono formado con la sobre posición de estos círculos constituyó el área de muestreo total de la red de trampas cámara. La superficie total de esta área efectiva de muestreo fue calculada utilizando el programa ArcView®, por medio de las herramientas X-Tools y Spatial Analyst. El número de jaguares capturados cada año fue dividido entre la superficie del área efectiva de muestreo para obtener la densidad de jaguares. Este método de valoración ha sido detallado extensivamente en otras publicaciones (Di Bitetti *et al.*, 2006; Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998; Nelly, 2003; Maffei *et al.*, 2004; 2005; Silver *et al.*, 2004). Las estimaciones de densidad son resultado de una combinación del tamaño poblacional y las áreas efectivas de muestreo estimadas. Nosotros calculamos los errores estándar en las estimaciones de densidad, siguiendo a Nichols y Karanth (2002).

## Resultados y discusión

Los resultados indican que existe una población de jaguar relativamente grande en el área de estudio, ya que se obtuvieron 45 fotografías de un total de 8 individuos en los tres años de muestreo (Cuadro 1; Figuras 2, 3). Las distancias máximas de desplazamiento en un mismo año variaron entre 1.0 y 10.2 km, con una media de 4.8 km y una desviación estándar de 1.8 km, para estas distancias máximas de desplazamiento (Figuras 4, 5, 6).

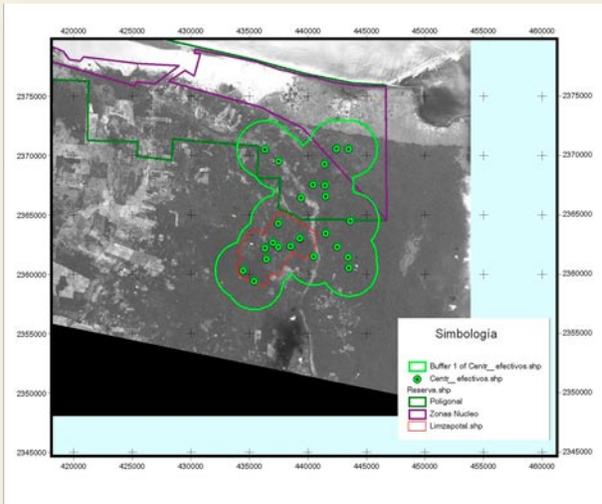
**Cuadro 1.** Captura de jaguares mediante trampas-cámara en la región de Ría Lagartos, Yucatán, entre 2004 y 2006

Individuo	Año 2004	Año 2005	Año 2006	Total
1.-Francisco	8	2	0	10
2.- Joann	1	0	0	1
3.- Jaguar 2	2	0	5	7
4.- Jaguar 3	2	4	0	6
5.- Jaguar 4	1	0	0	1
6.- Jaguar X	1	5	0	6
7.- Jaguar Y	0	0	13	13
8.- Jaguar Z	0	0	1	1
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>45</b>

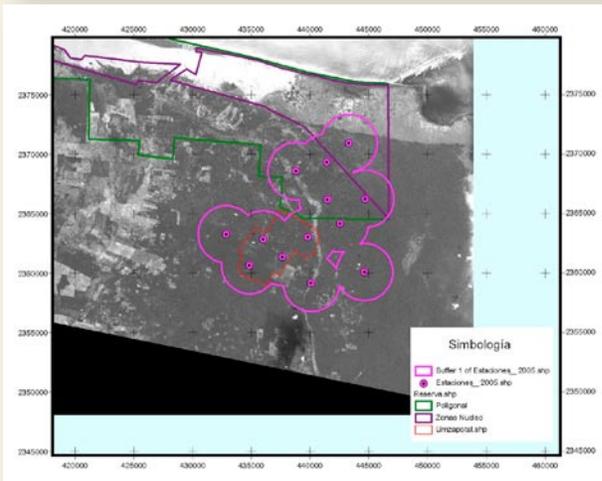


**Figura 2.** Fotografías de ambos costados del Jaguar Francisco (2004).

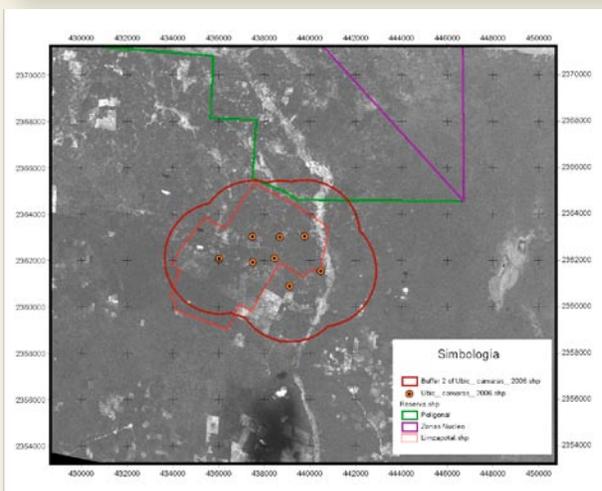
**Figura 3.** Fotografías de ambos costados del Jaguar 2 (2004).



**Figura 4.** Estaciones y área efectiva de muestreo durante 2004. Las coordenadas están en UTM (Zona 16).



**Figura 5.** Estaciones y área efectiva de muestreo durante 2005. Las coordenadas están en UTM (Zona 16).



**Figura 6.** Estaciones y área efectiva de muestreo durante 2006. Las coordenadas están en UTM (Zona 16).

Los modelos M (o) y M (h) del programa fueron CAPTURE los más adecuados para evaluar la densidad del jaguar en el sitio de estudio, ya que fueron los modelos que presentaron un mejor ajuste. Para los años 2004 y 2006 se utilizó el modelo con probabilidad de captura variable y para los datos de 2006 se usó el modelo M (o), como una estimación más conservadora, ya que existían grandes inconsistencias en las corridas realizadas con el modelo M (h) (Cuadro 2).

Las densidades estimadas fueron muy variables, ya que oscilaron entre 1.82 y 6.18 individuos por 100 km<sup>2</sup>. La variación en la densidad se debe probablemente a factores relacionados con el muestreo y factores naturales. Entre 2004 y 2005 hubo poca variación en el área efectiva de muestreo, pero hubo una diferencia notable en el esfuerzo del muestreo (Cuadro 2). Entre 2005 y 2006 hubo poca variación en el esfuerzo del muestreo en tiempo, pero una diferencia notable en el área efectiva de muestreo. La densidad obtenida en 2006, 1.82 ind/100 km<sup>2</sup>, es probablemente resultado del efecto del área efectiva de muestreo, la cual fue muy reducida (L. Maffei, com. pers.), por lo que el modelo no ajustó a una población cerrada. También es importante considerar el hecho de que en octubre de 2005, hubo un huracán de magnitud 5, que dañó severamente la vegetación e inundó durante varios meses la región, lo que pudo propiciar un reacomodo general de los territorios de los jaguares hacia la periferia de la zona más afectada, en donde se encuentra el área de estudio. Tomando en cuenta las consideraciones anteriores es importante enfatizar que las estimaciones de la densidad de población estimadas fueron similares a las obtenidas para la región de Calakmul, al sur de la península (Ceballos *et al.*, 2002; Chávez *et al.*, este volumen).

**Cuadro 2.** Resultados del foto-trampeo de jaguar en la región de Ría Lagartos, Yucatán, entre 2004 y 2006

	2004	2005	2006
Esfuerzo de muestreo	34 días	89 días	97 días
Prueba población cerrada	Z=-0.357 P=0.36	Z=-2.569 P=0.0051*	Z=0.46 P=0.68
Modelo	M(h)	M(h)	M(o)
Probabilidad de captura estimada	0.083	0.038	0.055
Población estimada con CAPTURE	6±0.63	3±0.28	3±0.16
Área de muestreo estimada (km <sup>2</sup> )	183	165	48.5
Densidad estimada (individuos/100 km <sup>2</sup> )	3.28±0.34	1.82±0.17	6.18±0.33

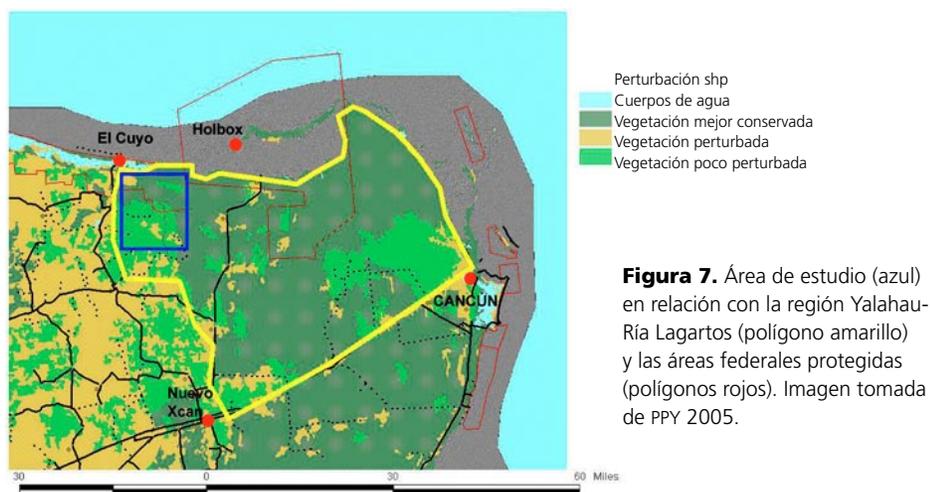
\* No se comportó como población cerrada

M(h)= modelo de Jackknife, probabilidad de captura heterogénea

M(o)= modelo de probabilidad de captura constante.

En el noroeste de la península existen 400 000 mil hectáreas de selva, incluyendo las de las reservas de Ría Lagartos y Yum Balam (Figura 7). Hasta antes de los huracanes de 2005 y de los incendios forestales de mayo de 2006, aproximadamente el 70% de las selvas de la región se encontraban en buen estado de conservación, y el resto presentaba grados de perturbación entre moderada y severa (PPY, 2005). Considerando una densidad de 3 y 6 individuos por 100 km<sup>2</sup>, es posible estimar con cautela una población aproximada de entre 120 y 240 jaguares en el noreste de la Península de Yucatán (Cuadro 3). Es decir, la región mantiene una de las poblaciones más importantes del jaguar en México, por lo que es prioritaria para la conservación de la especie.

Sin embargo, la región afronta actualmente serios problemas de conectividad con las otras porciones de las selvas mayas del sur. Las selvas hacia el oriente son ya prácticamente inexistentes, principalmente debido a la infraestructura carretera, a lo que se suma la continua degradación de los ecosistemas a lo largo de su trazo. La región se encuentra fragmentada al sur por un sistema de carreteras de diversas magnitudes. La mayor es la autopista que une las ciudades de Mérida y Cancún, en su tramo El Ideal-Cancún; la es-



**Figura 7.** Área de estudio (azul) en relación con la región Yalahau-Ría Lagartos (polígono amarillo) y las áreas federales protegidas (polígonos rojos). Imagen tomada de PPY 2005.

**Cuadro 3.** Tamaño poblacional en las áreas naturales protegidas en el noreste de la Península de Yucatán

Reservas	Superficie (km <sup>2</sup> )	Tamaño poblacional	
		3/100 km <sup>2</sup>	6/100 km <sup>2</sup>
Reservas de los humedales del norte de la Península de Yucatán (RHNY)	1 400	42	84
Región Yalahau-Ría Lagartos (incluyendo RHNY)	4 000	120	240

Las RHNY son: La Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos, Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y la Reserva Estatal Bocas de Dzilam.

quina suroriental está ocupada por la ciudad de Cancún. El borde poniente de la matriz lo forma una línea imaginaria que va del puerto de El Cuyo al poblado de El Ideal; esta línea puede considerarse como el límite oriental de la frontera agropecuaria de Yucatán (Figura 7; Lazcano *et al.*, 1995). A pesar de esto, la región se conecta con las selvas que se extiende de manera casi continua hasta las reservas de la biosfera de Calakmul y Sian Kaán (ver también los capítulos de Chávez *et al.* y Navarro *et al.*, este volumen).

Por lo tanto, es indispensable llevar a cabo una evaluación para determinar las medidas de conservación, mitigación y restauración que son necesarias para evitar se siga perdiendo la conectividad de las selvas del norte y sur de la península. En especial se deben plantear los corredores, con pasos de fauna en las carreteras, que permitan aumentar y restablecer esa conectividad. De eso dependerá en gran medida la posibilidad de mantener a largo plazo una población viable de jaguar en el norte de la Península de Yucatán.

### **Agradecimientos**

A los ejidatarios y comunidades de Nuevo León, El Limonar, Tesoco Nuevo, Tekal Nuevo, El Nuevo Mundo y Santa María, del municipio de Tizimín, Yucatán, por toda su ayuda, interés y facilidades otorgadas para desarrollar el estudio en sus tierras. A Pronatura Península de Yucatán A.C., el Instituto de Ecología de la UNAM y el Zoológico de Fort Worth, por hacer posible este estudio. A la Asociación de Zoológicos y Acuarios de Estados Unidos (AZA), que a través de su Fondo para la Conservación proporcionó la mayor parte de los recursos financieros para este proyecto. Al Consejo de Conservación de Humedales de Norteamérica (NAWCA, por sus siglas en Inglés), el Servicio de Vida Silvestre y Pesca de los EEUU (USFWS), The Nature Conservancy (TNC), Grupo Modelo, Palm Beach Zoo, Albuquerque Biological Park, Oklahoma City Zoo, Erie Zoo, Tulsa Zoo and Living Museum, Sedgwick County Zoo, Dallas World Aquarium, Fort Worth Zoo American Association of Zookeepers Chapter, Wildlife World Zoo, y El Paso Zoo, por su apoyo financiero. A la Dirección de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos, por todas las facilidades y el apoyo prestados. A Joann Andrews y Robert Wiese, por sus consejos, entusiasmo e impulso constantes.



## EL JAGUAR EN YUM BALAM Y EL NORTE DE QUINTANA ROO

CARLOS J. NAVARRO SERMENT, JOSÉ FRANCISCO REMOLINA SUÁREZ  
Y JOSÉ JUAN PÉREZ RAMÍREZ

### Resumen

El Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, ubicada en el extremo norte de Quintana Roo, forma parte de una de las regiones prioritarias para la conservación del jaguar. El área se encuentra en excelente estado de conservación y comprende las selvas tropicales bajo protección más norteñas del continente. Es una de las zonas en donde la conservación del jaguar tiene mayores posibilidades de éxito a largo plazo. Desde 2004, se ha evaluado la presencia de jaguar, por medio de entrevistas con habitantes de la región y registros, así como información sobre el hábitat e interacciones con actividades pecuarias en Yum Balam, su zona de influencia y con el resto de las principales reservas de la mitad norte de Quintana Roo. Se recopilieron 149 registros de jaguar en la región, de los cuales hubo 70 en Yum Balam, lo que demuestra la presencia de jaguar en la mayor parte del área, incluyendo las zonas intermedias entre las principales reservas. Sin embargo, el escaso manejo del ganado, la falta de información sobre la importancia biológica del jaguar, la inadecuada aplicación de la ley, la escasa vigilancia y la pérdida del respeto tradicional de la cultura maya hacia la especie: propician la cacería ilegal. Asimismo, la pérdida de hábitat en la región debido al desarrollo de la frontera urbana, agropecuaria y turística es muy acelerada, por lo que es de suma importancia tomar medidas tendientes a evitar la fragmentación.

Palabras clave: jaguar, Yum Balam, Otoch Maax Yetel Kooh, Sian Ka'an, Quintana Roo, conservación, depredación.

### Abstract

*The Yum Balam Flora and Fauna Protected Area is located on the extreme north of the state of Quintana Roo, is part of one of the priority zones for jaguar conservation. The area shows an excellent conservation state and includes the northernmost protected tropical forests in the continent. It is also one of the places where jaguar conservation has better chances to succeed in the long-term. Since 2004, interviews with local people have been conducted and jaguar records collected, as well as habitat data and information about interactions with human activities in Yum Balam, its influence zone and in the main protected areas from the northern half of Quintana Roo. 149 jaguar records have been collected, 70 from Yum Balam, proving that the species is still present throughout the area, including those zones connecting the different reserves. However, the poor or non-existent cattle management, the lack of information*

*and law enforcement and the diminishing of the traditional Mayan respect for the jaguar, are causing the continued illegal hunting of the species. Habitat loss in the region due to the expansion of urban and tourist are taking place at a very fast rate; it is very important to take actions preventing habitat fragmentation.*

*Keywords: conservation, jaguar, predation, Otoch Maax Yetel Kooh, Quintana Roo, Sian Ka'an.*

## **Introducción**

El Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (APFFYB), cuya traducción en lengua maya es “señor jaguar”, cuenta con 154 052 hectáreas de extensión. Alberga una gran variedad de fauna silvestre, incluyendo a cinco especies de felinos. Está ubicada en el extremo norte del Municipio Lázaro Cárdenas en el estado de Quintana Roo, entre las coordenadas 21° 43' y 21° 14' N y 87° 32' y 87° 07' W. Yum Balam presenta un excelente estado de conservación en la mayor parte de su extensión, forma parte del macizo de selvas tropicales bajo un estatus de protección más norteño del continente. En la región, la situación del jaguar (*Panthera onca*) parece favorable, aunque se desconocen todavía aspectos muy importantes de su biología, como su densidad de población, abundancia y uso de hábitat (Sanderson *et al.*, 2002a).

Yum Balam se ubica en una de las ocho regiones de “Alta Prioridad para la Conservación del Jaguar” identificadas por el Subcomité Técnico Consultivo Nacional para el Manejo y Conservación del Jaguar (Ceballos *et al.*, 2006) y una de las “Áreas de Prioridad I” para la conservación de la especie (Chávez y Ceballos, 2006). Dicha región, junto con el resto del macizo forestal de la Península de Yucatán, conocido como “Selva Maya”, constituye una de las zonas en donde la conservación del jaguar puede tener mayores posibilidades de éxito a largo plazo. Otras áreas protegidas en el noreste de la Península, de importancia para la conservación del jaguar, son la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, el Área de Protección de Flora y Fauna Otoch Ma'ax Yetel Kooh en Quintana Roo y la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos en Yucatán (Semarnat-Conabio, 1995).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la situación del jaguar en el noreste de la Península de Yucatán con el fin de desarrollar herramientas y estrategias para su manejo y conservación especialmente en Yum Balam, Otoch Ma'ax Yetel Kooh y sus zonas de influencia.

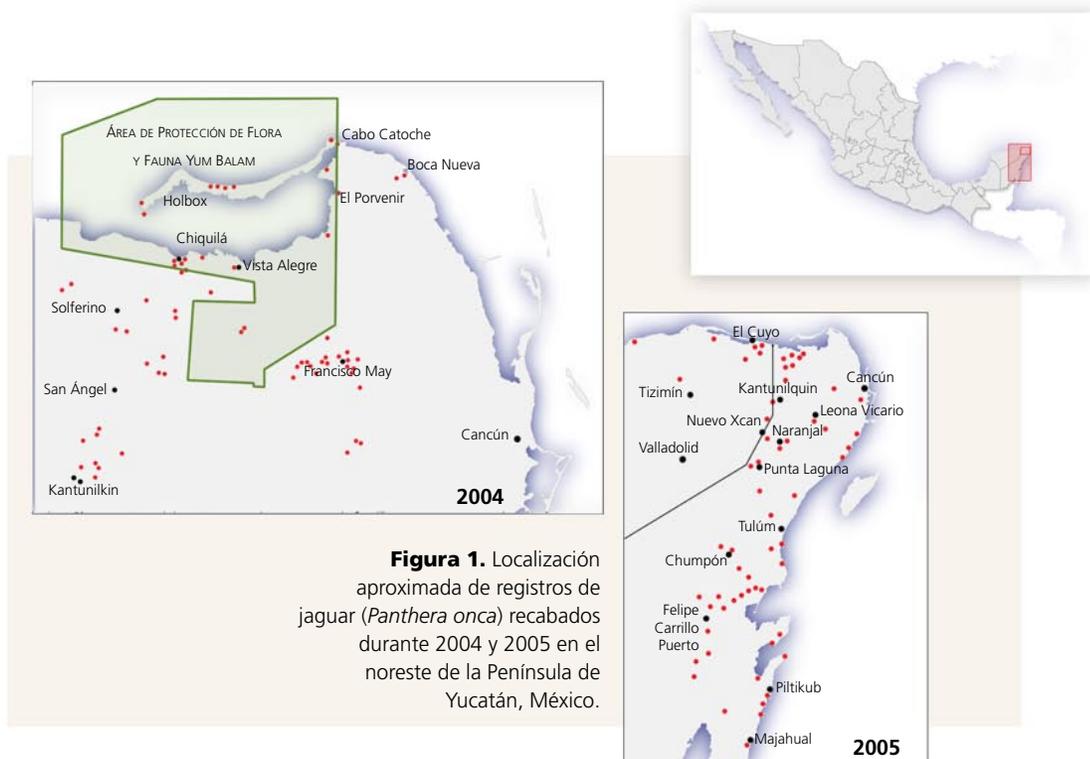
## **Métodos**

En 2004 y 2005 se llevaron a cabo entrevistas para determinar la presencia y situación actual del jaguar en las áreas naturales protegidas de Yum Balam, Sian Ka'an, Otoch Ma'ax Yetel Kooh, Ría Lagartos y zonas intermedias. Las entrevistas se llevaron a cabo de manera informal, pero de forma que el entrevistado respondiera a 20 preguntas básicas (Apéndice I) sobre individuos cazados u observados, y las condiciones como donde se obtuvieron como localidad, fecha y tipo de vegetación. En 2004 se realizaron 58 en-

trévistas en 13 pueblos y comunidades dentro de Yum Balam y su zona de influencia. En 2005 se hicieron 97 entrevistas en 40 ciudades, pueblos y comunidades, dentro y en las cercanías de Yum Balam, Otoch Ma'ax Yetel Kooh, Sian Ka'an, Ría Lagartos y zonas intermedias. Los registros recientes se obtuvieron por medio de huellas u otros rastros; se realizaron campamentos y recorridos a pie, en automóvil o en motocicleta por toda el área, principalmente al amanecer y al atardecer para maximizar la posibilidad de avistamientos (Karanth *et al.*, 2002). En varias localidades, carentes de espacios despejados adecuados o cuyo sustrato no era propicio para el marcado de huellas, se prepararon trampas de arena y lodo de aproximadamente 1.5 x 1.5 m a lo largo de senderos adecuados y se revisaron periódicamente por las mañanas. De manera permanente, se monitorean los casos de depredación sobre ganado o animales domésticos atribuidos a felinos, particularmente aquellos producidas por jaguar y puma en los poblados cercanos a Yum Balam y a Otoch Ma'ax Yetel Kooh.

## Resultados y discusión

Con base en las entrevistas y registros directos de huellas, pieles y fotografías, se recabaron 149 registros de jaguar en el noreste de la Península de Yucatán; 70 en la zona de Yum Balam, en donde el esfuerzo ha sido mayor (Figuras 1 y 2).



**Figura 1.** Localización aproximada de registros de jaguar (*Panthera onca*) recabados durante 2004 y 2005 en el noreste de la Península de Yucatán, México.

Las entrevistas realizadas muestran que continúa libremente la cacería ilegal de jaguar y otros felinos en la región. Se detectaron dos focos principales de cacería de jaguar, uno en las cercanías de la ciudad de Kantunilkin, cabecera municipal de Lázaro Cárdenas y otro, en la comunidad de Francisco May, ambos localizados en extremos opuestos del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Los 10 individuos cazados durante el 2004 (38% del total de registros para ese año) fueron muertos alrededor de estas comunidades. Kantunilkin es la comunidad más ganadera de la zona, y en los ranchos cercanos se reportan regularmente incidentes de depredación sobre el ganado doméstico por parte de jaguar y puma. Lo mismo ocurre en Francisco May, aunque ahí el ganado vacuno es muy escaso y las depredaciones se centran principalmente en borregos y cerdos. La defensa de los animales domésticos es citada como la principal razón de la caza. Las comunidades de Kantunilkin, por su mayor tamaño, y Francisco May, por su uso intensivo de los recursos naturales, ejercen una gran presión de caza en sus alrededores. La disminución de la base de presas silvestres de las que se alimentan los felinos silvestres, particularmente de venados y pecaríes, puede ser un factor desencadenante de las depredaciones sobre animales domésticos (Crawshaw, 2002; Treves y Karanth, 2003).

En dichas comunidades, la percepción sobre el jaguar de la mayoría de los habitantes es la de un competidor por las presas más solicitadas como carne de monte, especial-



**Figuras 2.**

Jaguares fotografiados en los límites del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, Quintana Roo.

mente venado cola blanca y pecarí de collar, lo cual contribuye a su mala aceptación. La mayor parte de los entrevistados considera a los borregos y becerros como componentes importantes de la dieta del jaguar. Estos animales están en los lugares quinto y sexto, respectivamente, entre una lista de 14 especies mencionadas; detrás del venado cola blanca, el tejón, el pecarí de collar y el tepezcuintle. En contraste, aquellas comunidades que son eminentemente agrícolas, pesqueras o de otro tipo, como Nuevo Durango, Chiquilá y San Pablo, muestran un menor rechazo a la cercanía del jaguar.

Por otra parte, las comunidades de Kantunilkin, San Pablo y Francisco May son las únicas en las que se mencionó la perspectiva de obtener un beneficio económico con la cacería del jaguar. Los entrevistados del resto de las comunidades no mencionaron la caza por negocio como una opción. Además del pago ofrecido por algunos ganaderos por matar felinos depredadores de animales domésticos (entre 500 y 5000 pesos), los cazadores venden la piel en la comunidad o en ciudades grandes como Cancún, Valladolid y Mérida. Los precios a los que el cazador vende una piel varían entre 800 y 10 000 pesos. Los colmillos también son cotizados, reportándole al cazador una ganancia de 200 - 300 pesos por colmillo.

Se observó una pérdida de la identidad cultural, ya que tradicionalmente en la cultura maya el jaguar representa a un ser sagrado: el más poderoso de los animales de la selva, al cual se admira y respeta. Actualmente, las comunidades están más expuestas a otras ideas, lo que ha provocado que el jaguar pase a ser considerado como otro animal, al que se le puede cazar impunemente. Esto constituye otro factor desencadenante de las depredaciones de los animales domésticos, el número de jaguares heridos por armas de fuego. La mayoría de las personas que transita por las brechas rumbo a sus milpas le disparan a cualquier felino que se les atraviese. Sin importar si son responsables de ataques a ganado o no, son muertos innecesariamente pueden quedar heridos o incapacitados para cazar presas naturales por lo que se enfoca a las presas fáciles de capturar como los animales domésticos (Hoogesteijn *et al.*, 2002).

Otro factor determinante en las depredaciones del jaguar y puma en la región tiene que ver con el manejo del ganado. La mayor parte de los ranchos ganaderos son familiares y pequeños, con un escaso o casi nulo manejo de los animales. El ganado permanece la mayor parte del tiempo al aire libre, en potreros que normalmente están delimitados sólo por una cerca de alambre de púas. Dependiendo de las posibilidades de cada propietario y la extensión de terreno disponible, el ganado bovino, equino y ovino puede ser movido de un potrero a otro según la disponibilidad de pastos. En el caso del ganado bovino, muchos ganaderos y pequeños propietarios no tienen una temporada de monta y no tienen planes sanitarios ni registros de palpaciones, partos y mortalidad. Comúnmente, las vacas a punto de parir permanecen en el mismo potrero que el resto del ganado y una vez nacidos los becerros no son reubicados en un corral especial. Muchos potreros colindan directamente con la selva y ésta comienza inmediatamente tras el cerco de alambre, si no es que dentro del mismo potrero. Los cerdos domésticos e incluso los borregos pueden deambular libremente en las cercanías de las casas, al igual que galli-

nas y guajolotes. El escaso o nulo manejo de los animales domésticos propicia numerosas circunstancias para la depredación (Hoogsteijn *et al.*, 2002; Shivik, 2006).

Es importante que instancias gubernamentales y organizaciones no gubernamentales, lleven a cabo campañas de difusión y educación sobre el manejo adecuado del ganado entre los habitantes de la región para poder revertir esta tendencia, así como de la importancia del jaguar para lograr la protección de la especie y garantizar su supervivencia.

El avance de la frontera agropecuaria y la industria turística, particularmente a lo largo de la porción noreste de la península en la costa caribeña de Quintana Roo ha ocasionado que la fragmentación del hábitat esté incrementándose rápidamente (Roy Chowdhury, 2006; Turner II *et al.*, 2001). En estas zonas las áreas naturales protegidas constituyen un bastión de protección muy importante. En el presente estudio se encontraron numerosos registros de jaguar y otros felinos provenientes del interior y los alrededores de Sian Ka'an, Yum Balam y Otoch Ma'ax Yetel Kooh; sin embargo, es de crucial importancia mantener las condiciones de conectividad del hábitat para que en un futuro la reserva no quede aislada y pueda existir un flujo poblacional entre las reservas del norte y Sian Ka'an, así como con las áreas naturales protegidas del sur de la Península de Yucatán, como la Reserva de la Biosfera Calakmul. Asimismo, para el éxito a largo plazo de la conservación del jaguar, es de vital importancia la creación e implementación de un plan de conservación regional que involucre a las áreas naturales protegidas, los ejidatarios, y habitantes locales, así como a la sociedad civil.

## Apéndice I

### Cuestionario básico aplicado durante las entrevistas a pobladores locales.

- 1.- ¿Sabe si hay jaguares por aquí (dentro de los últimos 5 años)?
- 2.- ¿Cómo sabe que hay jaguares por aquí?
- 3.- ¿Sabe si los jaguares se están reproduciendo (y cómo lo sabe)?
- 4.- ¿Cree que haya más jaguares, menos o igual que antes?
- 5.- ¿Cuáles especies cree que sean las principales presas del jaguar?
- 6.- ¿Cree que sea bueno, malo o es igual, que haya jaguares?
- 7.- ¿Por qué cree que sea malo?
- 8.- ¿Por qué cree que sea bueno?
- 9.- ¿Por qué se caza al jaguar?
- 10.- ¿El jaguar mata animales domésticos?
- 11.- ¿Usted le dispararía a un jaguar si tuviera una oportunidad?
- 12.- ¿Cree que sea bueno, malo o es igual, que haya pumas?
- 13.- ¿Por qué cree que sea malo?
- 14.- ¿Por qué cree que sea bueno?
- 15.- ¿Cree que sea bueno, malo o es igual, que haya tigrillos?
- 16.- ¿Por qué cree que sea malo?
- 17.- ¿Por qué cree que sea bueno?
- 18.- ¿Cree que sea bueno, malo o es igual, que haya jaguarundis?
- 19.- ¿Por qué cree que sea malo?
- 20.- ¿Por qué cree que sea bueno?

## Apéndice 2

### Localidades en donde se llevaron a cabo entrevistas

Comunidades visitadas	Municipio	Estado
Tres Reyes	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo
Santa Amalia	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo
Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo
Uh-may	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo
Rancho Alegre	Solidaridad	Quintana Roo
Pulticub	Othón P. Blanco	Quintana Roo
Tulúm	Solidaridad	Quintana Roo
Cobá	Solidaridad	Quintana Roo
Pino Suárez	Solidaridad	Quintana Roo
Muyil-Chuyaxché	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo
Chunpón	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo
Chun-on	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo
Chun-ya'a	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo
Rancho Grande	Solidaridad	Quintana Roo
Xpu-ha	Solidaridad	Quintana Roo
Playa Maroma	Solidaridad	Quintana Roo
Ejido Playa del Carmen	Solidaridad	Quintana Roo
Ejido Puerto Morelos	Benito Juárez	Quintana Roo
Central Vallarta	Benito Juárez	Quintana Roo
Ejido Bonfil	Benito Juárez	Quintana Roo
Ignacio Zaragoza	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
San Francisco	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
San Cosme	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
Naranjal	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
El Ideal	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
Cedral	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
Tres Reyes	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
Nuevo Xcan	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
Punta Laguna	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
Nuevo Durango	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
Campamento Hidalgo	Valladolid	Yucatán
Punta Laguna	Valladolid	Yucatán
Tizimín	Tizimín	Yucatán
Sucopa	Tizimín	Yucatán
Colonia Yucatán	Tizimín	Yucatán
El Cuyo	Tizimín	Yucatán
Kantunilkin	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
San Ángel	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
Solferino	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
San Eusebio	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
Chiquilá	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo

**PARTE II**

**CONSERVACIÓN Y MANEJO**



## PRIMER CENSO NACIONAL DEL JAGUAR

CUAUHTÉMOC CHÁVEZ, GERARDO CEBALLOS,  
RODRIGO MEDELLÍN A. Y HELIOT ZARZA

### Resumen

Las prioridades de conservación de especies que tienen grandes áreas de actividad, como los jaguares, deben de planearse a diferentes escalas (local a geográfica), además de tomar en cuenta el tamaño del área de actividad, el área de distribución y los distintos hábitat, y sus posibles interacciones con las actividades humanas. El Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (CENJAGUAR), pretende realizar una estimación del jaguar y sus presas en sitios prioritarios para su conservación. Para ello se usará la técnica de trampas-cámara, que ha sido ampliamente usada para estimar las poblaciones de jaguar y también las abundancias de sus presas. Se recomienda una densidad de tres estaciones de muestreo por cada 9 a 16 km<sup>2</sup> para el jaguar y sus presas con grandes áreas de actividad. Para las presas con áreas de actividad pequeña se recomiendan nueve estaciones en 0.2 km<sup>2</sup>. Se recomienda el uso de modelos de captura-recaptura para analizar los aspectos demográficos; sin embargo, se deben considerar aspectos como el tamaño de la muestra para generar una estimación estadísticamente robusta de densidad. El CENJAGUAR es el primer esfuerzo para llevar a cabo una evaluación de su situación poblacional a nivel nacional en México. No se han realizado estudios similares de esta magnitud en ningún otro país donde habita el jaguar. En este sentido, el proyecto marcará nuevos estándares para la conservación de la especie a nivel mundial. Esta información servirá para determinar las áreas prioritarias para la conservación del jaguar a escala local (ejidos), regional (nivel estatal) y geográfica (nivel país). La estrategia identificará las áreas que deben tener un manejo compatible con la conservación del jaguar y sitios adecuados para establecer corredores biológicos que una a los sitios prioritarios.

Palabras clave: Censo nacional, estimación poblacional, presas, trampas-cámara.

### *Abstract*

*The priorities of conservation of species that have large home ranges, as the jaguars, have to be planned at different scales, besides bearing in mind the size of the area of activity, the distribution area and different habitat, and his possible interactions with the human activities. The National Census of the Jaguar and its Preys (CENJAGUAR) will estimate the population status of jaguar and its preys in priority sites for his conservation. Cameras-traps, which have been widely used to estimate the populations of jaguars, will be used to estimate abundances. A density of three sampling stations for every 9 to 16 km<sup>2</sup> for jaguars and preys with big areas of activity, whereas, for the preys with areas of small activity nine stations in 0.2 km<sup>2</sup>. We recom-*

*mend, the models' use of capture re-captures to analyze the demographic aspects; nevertheless, we must consider aspects to be the size of the sample to generate a statistically robust estimation of density, by what the use of indexes of abundance can be adapted, provided that the design this one standardized. The CENJAGUAR is the first effort to carry out an evaluation of his population national situation. There have not been realized similar studies of this magnitude in any other country where he inhabits the jaguar. In this respect, the project will mark new standards for the conservation of the species worldwide. This information will serve to determine the priority areas for the conservation of the jaguar to local scale (common lands), regional (state level) and geographical (level country). The strategy will identify the areas that must have a managing compatible with the conservation of the jaguar and sites adapted to establish biological corridors that one to the priority sites*

*Keywords: National census, population estimate, prey, camera-traps.*

## **Introducción**

La mayoría de las poblaciones de grandes carnívoros se encuentran amenazadas o en peligro de extinción a causa de presiones antropogénicas (Treves y Karanth, 2003; Woodroffe y Ginsberg, 1998). A pesar de que el jaguar (*Panthera onca*) es una especie de amplia distribución, ha perdido más de la mitad del área que ocupaba históricamente debido a la destrucción y fragmentación del hábitat, junto con la cacería ilegal, la pérdida de sus presas y la presencia de enfermedades exóticas (Ceballos *et al.*, 2002; Chávez, 2006; Chávez *et al.*, este volumen; Sanderson *et al.*, 2002).

El jaguar está en peligro de extinción en México; sin embargo, se carece de una evaluación sólida y actualizada sobre el estado de sus poblaciones que permita diseñar estrategias adecuadas para su conservación (Ceballos *et al.*, 2006). Nunca se ha evaluado su situación de manera simultánea ni se ha determinado el tamaño de su población en todo un país. En el 2006 se llevó a cabo el segundo simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo en donde se reunieron cerca de 50 expertos de universidades, organizaciones sociales, el Gobierno Federal y la iniciativa privada. Una de las conclusiones de este simposio fue la necesidad de realizar acciones concretas en el ámbito nacional para reducir el riesgo de extinción del jaguar. Los resultados obtenidos en el simposio son la base para una estrategia de conservación de la especie a largo plazo, que contempla objetivos, metas y acciones concretas, incluyendo la realización de un censo nacional (Ramírez y Oropeza, este volumen).

El Primer Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (CENJAGUAR) tiene por objetivos evaluar la densidad poblacional del jaguar y sus presas en México, determinar el hábitat disponible del jaguar en México, e identificar los requerimientos para la conservación del jaguar y sus presas en los sitios prioritarios. Pretende evaluar la distribución y situación poblacional de la especie en áreas donde actualmente no se sabe si persiste o sus poblaciones son estables, si existe hábitat adecuado y presas suficientes para su supervivencia, y

en sitios identificados anteriormente como prioritarios (Ceballos *et al.*, 2006; Chávez y Ceballos, 2006; Zarza *et al.*, en este volumen).

El CENJAGUAR contempla el monitoreo de poblaciones de jaguar, sus presas y su hábitat, pero debido a su escala, para ponerlo en práctica se requiere un medio relativamente fácil y confiable, que permita estandarizar los datos demográficos. Si se mantiene a largo plazo, permitirá evaluar periódicamente la viabilidad de su hábitat y poblaciones. Si este esfuerzo se desarrolla paralelamente a otras acciones, como la atención al conflicto con el ganado, redundará en un mejor entendimiento de las relaciones jaguar-humano. Además, este tipo de acciones junto con programas nacionales, como Proarbol, las UMA (Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre) y el fomento para la conservación de su hábitat y su presas, redundarán en una mejor calidad de vida de los pobladores locales.

### **Protocolo estandarizado**

En un intento por estandarizar los diseños de muestreo, Silver *et al.* (2004) y Medellín *et al.* (2006) publicaron sendos protocolos para el estudio del jaguar que se basan en métodos originalmente aplicados al estudio del tigre (*Panthera tigris*) en India, empleando técnicas de captura-recaptura (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998; 2002; Lynam, 2002).

El primer protocolo enfatiza el uso de las trampas - cámara en la implementación de muestreos para estimar la abundancia de jaguar, utilizando los procedimientos establecidos de captura y recaptura para el análisis de poblaciones cerradas y el patrón de manchas del pelaje para identificar a los individuos en las fotografías. Con la fecha impresa en las fotografías, se pueden medir días o bloques de tiempo como eventos discretos de muestreo. Este protocolo ha sido utilizado con éxito para estimar la abundancia del jaguar y sus presas (Maffei *et al.*, 2004; Silver *et al.*, 2004; Weckel *et al.*, 2006). En México ha sido utilizado en tipos de vegetación tan diversos como el matorral xerófilo, la selva baja, la selva mediana y la selva alta (Azua, 2005; Azua y Medellín, este volumen; Ceballos *et al.*, 2005; López-González y Brown, 2002; Nuñez, *et al.*, 2000).

El segundo protocolo, que se desarrolló específicamente para México (Medellín *et al.*, 2006), es resultado de la mesa de trabajo sobre censos y monitoreos, del primer simposio "El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo" llevado a cabo en Cuernavaca, Morelos (Chávez y Ceballos, 2006). Incluye la estimación de la abundancia por diferentes métodos: 1) búsqueda de rastros y huellas, 2) uso de trampas-cámaras, 3) excrementos y análisis genético en laboratorio y 4) captura y radio telemetría.

### **Censo nacional del jaguar y sus presas**

Este es el primer esfuerzo para llevar a cabo una evaluación de la situación del jaguar a nivel nacional. No se han realizado estudios similares de esta magnitud en ningún otro país donde habita el jaguar. En este sentido, el proyecto marcará nuevos estándares para la conservación de la especie a nivel mundial. La información generada servirá para determinar las áreas prioritarias para la conservación del jaguar a escala local, regional (ni-

vel estatal) y geográfica (nivel país). La estrategia identificará las áreas que deben tener un manejo compatible con la conservación del jaguar y sitios adecuados para establecer corredores biológicos que unan a los sitios prioritarios.

## Diseño del censo

Para el diseño del censo se debe contemplar la evaluación preliminar de la presencia-ausencia del jaguar en sitios predeterminados. La base para la evaluación a nivel regional y nacional son las áreas prioritarias para la conservación del jaguar (Cuadro 1; Ceballos *et al.*, 2006). En donde se deben de contemplar reuniones previas con todas las instancias que pudieran estar involucradas en el proceso. Además del levantamiento de encuestas en donde se tengan o se recabe información básica sobre las condiciones socioeconómicas y de conocimiento de la fauna en general y del jaguar y sus presas en particular, y una verificación en el campo donde se corrobore la presencia de jaguares, y estandarización de los resultados de manera cualitativa y cuantitativamente. Para esto se tomará como base la evaluación sugerida en Medellín *et al.* (2006) en donde se dan todas las herramientas para realizar la evaluación.

Se debe de verificar la existencia de una población o individuos. Esta se realizará mediante búsqueda de rastros y huellas y uso de trampas-cámara. El uso de cámaras tiene suposiciones que requieren ser tomados en cuenta para realizar una correcta estimación (Karanth y Nichols, 2002). La base del censo es la utilización de trampas-cámara, además de ser el método más viable, factible y seguro para obtener la información que requerimos sobre abundancia y densidad del jaguar a través de su distribución en diferentes tipos de hábitat (Karanth y Nichols, 1998; Lynam, 2002; Medellín *et al.*, 2006). Para propósitos de este censo, una estación de muestreo consiste de una ó dos trampas-cámara puestas en un sitio. Una celda de muestreo es el área mínima de actividad de una hembra (9 km<sup>2</sup>) en un determinado tiempo, que para fines prácticos y de la evaluación, será de 20 días.

Para el CENJAGUAR, hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones en el diseño:

1. Todos los individuos dentro del área de muestreo tienen la misma probabilidad de ser capturados, e.g. fotografiados en una o más estaciones de trampeo durante el estudio. El diseño del estudio tiene que asegurar que no existan huecos dentro del área de muestreo, tales que un individuo pueda viajar dentro de su área de actividad y no tenga alguna probabilidad de ser fotografiado. Dentro de cada celda de muestreo, las trampas-cámara pueden ser puestas estratégicamente para maximizar la probabilidad de los eventos de captura, e.g. cerca de rascaderos, huellas, excretas, a lo largo de caminos de cacería y cerca de cuerpos de agua.

2. El tiempo y duración del muestreo se determinará considerando la estacionalidad climática y el acceso a la zona de muestreo. En la mayor parte de los sitios (Cuadro 1) es posible llevar a cabo un estudio de esta naturaleza en la temporada de secas (enero-mayo). Sin embargo, esto tendrá que ser definido en concordancia con cada investigador

con base en la estacionalidad, accesibilidad y conocimiento de los parámetros demográficos existente en la zona o en sitios similares. El trampeo con cámaras puede tomar un total de 20 a 90 días consecutivos. Un periodo de muestreo superior a 90 días consecutivos puede resultar en una violación del supuesto de población cerrada (Karanth y Nichols, 1998). Aunque existan pocos datos sobre la historia natural de jaguar las curvas de acumulación de nuevos individuos en ambientes tropicales muestran que el tiempo promedio para tomar fotos de jaguares en una estación de muestreo es aproximadamente 20 días (C. Chávez, datos no publicados). La revisión de las cámaras, será cada 10 días,

**Cuadro 1.** Regiones y estados donde de se realizará el CENJAGUAR en México

Región	Estado	Nombre	Institución/Organización
Norte	Sinaloa	Yamel Rubio	Universidad Autónoma de Sinaloa
Norte	Sonora	Gerardo Carreón	Naturalia A.C.
Norte	Sonora	Oscar Moctezuma	Naturalia A.C.
Norte	Sonora	Carlos Lopéz	Universidad de Queretaro
Norte	Sonora	Octavio C. Rosas Rosas	Colegio de Posgraduados, Unidad San Luis Potosí
Norte	San Luis Potosí	Octavio C. Rosas Rosas	
Norte	Tamaulipas	Arturo Caso Aguilar	Proyecto Felinos de México A.C.
Pacífico Centro	Jalisco	Rodrigo Núñez Pérez	Fundación Ecologica de Cuixmala A.C.
Pacífico Centro	Guerrero	Rodrigo Núñez Pérez	Fundación Ecológica de Cuixmala A.C.
Pacífico Centro	Michoacán	Ricardo Legaria	Gobierno del Estado de Michoacán
Pacífico Centro	Nayarit	Erik Saracho Aguilar	Hojanay A.C. Hombre Jaguar Nayarit
Pacífico Sur	Chiapas	Rodrigo A. Medellin	Instituto de Ecología UNAM
Pacífico Sur	Chiapas	Epigmenio Cruz	IHNE Chiapas (Sierra Madre de Chiapas)
Pacífico Sur	Oaxaca	Iván Lira Torres	Zoológico de Aragón
Pacífico Sur	Oaxaca	Diego Wooldrich/ Iván Lira Torres	Zoológico de Aragón
Península de Yucatán	Quintana Roo	Cuauhtémoc Chávez	Instituto de Ecología UNAM
Península de Yucatán	Quintana Roo	Gerardo Ceballos	Instituto de Ecología UNAM
Península de Yucatán	Quintana Roo	Heliot Zarza	Instituto de Ecología UNAM
Península de Yucatán	Quintana Roo	Marco Lazcano	El Edén
Península de Yucatán	Yucatán, Campeche	Juan Carlos Faller	Pronatura Península de Yucatán A.C.
Península de Yucatán	Quintana Roo	Francisco Remolina	ANP Yum Balam, Conanp
Península de Yucatán	Quintana Roo	Carlos Navarro	Onca A.C.

y la colocación y retiro de la cámara-trampa no debe de ser contada dentro del esfuerzo de muestreo.

3. Esfuerzo del muestreo dependerá del sitio. En ambientes con topografía accidentada será de 5 a 10 días para colocarlas y de 4 a 8 para retirarlas. Se pueden colocar de 2 a 3 estaciones de trapeo por día y de una por día en las que se encuentren lejos del campamento base. Esto depende mucho del tipo de vegetación y la accesibilidad del sitio. Hay que planear un promedio de 2 horas para colocar cada trampa-cámara.

4. El tamaño del área muestreada es fundamental. El programa CAPTURE trabaja mejor con poblaciones  $\geq 15-20$  individuos, lo que es poco viable en la mayoría de las situaciones debido a la baja densidad de jaguar y a las limitaciones logísticas y económicas. Se requiere un área mínima de muestreo de 64-200 km<sup>2</sup> para sitios con altas densidades (Figura 1; Medellín *et al.*, 2006). Las densidades mas altas registradas son de 7-9 individuos en 100 km<sup>2</sup> (Chávez, 2006; Chávez *et al.*, este volumen; Maffei *et al.*, este volumen). Las áreas con bajas densidades requieren un área mínima de muestreo de 400-750 km<sup>2</sup> (Figura 2). Esto es debido a que la densidad mínima registrada para jaguar es de menos de un individuo por cada 100 km<sup>2</sup> (S. Ávila, com. pers.; Paviolo *et al.*, 2005; Rosas-Rosas, en prensa; C. López-González, com. pers.).

5. El tamaño del área de muestreo puede ser determinado con base en las limitaciones logísticas, recursos de equipo y monetarios, disponibilidad del grupo de trabajo, o densidad del jaguar. Hay que determinar cuando se puede realizar un censo de muestreo o estimación de la abundancia. Se tiene que delimitar el área de muestreo dentro del hábitat adecuado y no adecuado para el jaguar. Un hábitat adecuado, puede definirse como un área que presenta cobertura vegetal y evidencias del uso del hábitat por jaguares, mientras que, uno no adecuado, es aquel en que existan muy pocas evidencias de presencia del jaguar. El área de muestreo se divide en celdas de muestreo de igual tamaño y no más grandes que el área de actividad mínima de una hembra adulta (10 a 65 km<sup>2</sup>), dependiendo del tiempo de muestreo y tipo de vegetación.

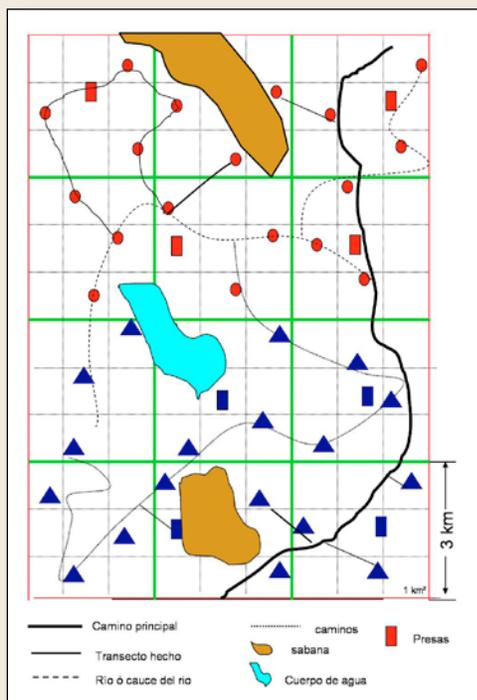
6. La distribución y el número de las trampas-cámara se debe hacer de la siguiente manera. Cada celda de muestreo puede tener 3 estaciones de muestreo espaciadas entre 1 a 4 km (Figura 1). En situaciones en las cuales la mayoría de las celdas de muestreo contienen hábitat no adecuado para el jaguar y dos estaciones de muestreo pueden estar relativamente cercanas, a menos de 1 km, se tendrá que utilizar solamente una estación de trapeo (Figura 2). Es necesario definir un límite para el número de estaciones de muestreo; incluso con 20 estaciones de muestreo solo se podría tener un área de 250 km<sup>2</sup> para ser muestreada simultáneamente. El estudio más importante a la fecha sobre la ecología del puma se realizó en un área de 2059 km<sup>2</sup> (Logan y Sweanor, 2001), que sugiere que el área adecuada destinada a monitorear nuestra población de jaguares en algunas áreas tendría que ser de 6000-8000 km<sup>2</sup>, lo cual logísticamente es muy difícil de realizar. Por otro lado, si las cámaras son movidas periódicamente o el tiempo de muestreo se extiende demasiado, podemos correr el riesgo de violar el supuesto de población cerrada.

El número mínimo de estaciones es de 18 en 100 km<sup>2</sup>; 3 estaciones por cada 16

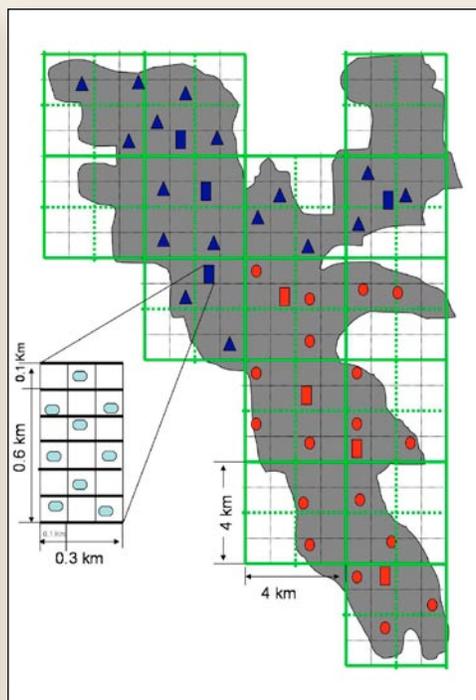
km<sup>2</sup>, que es el área de actividad mínima de una hembra en 20 a 60 días (C. Chávez, com. pers.; Soisalo y Cavalcanti, 2006). Por cada 9 estaciones, un mínimo de 4 deben tener dos cámaras (estaciones dobles). Por lo que como mínimo se necesitan 26 cámaras para el censo del jaguar, con un total de 18 estaciones (Figura 1).

## Presas

El muestreo con trampas-cámara ofrece la posibilidad de estimar la abundancia de las especies de presas, sobre todo en aquellas áreas donde los animales son difíciles de observar. Las cámaras pueden ser puestas a lo largo de senderos o rutas que los animales siguen para generar un índice de densidad de presas en términos del número de fotografías tomadas por esfuerzo de muestreo. Por ejemplo, el número de fotos de pecaríes/100 días trampa. Sin embargo, la amplitud de la relación del índice con la verdadera densidad



**Figura 1.** Figura 1. Diseño de muestreo con trampas-cámara en los cuales todo el hábitat tiene buena calidad o buena cobertura forestal. Cada celda de muestreo es de 9 km<sup>2</sup>. Los círculos y triángulos corresponden a la posición de las estaciones de foto trampa. El color rojo indica el primer periodo y el azul el segundo.



**Figura 2.** Diseño de muestreo en un área hipotética con clasificación de buena y pobre calidad de hábitat. El achurado es el hábitat de buena calidad y cada celda de muestreo es de 16 km<sup>2</sup>. Los círculos y triángulos corresponden a la posición de las estaciones de foto trampa. El color rojo indica el primer periodo y el azul el segundo. Se resalta el área para el muestreo de presas.

o abundancia de presas permanece desconocida (Karanth y Kumar, 2002). Debido a los hábitos de la mayoría de las presas potenciales del jaguar y a los tamaños de éstas, habrá dos tipos de áreas de muestreo, una para especies grandes que tienen áreas de actividad mínimas mayores a un km<sup>2</sup>. Para estas últimas las consideraciones del diseño de las trampas-cámara serán similares a las del jaguar, con algunas diferencias. El muestreo se realizará simultáneamente al del jaguar pero éste durará 10 días, que es el tiempo en que tarda un tepezcuintle en mover o cambiar su área de actividad (Beck-King *et al.*, 1999). La puesta de las trampas-cámara será de todas las estaciones de trampeo por día y como mínimo una celda de muestreo por día, sobre todo en aquellas que se encuentren lejos del campamento base. Esto depende del hábitat, así como de cuestiones de accesibilidad. El tamaño del área muestreada será de 0.2 km<sup>2</sup> para las especies pequeñas como seretes (*Dasyprocta punctata*), que esta es el área promedio de actividad mínima registrada para este tipo de especies (Beck-King *et al.*, 1999; Chew y Chew, 1970). El área de muestreo se dividirá en celdas de muestreo de igual tamaño y menores que el área de actividad mínima de una hembra adulta o un grupo de animales; en este caso sera de 0.2 km<sup>2</sup> (Figura 2).

Cada celda de muestreo tendrá 9 estaciones de muestreo espaciadas al menos 100 metros y un máximo de 300, cubriendo un área de 20000 m<sup>2</sup> (0.2 km<sup>2</sup>; Figura 2). Se tomará la cuadrícula de un kilómetro cuadrado, el cual se dividirá en una sub-cuadrícula de 20 cuadros de 100 x 100 m, donde se utilizarán 9 cuadros (600 x 300 m). Se considera que cada estación de muestreo cubre 100 m<sup>2</sup>. En donde se seleccionará el sitio que presente mayores probabilidades de que una presa pueda ser fotografiada, procurando evitar aquellos sitios que por sus características tengan una menor probabilidad de fotografiar a los animales. Es necesario definir un límite para el número de estaciones de muestreo mediante un muestreo experto, en el sentido de tomar los sitios y áreas con fragmentos de vegetación lo mas homogéneos posibles. El tener más estaciones y cubrir una mayor área, probablemente resulte en el que para algunas especies se registren grupos o poblaciones distintos. Existen varios estudios con cámaras que han calculado las frecuencias de ocurrencias ó densidades para todas las presas, sin considerar aspectos clave como áreas de actividad y patrones de uso de las presas, así como tamaños de éstas (e. g. Souza *et al.*, 2007; Srbek-Araujo y García, 2005). Además de que el muestreo generalmente



esta dirigido a presas potenciales mayores a un kilo (Oliveira, 2002).

Se usarán dos celdas de muestreo por cada tipo de vegetación, y si se considera el área de muestreo para el jaguar, se tendrán cuando menos ocho. Todas las estaciones tendrán una cámara, por lo que como mínimo se necesitan 18 cámaras para evaluar la abundancia relativa de las presas y 8 celdas de muestreo.

### Consideraciones finales

En general, la forma del área de trampeo dependerá de la calidad del hábitat, la topografía, ubicación de los caminos, ríos y senderos por donde se tendrá acceso. Se recomienda que el área de trampeo tenga una forma de mínimo borde. El tamaño del área de muestreo dependerá del sitio, la facilidad del traslado para colocar y revisar las cámaras, el número de cámaras con el que se puede contar y la densidad de los jaguares en el sitio. Se sugiere un área mínima de trampeo de 64 km<sup>2</sup>, con tamaños de celda de 9 km<sup>2</sup> para ambientes cerrados o con altas densidades de jaguares (e. g. tropicales) a 16 km<sup>2</sup>, para ambientes abiertos (e. g. matorrales xerófitos) o con bajas densidades de jaguares.

Posibles ejemplos de forma y ubicación aproximada de las trampas en un sitio de trampeo se describen a continuación. Una vez que se tiene un área suficientemente grande y con buena accesibilidad se puede empezar ubicando los posibles sitios para las trampas-cámara en un mapa, de manera que no queden grandes vacíos sin muestrear. Éstos se pueden geoposicionar y marcar en un mapa para después elegir algunos para tener la mejor distribución posible. En ciertos casos hay que abrir senderos para acceder a zonas donde quedaron huecos sin cámaras. Estos senderos deben ser abiertos con la mayor anticipación posible para que los animales se acostumbren a usarlas (Figura 1).

### Agradecimientos

Agradecemos el financiamiento de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la Semarnat, a la Alianza WWF-Telcel y a la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, a la Fundación del Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (FBBVA), el apoyo logístico del Instituto de Ecología de la UNAM, y la contribución con su experiencia y conocimiento a los participantes al Simposio El Jaguar en el Siglo XXI: situación actual y manejo.



PEspecies fotografiadas mediante el diseño de muestreo para bosques tropicales.



## FOTOTRAMPEO COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO DEL JAGUAR Y OTROS MAMÍFEROS EN LA SELVA LACANDONA, CHIAPAS.

DANAE AZUARA Y RODRIGO MEDELLÍN

### Resumen

La Selva Lacandona es una región prioritaria para la conservación de la biodiversidad en México. Por ello, es necesaria información sobre su estado de conservación y el seguimiento de poblaciones de especies sombrilla, como el jaguar. Con el trapeo fotográfico se puede obtener información sobre presencia y abundancia de distintas especies. Éste puede utilizarse como una herramienta importante para documentar el estado de conservación del bosque y afinar las decisiones de manejo y protección. El principal objetivo de este estudio fue diseñar un método de seguimiento para las poblaciones de mamíferos mayores de la Lacandona, particularmente del jaguar y sus presas. Se muestreó un área aproximada de 25 km<sup>2</sup>, utilizando entre 24 y 28 sitios de trapeo activos por ocho semanas (las últimas dos utilizando atrayentes olfativos) tanto en la temporada lluviosa como la seca. No se encontraron diferencias en las abundancias de mamíferos para ambas temporadas, ni con el uso del atrayente olfativo. Se reconocieron individualmente la mayoría de los felinos (1 jaguarundi, 5-6 tigrillos, 4 jaguares, 4 pumas y de 13 a 18 ocelotes). El fototrampeo resultó útil para estudiar la presencia y abundancia de mamíferos terrestres mayores en las condiciones de la Lacandona, particularmente de mamíferos difíciles de estudiar como los felinos y así, dar seguimiento a las poblaciones en esta área y compararlas con otras. En el caso del jaguar y puma, es necesaria una mayor área de muestreo y distancia entre trampas-cámara, para fotografiar un mayor número de individuos y estimar su abundancia.

Palabras clave: abundancia, foto trapeo, especies presa.

### Abstract

*The Lacandon forest is a biodiversity conservation priority in Mexico. Thus, information on its conservation status and monitoring of umbrella and flagship species, such as the jaguar, is needed. Camera trapping gives us information on presence and abundance of many species. It can be an important tool to document the conservation status of a forest and tune up management and protection decisions. The main objective of the study was to design a monitoring method for large mammal populations in the Lacandon forest, particularly for jaguar and prey species. Trapping area was approximately of 25 km<sup>2</sup>, with 24 to 28 trapping points active for eight weeks, (the last two using olfactory attractants), this for both, dry and rainy season. Relative*

*abundance for diverse mammal species were obtained, with no differences found amongst the two seasons, nor with the use of olfactory attractants. Most cats were recognized individually (1 jaguarundi, 5-6 margays, 4 jaguars, 4 pumas and 13 to 18 ocelots). Camera trapping is useful to study presence and abundance of terrestrial large mammals in the Lacandon forest conditions; particularly of elusive ones like felides, and thus to monitor their populations in the area and compare them with others. A larger trapping area and distance between cameras is needed to capture more jaguars and pumas, in order to estimate their abundance and population densities.*

*Key words: abundance, camera trapping, prey species.*

## **Introducción**

La Selva Lacandona ha sido identificada como una prioridad en la estrategia de conservación de la biodiversidad de México (Ceballos *et al.*, 1998; Mendoza y Dirzo, 1999). No solamente se trata del sitio con la mayor biodiversidad local de mamíferos del país, pues contiene aproximadamente el 25% de sus especies en menos del 1% del territorio nacional (Medellín, 1996), sino que también protege a una proporción de especies en riesgo de extinción mayor que lo que se esperaría en una muestra al azar dada su área. Además, en la Lacandona existen poblaciones de muchas especies que no están presentes en ningún otro sitio de México (Medellín, 1994). Aunada a su enorme riqueza biológica, el área representa una invaluable herencia cultural.

A pesar de ser un sitio tan importante, la Lacandona también es una de las áreas que enfrenta una problemática compleja en cuanto a la conservación de sus recursos naturales. Contiene más especies dentro de alguna categoría de riesgo de extinción que lo esperado al azar (Medellín, 1994). La deforestación ha sido enorme y muy acelerada, de los 1.5 millones de hectáreas originales de bosque, hoy quedan menos de 500 000 ha (Medellín, 1991; Mendoza y Dirzo, 1999). En menos de 20 años (1974-1991) se perdió el 23% de la cobertura vegetal. Entre las principales causas de pérdida, alteración y fragmentación de la selva, están los programas de desarrollo públicos y privados, como la creación de carreteras, presas hidroeléctricas, desarrollo de industrias y plantaciones, entre otros (Challenger, 1998; Conservación Internacional, 2003; Semarnat-Conabio, 1995). El cambio en el uso de suelo se ha dado principalmente a campos agrícolas y pastizales para ganadería, que más tarde, al ser abandonados se transforman en acahuales (Flores Villela y Gerez, 1994).

Reconociendo la importancia de la Lacandona, se han decretado distintas áreas naturales protegidas (e.g., Reserva de la Biosfera Lacantun, Reserva de la Biosfera Montes Azules); sin embargo, la mayoría de las reservas presentan actividades agrícolas y pecuarias, muy pocas tienen planes de manejo, infraestructura y personal que puedan asegurar la efectividad de las actividades de manejo y conservación. (Flores-Villela y Geréz, 1994). Por lo tanto, el que la mayor parte de lo que queda de la selva Lacandona esté decretada bajo alguna categoría de protección no asegura su permanencia. Para asegurar una protección real se necesitan planes y acciones que aseguren el cumplimiento de sus objetivos y tener información sobre el estado de conservación del área.

Para conocer el estado de conservación de la Lacandona y evaluar objetivamente los esfuerzos de conservación, se puede utilizar como indicador la presencia y abundancia de mamíferos, en particular aquellas especies que se han reconocido como clave, sombrilla, o insignia como varias especies de depredadores (Karanth, *et al.*, 2002; Meffe y Carroll, 1997). Este es uno de los puntos más urgentes para la conservación en la zona. Si el jaguar y otros mamíferos mayores mantienen poblaciones viables en una región, se puede asegurar que en general sus ecosistemas se encuentran en buen estado. La vegetación en las selvas puede estar aparentemente en buen estado, pero los bosques “vacíos” en los que los animales grandes han sido cazados tienen serias y profundas alteraciones en su funcionamiento y su estructura (Redford, 1992). La ausencia de especies animales, tiene un impacto en la reproducción, supervivencia y mortandad de muchas especies vegetales y animales (Challenger, 1998; Dirzo y Mendoza, 2002; Meffe y Carroll, 1997; Redford, 1992).

El fototrampeo consiste en utilizar cámaras fotográficas con un disparador automático que se activa por un sensor que detecta movimiento de animales. Esta herramienta se ha utilizado en investigaciones de muy diversos organismos como: aves en sus nidos (Laurance y Grant, 1994), carnívoros medianos (Kerry, 1998), osos negros (Morazzi *et al.*, 2002) rinocerontes (Griffiths y Van Schaik, 1993). Su uso resulta particularmente útil para el estudio de especies naturalmente poco abundantes, crípticas y de conducta elusiva (Morazzi *et al.*, 2002). Muchos de los estudios con fototrampeo están enfocados a especies con patrones de manchas en la piel, que permiten su identificación a nivel individual (e.g., tigres), con lo que se puede estimar aspectos como el tamaño y la densidad poblacional. (Carbone *et al.*, 2001).

Algunas de las ventajas de trabajar con trampas-cámara son cubrir grandes extensiones y obtener muchos datos con poco personal, los técnicos pueden obtener en poco tiempo la experiencia y capacitación necesaria para obtener datos de calidad (a diferencia de estudios con rastros) y, es un método sin manejo directo de los animales (poco invasivo), además el investigador no necesita estar todo el tiempo en el área de estudio, minimizando así la alteración del comportamiento natural de los animales. (Azuara, 2005; Chávez y Ceballos, 2006; Karanth y Nichols, 2002).

Los estudios con fototrampeo brindan información sobre presencia y abundancia, ya sea relativa, número mínimo conocido vivo, o estimaciones de abundancia absoluta (Karanth *et al.*, 2002; Lynam, 2002). Un factor importante en cualquier estudio con esta herramienta es la medición del esfuerzo de trampeo, que se mide con el número de trampas activas durante determinado tiempo (e.g., días-trampa). Estandarizando los datos por unidades de esfuerzo obtenemos tasas de captura comparables (Gompper, 2006; Karanth *et al.*, 2002). Dada la urgente necesidad de generar información útil, que ayude a orientar la toma de decisiones para la conservación en la Lacandona y otras regiones de selva alta del país, surgió la necesidad de diseñar y poner a prueba un método de seguimiento para las poblaciones de mamíferos mayores, así como estudiar la tendencia temporal de la abundancia de éstas especies. Esta información es un elemento fundamental para el manejo y conservación de la reserva y áreas aledañas.

## Área de estudio

El sitio donde se realizó el estudio se localiza en la parte más sureña de la Reserva de la Biosfera de Montes Azules. Se encuentra al norte del ejido Playón de la Gloria (Municipio de Marqués de Comillas) y al sureste y este, el sitio se encuentra delimitado por el río Lacantún. Al oeste parte del sitio de trapeo se encuentra sobre el Cerro Xanabcu, que alcanza los 44 msnm (Figura 1). Dentro del sitio existen muchos arroyos, que en la época de lluvias tienen agua corriente, mientras que en la temporada de secas sólo tienen un poco de agua estancada en sus partes bajas o están completamente secos.

## Métodos

Para la realización de este estudio se hizo una modificación al método propuesto por Lynam (2002) para estudiar tigres en Indochina, donde sugiere un área de muestreo de 100 km<sup>2</sup> y una densidad de trampas de una por cada 2 km<sup>2</sup>. En este caso utilizamos un área de muestreo de aproximadamente 25 km<sup>2</sup> y una mayor densidad de trampas. En total se utilizaron 24 estaciones de fototrampeo que se colocaron en seis líneas de 5 km de longitud cada una, separadas entre sí por un kilómetro. Se colocaron 4 estaciones de trapeo por línea. En algunas estaciones se pusieron dos cámaras (llamadas puntos de revisión por Lynam, 2002), con la finalidad de fotografiar ambos flancos de los animales para facilitar la identificación individual. Se utilizó un muestreo sistemático con una densidad de 0.8 trampas-cámara por km<sup>2</sup> (Figura 2).



**Figura 1.** Áreas Naturales Protegidas en la Selva Lacandona:

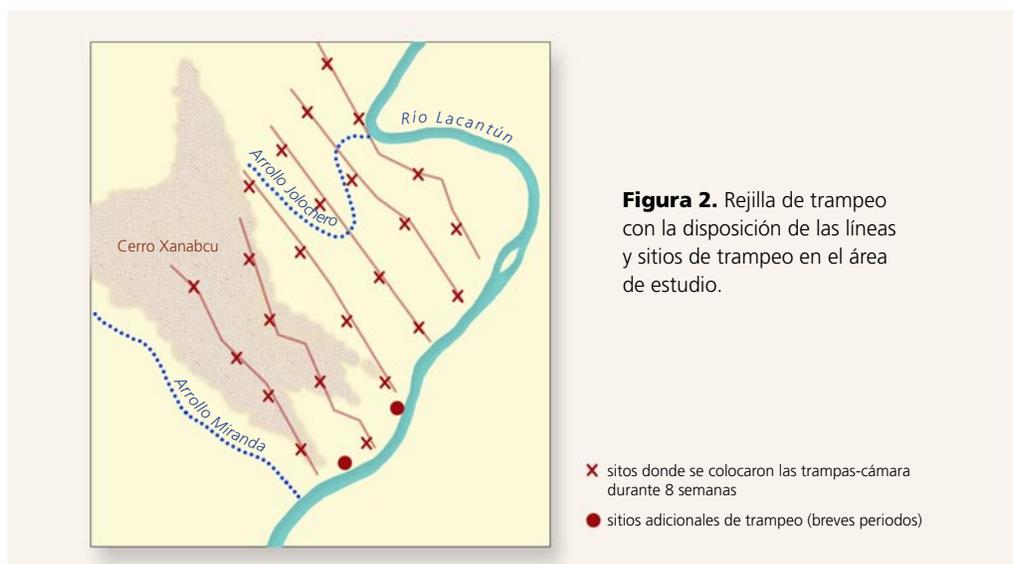
1. Montes Azules
2. Chan-Kin
3. Bonampak
4. Lacantún
5. Yaxchilán
6. Sierra la Cojolita
7. Nahá
8. Metzabok



Adicionalmente al muestreo sistemático con las 24 estaciones, realizamos un “muestreo experto” (Lynam, 2002), colocando dos estaciones dobles adicionales en distintos sitios de un sendero que bordea el Río Lacantún. Dicho sendero es utilizado con frecuencia por distintos animales, en particular por varios jaguares (observaciones de los asistentes de campo e información proporcionada por los habitantes de la región). Estas estaciones se cambiaron de lugar regularmente para evitar que fueran removidas por personas ajenas al estudio. El objetivo de las estaciones extra fue tomar fotos de ambos flancos de los jaguares y otras especies, que ayudarán en la identificación individual de los animales captados en las 24 estaciones del muestreo sistemático.

Las 24 estaciones estuvieron activas durante seis semanas 24 horas al día. Como complemento, durante dos semanas adicionales se colocaron atrayentes olfativos en la mitad de las trampas (dos de las cuatro de cada línea elegidas al azar). Este esfuerzo de muestreo se llevó a cabo durante la temporada de lluvias (septiembre a noviembre de 2001) y, de secas (de marzo a mayo de 2002), con un total de 1344 días-trampa por cada temporada. Durante la instalación de las líneas de muestreo, realizamos un fototrampeo de prueba durante mayo a junio del 2001, con sólo dos trampas-cámaras, obteniendo datos de 72 días-trampa.

Para la selección de las cuatro estaciones por línea se eligieron sitios que estuvieran separados entre 800 y 1500 m. Se ubicaron las estaciones en aquellos sitios en los que hubiera una mayor probabilidad de capturar mamíferos mayores como félidos, artiodáctilos o tapires. Es importante tomar en cuenta que las estaciones mantengan una



**Figura 2.** Rejilla de trampeo con la disposición de las líneas y sitios de trampeo en el área de estudio.

distribución homogénea, evitando que queden “huecos grandes” sin trampas, por donde los animales se puedan mover con muy bajas probabilidades de ser fotografiados.

Con las fotografías obtenidas se elaboró una base de datos para cada temporada, incluyendo la siguiente información: número de rollo, número de fotografía, ubicación (número de línea y número de sitio de trampeo), fecha (mes y día), hora, uso o no de atrayente, especie fotografiada, número de individuos, número de individuos en distintas categorías (adultos machos, adultos hembra, adultos, juveniles) y observaciones. Las fotografías consecutivas (3 minutos es el mínimo entre fotografía y fotografía) de la misma especie fueron consideradas como una sola captura. Con estos datos se calcularon para todas las especies las tasas de captura estandarizadas por unidad de esfuerzo, expresadas como el número de capturas en 1 000 días trampa.

Para poner a prueba si algunas de las diferencias encontradas entre ambas temporadas son significativas se realizaron pruebas de t (no pareadas y de dos colas) comparando las tasas de captura por especie por sitio. Se calcularon las tasa de captura para algunas especies en cada uno de los 24 sitios de trampeo fijos (N=24, g.l.=23). Sólo se realizaron éstas pruebas para las especies que tuvieron altas tasas de captura.

Para probar la efectividad del uso de atrayentes olfativos para incrementar la tasa de captura de felinos se realizaron también pruebas de t para comparar las tasas de captura durante las semanas 7 y 8 entre las trampas con y sin atrayente olfativo (N=6, g.l.=5). Se comparó de igual manera la tasa de captura durante las semanas 5 y 6 (sin atrayentes olfativos) con las de las semanas 7 y 8 (la mitad de los sitios con atrayente). Para ambos casos se agruparon los datos de todas las especies de felinos para hacer más robusta la comparación.

Para el caso de los felinos, a partir de las marcas particulares de los individuos como patrón de manchas y heridas, se reconocieron individuos y se calculó el número mínimo de animales que se sabe están vivos en un área (MNKA), sumando a todos los individuos que se sabe estuvieron presentes durante una sesión particular de captura. Es posible que no se haya capturado a todos los animales presentes en le área.

## Resultados y discusión

Las tasas de captura (índices de abundancia relativa) de los felinos se muestran en el Cuadro 1. El Cuadro 2 muestra el número de individuos reconocidos. A lo largo del año se reconoció el mismo número de individuos de puma que de jaguar en el área, pero el puma tuvo un mayor número de capturas, por lo que su índice de abundancia relativa es mayor que el de los jaguares (Cuadro 1).

Se registraron 14 especies de carnívoros y ungulados en las trampas-cámara, e incluyen a 5 especies de felinos (Cuadro 1). Sólo tres especies que habitan en la región la nutria (*Lontra longicaudis*), el mapache (*Procyon lotor*) y el mico de noche (*Potos flavus*), no fueron fotografiados. Las dos primeras son especies asociadas a cuerpos de agua y la tercera es una especie arborícola, por lo tanto difíciles de capturar en este diseño de muestreo. Adicionalmente, otras especies como didélfidos, grandes y pequeños roedores,

armadillos, conejos, y varias especies de aves fueron fotografiadas. Muchas de estas especies son presas potenciales para el jaguar (Figura 3, Cuadro 3). Entre las de mayor tasa de captura se encuentran los tepezcuintles, armadillos, tapires, temazates, pecaríes de collar, coatíes y pecaríes de labios blancos. Estas tasas de captura pueden usarse como índices de abundancia relativa y dar seguimiento a las tendencias temporales. Para el caso de los pecaríes hubo un mayor número de capturas para los de collar, pero tienen un menor número de fotos que los jabalíes de labios blancos, que tienden a aparecer en un mayor número de fotografías durante el muestreo dado que forman grupos de mayor tamaño (Cuadro 4; e.g., Cuellar *et al.*, 2003).

**Cuadro 1.** Índices de abundancia relativa de las especies de felinos

Especie	# F	Lluvias		# F	Secas	
		# C	C/1000		# C	C/1000
<i>L. pardalis</i>	21	16	13.25	21	17	13.34
<i>P. concolor</i>	15	8	6.62	10	7	5.7
<i>L. wiedii</i>	3	3	2.48	3	3	2.35
<i>P. onca</i>	3	2	1.65	9	6	4.71
<i>P. yaguaroundi</i>	3	1	0.83	0	0	0

# F = número de fotografías tomadas, # C = número de capturas, C/1000 = d-t índice de abundancia relativa, capturas estandarizadas a un esfuerzo de 1000 días-trapa.

**Cuadro 2.** Número de individuos distintos registrados por especie de felino.

	prueba	lluvias	secas	a lo largo del año
<i>P. yaguaroundi</i>	1	0	0	1
<i>L. wiedii</i>		2-3	3	5 – 6 (3♂, 2 – 3 NI)
<i>P. onca</i>	1	1	2	4 (2♂, 1♀, 1 NI)
<i>P. concolor</i>		3	3	4 (2♂, 2 NI)
<i>L. pardalis</i>	1	8	10-13	13 – 18 (5♂, 7♀, 1 – 5 NI)
+ 1 cría				

Se reportan los machos ♂, hembras ♀ y aquellos cuyo sexo no pudo ser identificado NI.

**Cuadro 3.** Índices de abundancia relativa de las especies más capturadas y presas potenciales del jaguar

Especie	# F	Lluvias		# F	Secas	
		# C	C/1000		# C	C/1000
<i>C. paca</i>	75	62	51.32	29	25	19.62
<i>D. novemcinctus</i>	52	49	40.56	17	17	13.34
<i>T. bairdii</i>	49	25	20.7	118	45	35.32
<i>M. temama</i>	31	24	19.87	20	15	11.77
<i>T. tajacu</i>	37	19	15.73	55	26	20.41
<i>N. narica</i>	20	16	13.25	16	12	9.42
<i>T. pecari</i>	48	13	10.76	71	22	17.27

# F = número de fotografías tomadas, # C número de capturas, C/1 000 = capturas estandarizadas a un esfuerzo de 1000 días trampas-cámara.



**Figura 3.** Algunas de las especies que fueron registradas en este estudio, de izquierda a derecha y arriba abajo: tigrillo (*Leopardus wiedii*), tepezcuittle (*Cuniculus paca*), tapir (*Tapirus bairdii*), ocelote (*Leopardus pardalis*), pecarí labios blancos (*Tayassu pecari*), temazate (*Mazama temama*), jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y armadillo (*Dasypus novemcinctus*)

Las tasas de captura para las dos temporadas estudiadas son similares para todas las especies (Cuadro 5). Al analizar la tasa de captura de felinos entre las trampas con atrayentes olfativos y las que no los tenían no encontramos diferencias entre ellas (Lluvias  $t=0.36$ ; Secas  $t=0.16$ ;  $p>0.05$ ) y entre cada una de las temporadas (Lluvias  $t=0.07$ ; Secas  $t=0.29$ ;  $p>0.05$ ) Sin embargo, en varias ocasiones, las capturas de felinos en las trampas con atrayentes incluyeron un mayor número de fotografías que las capturas en trampas sin atrayentes, lo que parece sugerir que el atrayente puede haber tenido una influencia solamente marginal sobre la conducta de esas especies.

Los resultados coinciden con los estudios que muestran que las trampas-cámara son un instrumento útil para documentar la presencia y algunos parámetros demográficos generales de las especies de mamíferos grandes en los bosques húmedos tropicales (e.g., Maffei *et al.*, este volumen). Las tasas de captura de mamíferos grandes como venados, pecaríes, jaguares, pumas, tapires y ocelotes podrán ser utilizadas como índices de abundancia relativa para dar seguimiento a sus poblaciones y se pueden utilizar para compararse con otros sitios (Maffei *et al.*, 2002).

Es importante definir las especies a documentar en un muestreo con trampas-cámara antes de iniciar el estudio, para poder definir el tipo y diseño de muestreo que se aplicará (Karanth y Nichols, 2002). Por ejemplo, no se recomienda el uso de cámaras-trampa para documentar la presencia de mamíferos de menos de 2 kg de peso, pues son demasiado pequeños para ser detectados por las trampas. Existe una gran diversidad de mecanismos y funciones de las trampas-cámara disponibles en el mercado (Medellín *et al.*, 2006) en ese sentido, sugerimos evaluar las características de cada una, como el tipo

**Cuadro 4.** Índice de tamaño de los grupos de pecaríes de collar y labios blancos

Especie	Promedio de fotos	Tamaño de grupos observados
<i>T. tajacu</i>	1.8	1 a 4 individuos
<i>T. pecari</i>	3.5	20 a 50 individuos

El promedio del número de fotografías consecutivas que se toma los grupos de pecaríes en un evento de captura refleja parcialmente el tamaño de los grupos.

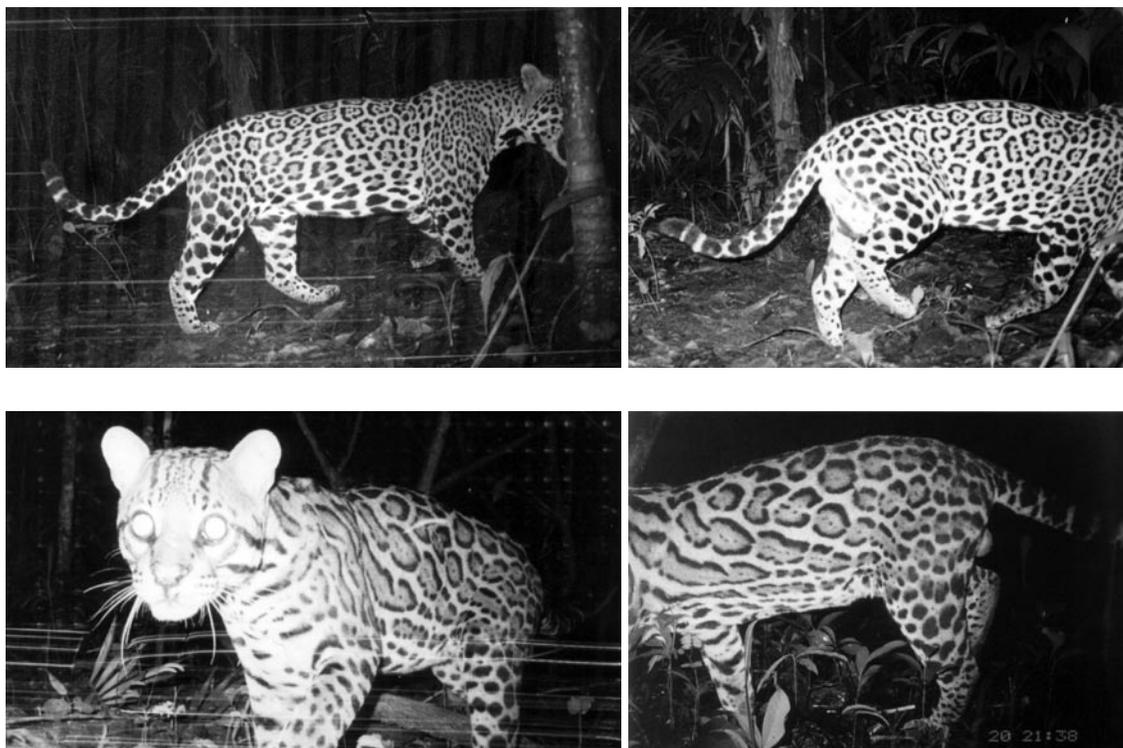
**Cuadro 5.** Abundancia estacionales de Mamíferos en la Selva Lacandona, Chiapas, México

Especie	t calculada
<i>C. paca</i>	0.18754
<i>D. novemcinctus</i>	0.17425
<i>N. narica</i>	0.87362
<i>M. temema</i>	0.59509
<i>T. bairdii</i>	0.20599
<i>T. tajacu</i>	0.64554
<i>T. pecari</i>	0.85772
<i>L. pardalis</i>	0.65881

Ninguna fue significativa a una  $\alpha=0.05$ ; t-tablas = 2.07.

de medio a utilizar (medios electrónicos vs. película), el tipo y la calidad de la cámara fotográfica, la resistencia al agua, al frío y al calor, el mecanismo de detección de animales, la duración de las baterías y por supuesto el precio y la disponibilidad de partes o de servicio.

El mayor tamaño de muestra se obtuvo para los ocelotes. De las especies en las que pudimos reconocer individuos particulares, los ocelotes mostraron el mayor número de capturas y recapturas (Figura 4). La distancia entre trampas utilizada y el tamaño del área de trampeo son adecuadas para estudiar este felino (Cuellar *et al.*, 2003). En el caso de los jaguares y pumas, una mayor distancia entre cámaras y mayores áreas de trampeo sería recomendable para aumentar la probabilidad de capturar un mayor número de individuos, dados los amplios movimientos de estas especies (Chávez y Ceballos, 2005).



**Figura 4.** Algunas de las fotografías de felinos con las que se realizó el reconocimiento de individuos, al comparar la forma y ubicación de sus rosetas. Arriba, dos capturas del mismo jaguar macho; abajo, dos capturas del mismo ocelote macho.

## **Perspectivas**

Indudablemente se continuarán publicando protocolos de uso de las trampas-cámara y revisiones de los estudios realizados con ellas. Los estudios con trampas-cámara se han convertido hoy en un instrumento de gran relevancia para la conservación de las especies grandes de mamíferos y la toma de decisiones para ese objetivo hoy es más robusta. Debemos continuar avanzando sobre esa línea, fortaleciendo los protocolos y mejorando la toma de datos, el análisis, la interpretación, y la aplicación e instrumentación para los tomadores de decisiones.

## **Agradecimientos**

El trabajo de campo fue apoyado por la Fundación John D. and Catherine T. McArthur, e Idea Wild. Agradecemos el apoyo de la familia Azuara-Santiago, Jorge Álvarez, Alejandro Gómez, Edmundo Huerta, Osiris Gaona, familia López-Lira, en especial a Don Chilo y Manuel. Esta es la contribución número 18 de Wildlife Trust Alliance.



## ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL JAGUAR CON TRAMPAS-CÁMARA: UN EJEMPLO EN BOLIVIA

LEONARDO MAFFEI, ERIKA CUÉLLAR Y ANDREW NOSS

### Resumen

En este estudio se reportan los resultados de los esfuerzos para capturar al jaguar con trampas cámara en el bosque seco del Parque Nacional Kaa Iya del Gran Chaco, el Bolivia. Se adaptó la metodología sistemática que fue desarrollada por primera vez en la India para censar tigres (*Panthera tigris*) basada en la identificación de individuos a través del patrón de manchas en el pelaje. Se estimó la abundancia usando análisis estadísticos de captura y recaptura en un área estimada a partir de la distancia máxima en se mueven los jaguares. Esta metodología resultó ser exitosa para la estimación de densidad de jaguares en el Kaa Iya. La densidad poblacional se estimó en un individuo/20 km<sup>2</sup> y un individuo/30-45 km<sup>2</sup> en los dos sistemas de paisaje mas extensos del área. Para toda el área protegida se estima una población de más de 1 000 individuos adultos.

Palabras clave: trampas-camara, densidad poblacional, jaguar, Bolivia

### Abstract

*This paper reports on efforts to trap jaguars on camera in the dry forests of the Kaa-Iya del Gran Chaco National Park in Bolivia. The authors adapted systematic methodologies first developed to survey tigers in India, based on individually distinctive pelage patterns. Abundance was estimated using capture-recapture statistical analysis, and a sample area defined based on the maximum distance that individual jaguars move during the sample period. The methodology has proved successful for jaguars in dry Chaco forest, population densities of 1/30-45 km<sup>2</sup> and 1/20 km<sup>2</sup> are estimated in the two most extensive landscape systems of Kaa-Iya. The entire protected area is estimated to sustain a population of over 1 000 adult jaguars.*

*Key words: camera-traps, population density, jaguar, Bolivia*

### Introducción

El jaguar (*Panthera onca*) es el felino mas grande del hemisferio occidental. Para muchas culturas indígenas, turistas y cazadores, representa una figura importante, aunque usualmente es considerado una amenaza para las actividades ganaderas (Hoogesteijn *et al.*, 1993; Hoogesteijn, 2001; Medellín *et al.*, 2002; Rabinowitz, 1986)

El Parque Nacional Kaa Iya, en Bolivia, fue creado en 1995, con la finalidad de poder mantener y resguardar grandes poblaciones de especies amenazadas y que requieren de grandes áreas, como el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) y el jaguar (Taber *et al.*,

1997). Este parque alberga una importante y hasta hace pocos años desconocida población de jaguar. Los únicos trabajos que se han realizado con esta especie en el área han sido estudios preliminares basados en huellas o excrementos (Cuellar, 1997; Maffei, 1995).

En este trabajo se evaluó la densidad de jaguares en el Parque Nacional Kaa Iya.

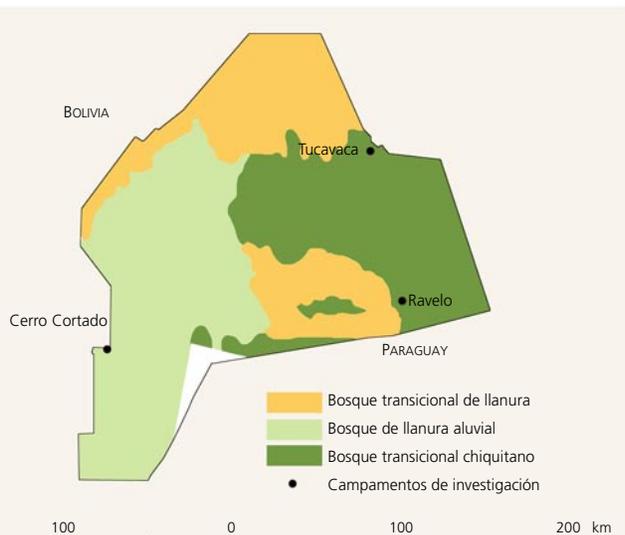
## Área de estudio y métodos

El Parque Nacional Kaa Iya cuenta con 34 400 km<sup>2</sup>; está cubierto en su mayoría por bosque seco, donde se identifican tres paisajes principales: el chaco transicional, el chaco aluvial de llanura y el bosque transicional chiquitano. Los dos primeros son bosques densos y espinosos con un dosel bajo (4 a 8 m) y árboles emergentes de 15 a 20 m, mientras que el último es un poco más alto, con doseles que varían entre los 8 y 20 m. (Navarro y Fuentes, 1999). La temperatura promedio es de 25 a 26°C, la temporada seca dura de 4 a 6 meses, y la precipitación oscila entre los 450 y 750 mm anuales.

El muestreo se realizó de 2002 a 2004, en tres sitios donde ya existen campamentos de investigación, ubicados en el bosque transicional chiquitano y chaco de llanura aluvial, separados uno de otro aproximadamente por 100 km (Figura 1). En cada uno se colocaron entre 24 y 32 pares de trampas cámaras durante al menos dos años. Las cámaras fueron colocadas en caminos transitables en camioneta y sendas abiertas para tal fin, separados entre uno y dos km una de otra, tratando de formar un polígono de por lo menos 50 km<sup>2</sup> (Silver, 2004). Además se colocaron algunas trampas en salitrales y pozas de agua para aumentar las probabilidades de fotografiar individuos.



**Figura 1.** Ubicación de los campamentos de investigación y sistemas de paisaje del Parque Nacional Kaa Iya.



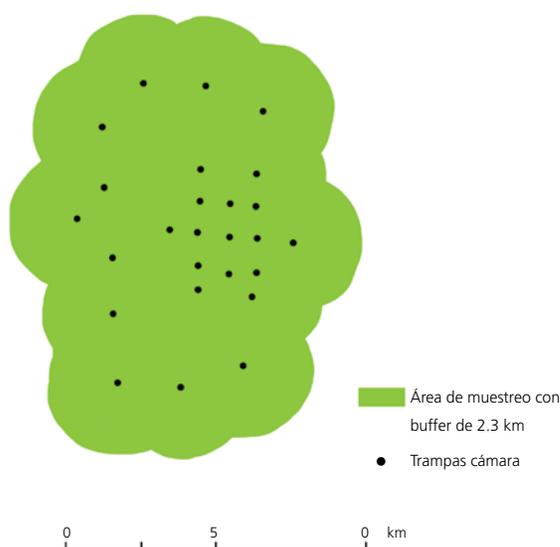
La identificación de los individuos se basó en el patrón de manchas en el cuerpo, que es único para cada uno, como sucede en otros gatos manchados (Karanth, 1995). Como el patrón es diferente para cada costado del animal, las cámaras se colocaron siempre en pares y programadas para funcionar las 24 horas del día. Lo anterior con base en un muestreo, donde se observó que el jaguar es activo todo el día. Cada muestreo tuvo una duración de 60 días, para no violar el supuesto de población cerrada.

Los datos obtenidos fueron acomodados en una matriz de ausencia y presencia, en donde las columnas son los días de esfuerzo de captura y los renglones son los individuos. Para obtener la abundancia, se analizaron los datos en el programa CAPTURE (Rexstad y Burnham, 1991). El área de influencia de las trampas, usada para calcular el área muestreada, fue calculada aplicando la mitad del promedio de las distancias máximas viajadas por cada animal fotografiado en por lo menos dos estaciones diferentes sobre cada trampa cámara (Figura 2) y con el dato de CAPTURE y el del área de muestreo se estimó la densidad de animales por cada 100 km<sup>2</sup>.

## Resultados

La mayoría de las fotografías de jaguar fueron obtenidas en caminos o en las sendas. Se registraron entre cuatro y siete individuos en cada sitio y el tamaño de las áreas de muestreo fue de 128 a 309 km<sup>2</sup>. La proporción de sexos de los animales fotografiados fue de 1:1, encontrándose por lo general tres machos y tres hembras. A partir de 121 registros

**Figura 2.** Ejemplo de un área de muestreo, aplicando sobre cada trampa cámara la mitad de las distancias máximas viajadas por cada animal fotografiado en por lo menos dos estaciones diferentes.



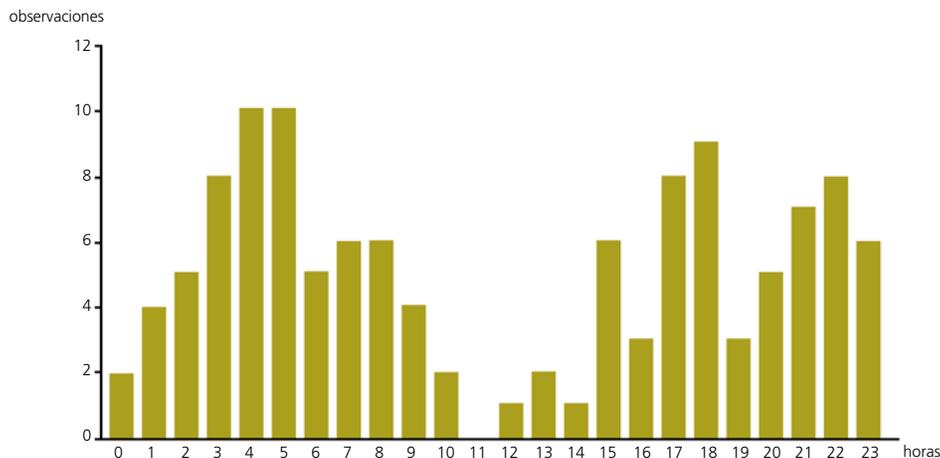
obtenidos en los tres sitios, se observa que los jaguares fueron activos a cualquier hora del día. Sin embargo, presentaron dos picos de actividad; uno entre las 3:00 y 8:00 horas, y el otro entre las 15:00 y 22:00 horas (Figura 3).

Las distancias máximas viajadas por cada animal fotografiado en un mismo muestreo, variaron entre 1.9 y 16.5 km (con una media de 6.4 km). El área de actividad registrada para cuatro hembras fue de 29, 20, 10 y 24 km<sup>2</sup> ( $x = 20,7$ ;  $de=8$ ). En cambio tres machos fotografiados tuvieron áreas de actividad mayores con 65.44 y 24 km<sup>2</sup> ( $x = 44.3$ ;  $de = 20.5$ ). En uno de los sitios de muestreo observamos que el área de un macho se sobreponía totalmente con la de dos hembras. Entre los machos y hembras se encontró diferencia significativa en el área de acción ( $t = 0.17$ ).

Como resultado, las densidades obtenidas oscilan entre los 1.57 y 5.37 individuos por cada 100 km<sup>2</sup>. Si bien la densidad entre sitios varía hasta en tres veces, la densidad de los animales fue similar en los dos muestreos realizados en cada sitio (Cuadro 1).

Con base en los datos obtenidos se estima que en el sistema de paisaje transicional chiquitano, que cubre el 33% del área del Kaa Iya (11 500 km<sup>2</sup>), existe un jaguar por cada 30-45 km<sup>2</sup>, con un mínimo de 250 jaguares en este paisaje. En el sistema de paisaje chaqueño de llanura que cubre 40% del área (13 800 km<sup>2</sup>) hay un jaguar por cada 20 km<sup>2</sup>, con una población de 690 jaguares en este paisaje. Los otros sistemas de paisaje dominantes del parque cubren unos 9 100 km<sup>2</sup> y no han sido muestreados aún. Pero considerando que la precipitación y la vegetación son intermedias en comparación con los otros dos sistemas de paisaje, asumimos que las densidades de jaguares serían intermedias entre éstos, dando al menos un jaguar por cada 45 km<sup>2</sup> y unos 200 individuos en total. Sumando todas las densidades, la población de jaguares para el Parque Nacional Kaa Iya se estima en unos 1 000 individuos.

Como cada foto marca la hora en que el animal fue registrado, quedó establecido que el jaguar puede estar activo las 24 horas del día, tienen mayor actividad entre las 3:00 y 8:00 horas y las 15:00 y 22:00 horas, disminuyendo su actividad en las horas de



**Figura 3.** Patrón de actividad de los jaguares con base en estudios con trampas cámaras en el Parque Nacional Kaa Iya del Gran Chaco, Santa Cruz, Bolivia.

mayor calor y acercándose a medianoche. Existen otras cuatro especies de felinos que son simpátricas con los jaguares en nuestros sitios de muestreo: el puma (*Puma concolor*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el gato de monte (*Leopardus geoffroyi*) y el gato gris (*Puma yagouaroundi*). Los análisis usando la misma metodología de captura-recaptura con trampas cámaras, sugieren que los pumas tienen una densidad de 2.9 a 7.2 ind/km<sup>2</sup> (Kelly *et al.* obs. pers.), que es similar o un poco más alta que la de los jaguares, mientras que los ocelotes (25 a 67 ind/100 km<sup>2</sup>) son mucho más abundantes (Maffei *et al.*, 2005). Se obtuvieron pocas fotografías de los gatos de monte y gatos gris, por lo que la densidad de estas especies no pudo estimarse (Cuellar *et al.*, 2003; Maffei *et al.*, 2002;).

## Discusión

Muchos factores contribuyen a confundir la relación que existe entre la frecuencia de captura y la densidad en diferentes sitios y entre especies. Algunos de ellos son la capacidad de desplazamiento de la especie, la ubicación y funcionamiento de las trampas-cámaras, la disponibilidad y condición de los caminos y brechas, el clima y la temporada. Sin embargo, en muchos muestreos la densidad está correlacionada con la cantidad de fotografías, por lo que se puede considerar la frecuencia de captura como un índice de abundancia relativa (Carbone *et al.*, 2001). Pero es importante notar que las frecuencias de captura, aún en los muestreos sistemáticos, no siempre son un reflejo confiable de la densidad (Jennelle *et al.*, 2002).

Aunque existen otros métodos para la identificación individual del jaguar (e.g. huellas y ADN a partir de excrementos), actualmente el muestreo con trampas cámaras es la única metodología estadísticamente robusta para la estimación de sus poblaciones. Esta metodología es cara, tomando en cuenta los costos y el número de las trampas-cámara que se necesitan, rollos y baterías, además de la inversión que hay que hacer para abrir un sistema de brechas cuando no hay ríos ni caminos. Pero es más accesible si se compara con otros métodos como la radiotelemetría, la cual es más costosa en cuanto a inversión

**Cuadro 1.** Estimaciones de la densidad del jaguar en el Parque Nacional Kaa Iya, Bolivia

	Capturas/1000 trampas-noche	Abundancia	Promedio de distancia recorrida (km)	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad	DE
Tucavaca I	12.5	7	3.00	272	2.5	±0.77
Tucavaca II	7.8	4	2.30	128	3.1	±0.97
Cerro Cortado I	10.1	7	2.41	137	5.1	±2.10
Cerro Cortado II	19.9	8	2.81	149	5.3	±1.79
Ravelo I	9.7	7	3.94	309	2.2	±0.89
Ravelo II	15.1	5	4.10	319	1.5	±1.16

en esfuerzo de captura, equipo (radiocollares) y colecta de los datos (e.g. vuelos de avioneta). Uno de los problemas que presenta la radiotelemetría, por ser una metodología invasiva, es que puede poner en riesgo la seguridad de los investigadores y de los animales; y se necesita por lo menos un año de colecta de datos para calcular las áreas de actividad. En cambio, el trapeo con cámaras no es invasivo, y produce estimaciones de densidad estadísticamente robustas con sólo dos o tres meses de trapeo (Karanth y Nichols, 1998).

La densidad del jaguar en el Kaa Iya está por debajo de las estimaciones obtenidas en áreas de bosque más húmedo, como en Belice (7.5-8.8 ind/100 km<sup>2</sup>), pero es similar a la de la reserva privada San Miguelito en el bosque chiquitano en Bolivia (4.2 ind/100 km<sup>2</sup>) (Rumiz *et al.*, 2003; Silver *et al.*, 2004).

Los picos de actividad de los jaguares son en horas crepusculares, de forma similar a lo reportado por Rabinowitz y Nottingham (1986). Probablemente este comportamiento está relacionado con la actividad de algunas de sus presas principales, como la urina (*Mazama gouazoubira*) y el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*). Estas especies se encuentran más activas durante las primeras horas de la mañana y al atardecer (Barrientos y Maffei, 2000; Miserendino, 2002).

Se ha sugerido que para que una población se considere viable, es necesario tener entre 500 y 650 animales (Eizirik, 2002; Franklin, 1980; Redford y Robinson, 1991), sin embargo, para los jaguares no se ha estimado este tipo de parámetros. A pesar de la baja densidad de jaguares en el chaco, y dado el inmenso tamaño del Parque Nacional Kaa Iya y las buenas medidas de seguridad que posee, la población de esta especie supera el mínimo viable, por lo que se podría concluir que esta población está asegurada por lo menos durante los próximos 100 años.

## Recomendaciones

Gracias a este trabajo se determinó que el Parque Kaa Iya es una de las reservas con una mayor población de jaguar; sin embargo, para completar los datos sobre densidad, la principal recomendación es que se realicen muestreos en el tercer sistema de paisaje dominante del parque Kaa Iya para tener una idea de la densidad en este sitio y no extrapolar datos de los sistemas de paisajes vecinos.

## Agradecimientos

Este estudio fue posible gracias al apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional para el Desarrollo (USAID/Bolivia Cooperative Agreement No. 511-A-00-01-00005). Las opiniones expresadas en este trabajo son responsabilidad de los autores, y no necesariamente reflejan el criterio de USAID. Agradecemos a Wildlife Conservation Society y a Jaguar Cars por financiar parte de este estudio, así como a la Capitanía del Alto y Bajo Iso, el Parque Nacional Kaa Iya, y a la Dirección General de Biodiversidad, por autorizar estas investigaciones. Agradecemos especialmente a todos nuestros asistentes de campo por el sacrificado trabajo que realizaron durante estos estudios.

## EVALUACIÓN DE SALUD DE LAS POBLACIONES SILVESTRES DE JAGUAR COMO UNA ESTRATEGIA PARA SU CONSERVACIÓN

DULCE M. BROUSSET Y ALONSO A. AGUIRRE

### Resumen

Existe un creciente interés de determinar cuales son los efectos que las infecciones y enfermedades tienen sobre las poblaciones silvestres, siendo muy poco conocidas en los felinos silvestres y para el jaguar en México, prácticamente no existen datos publicados. Cuando el hábitat natural se fragmenta, disminuyen las poblaciones de las especies, aumentando las interacciones con animales domésticos y el contacto con patógenos potenciales. Se incrementa el riesgo potencial para adquirir enfermedades por las especies, por la introducción de enfermedades exóticas y la presencia de enfermedades emergentes. Se propone adoptar un plan estándar para la evaluación de salud de las poblaciones de jaguares silvestres en México, para que sea utilizado en todos los proyectos de campo. Esto permitirá comparar los resultados obtenidos a lo largo del tiempo en diferentes sitios, por diferentes grupos de investigadores, y generar conocimientos clínicos y ecológicos sobre el papel de los patógenos y enfermedades en la dinámica de las poblaciones. Además permitirá identificar aquellas enfermedades que sean amenazas directas o indirectas para la conservación de la especie y, a partir de los hallazgos de las evaluaciones generales de salud, se podrán hacer recomendaciones para el manejo y conservación del jaguar a largo plazo.

Palabras clave: enfermedades infecciosas, patógenos, salud animal

### *Abstract*

*There is a growing interest to determine the effects of infectious disease in wildlife populations. The effects are little known for wild felids, and for the Jaguar in particular there is no published information. As the natural habitat fragments, wild populations tend to decline, and domestic animal wildlife interactions increase, leading to a major exposure to potential pathogens in wild populations. In addition, there is the potential threat of emerging infectious diseases emergente and exotic disease introductions. We propose to implement a standard protocol for the health evaluation of wild jaguar populations in Mexico. This protocol can be used in all field related activities of jaguar conservation. A standard protocol for health evaluation will allow different jaguar researchers to compare results from different areas over time and produce clinical and ecological knowledge on the role of infectious diseases and other pathogens on the population dynamics of the species. Also, this standardization will allow us to identify diseases that may represent*

*a direct or indirect threat to jaguar conservation. Based on future health assessments, we will be able to develop strategic recommendations to strengthen our understanding of the ecoepidemiology and conservation of jaguars in Mexico.*

*Key words: animal health, epidemiology, pathogens, wildlife diseases.*

## **Introducción**

Una de las causas más importantes de la disminución de las poblaciones de mamíferos, y en especial las de los grandes felinos, es la fragmentación del hábitat, que tiene efectos negativos directos e indirectos en sus poblaciones (Deem *et al.*, 2001; Saunders *et al.*, 1991). Las teorías ecológicas y epidemiológicas actuales, predicen que las especies de mamíferos nativas que quedan en hábitat reducidos, fragmentados y aislados tienen más posibilidades de interactuar con especies invasoras y enfermedades infecciosas (Holmes, 1996). Algunas de estas enfermedades infecciosas pueden llegar a tener efectos devastadores sobre la fauna silvestre, en particular cuando se trata de agentes exóticos para la población, con los cuales no han evolucionado de manera conjunta y para los que no han desarrollado una memoria inmunológica previa (Goodman y Buehler, 1996).

La medicina de la conservación es el nexo entre los campos de la salud humana, animal y del ecosistema, e integra el conocimiento entre estas disciplinas. Surgió a partir de la identificación de nuevos problemas médicos asociados a los cambios ambientales tales como el cambio climático, contaminación, globalización del mercado y mayor número de actividades humanas en el hábitat de la fauna silvestre (Patz *et al.*, 2004). La medicina de la conservación proporciona información para la identificación de patógenos de enfermedades nuevas o enfermedades emergentes y ha propuesto nuevas estrategias para lograr su evaluación sistemática y periódica a diferentes niveles espaciales y temporales (Aguirre *et al.*, 2002; Tabor *et al.*, 2001).

La conservación de la salud de las poblaciones de animales silvestres, debe de ser una parte integral de la salud del ecosistema. Las poblaciones viables de animales son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas y se requiere de animales saludables para mantener la viabilidad de estas poblaciones. El análisis de la salud de la fauna silvestre en el ecosistema, requiere del conocimiento de patógenos potenciales en el ambiente, al igual que de la prevalencia actual de la enfermedad en la región. Una forma de evaluar la salud del ecosistema debe de incluir a las especies amenazadas, a las especies nativas más comunes a las especies centinelas, es decir especies que por sus características van a indicar su estado de salud y la del ecosistema como un todo (Aguirre *et al.*, 2002; Munson y Karesh, 2002).

Los jaguares son excelentes centinelas, ya que pueden servir como indicadores de cambios en el espacio y tiempo. Al moverse dentro y fuera de áreas infectadas o contaminadas pueden estar en contacto y dispersar diversos patógenos a lo largo de la red trófica; además, conforme el hábitat natural se fragmenta, las interacciones con gatos, perros y otros animales domésticos aumentan, a la vez que la disponibilidad de presas

naturales disminuye, aumentando el consumo de presas exógenas o domésticas, todo lo cual incrementa el contacto con patógenos potenciales (Aguirre y Tabor, 2004; Tabor y Aguirre, 2004).

Se propone adoptar un plan para evaluar la incidencia de enfermedades en felinos silvestres y el impacto de éstas en la dinámica poblacional.

## Métodos

En la bibliografía existen pocos ejemplos de infecciones o enfermedades que hayan llevado a un decline importante en poblaciones de felinos silvestres. Uno de los casos más importantes y dramáticos fue la epizootia del virus del distemper canino en leones. El brote de esta enfermedad viral afectó del 20 al 30% de los 3 000 leones del parque nacional del Serengeti, en Tanzania en 1994 y 1995, y provocó la muerte o desaparición de alrededor de 87 leones en una población de 250 (Roelke-Parker *et al.*, 1996). Al principio del brote se pensó que era una enfermedad nueva para los felinos, ya que hasta entonces dentro del parque solo había causado epizootias en chacales, zorros (1987) y licaones (1991). El virus aislado de los leones muertos fue muy similar al de perros domésticos de la zona y el 85% de la población de leones presentó anticuerpos contra la enfermedad. Inicialmente se consideró como una enfermedad exótica en los felinos cuya transmisión del agente infeccioso se había facilitado por las características sociales de los leones. Sin embargo, en un estudio realizado en diversas especies de grandes felinos mantenidos en colecciones zoológicas de Norteamérica, se encontró que varios individuos presentaban anticuerpos contra la enfermedad (Appel *et al.*, 1994).

Aunque la conducta solitaria del jaguar puede disminuir el riesgo epizootico de transmisión de enfermedades contagiosas, (por ejemplo el distemper canino o la sarna sarcóptica), se supone que las enfermedades que se han encontrado causando problemas de salud en los carnívoros africanos podrían ocasionarlos en el jaguar (Deem *et al.*, 2002).

En el caso de los felinos americanos silvestres, existen registros de la presencia de algunos patógenos como los agentes virales (calicivirus y coronavirus) en pumas en Estados Unidos (Roelke *et al.*, 1993); virus de inmunodeficiencia felina en pumas y gatos monteses (Olmstead *et al.*, 1992); panleucopenia felina en linceos canadienses (McCord y Cardoza, 1982), gatos monteses y pumas (Roelke *et al.*, 1993); rinotraqueítis en gatos monteses y rabia en linceos canadienses (McCord y Cardoza, 1982), gatos monteses (Carey y Mc Lean, 1978) y puma (Roelke *et al.*, 1993). La gran mayoría de los estudios sólo evaluó la presencia de anticuerpos contra el agente en particular, sin especificar el impacto que tiene la enfermedad sobre la dinámica poblacional.

Acercas de la salud de los jaguares silvestres, existen dos registros de la presencia de parásitos gastrointestinales (Patton *et al.*, 1986; Hoogesteijn y Mondolfi, 1992) y uno de garrapatas en Brasil (Cabrana *et al.*, 2005). En referencia a otros felinos neotropicales, solo Deem y colaboradores (2004) publicaron los resultados de serología realizados a una onzina (*Leopardus tigrinus*) capturada de vida libre en Bolivia, que resultó positiva

a la presencia de anticuerpos contra rabia y panleucopenia felina, y negativa contra distemper canino y diversas enfermedades virales de felinos (calicivirus, herpesvirus, inmunodeficiencia, coronavirus y leucemia). Existen estudios que han evaluado la presencia de endoparásitos en ocelotes y jaguarundis en Belice (Patton *et al.*, 1986), la oncilla en Bolivia (Deem *et al.*, 2004) y ocelotes en Texas (Pence *et al.*, 2003). Con respecto a presencia de ectoparásitos, solo existe un informe de sarna (*Notoedres cati*) en un ocelote encontrado muerto en Texas (Pence *et al.*, 1995).

La mayoría de los artículos publicados sobre problemas médicos en jaguares se refieren a individuos mantenidos en cautiverio en Estados Unidos. Las patologías incluyen problemas infecciosos (virales, bacterianos o parasitarios), odontológicos, traumatismos y neoplasias (Cirillo *et al.*, 1990; Franssen, 1973; Hope y Deent, 2004), evidencia serológica de infección con virus de distemper canino e inmunodeficiencia felina (Appel *et al.*, 1994 ; Barr *et al.*, 1989; Brown *et al.*, 1993), seroprevalencia de triquinosis (Yepez-Mulia *et al.*, 1996). Existen algunos informes de problemas médicos en jaguares de zoológicos en Brasil (Silva *et al.*, 2001), solo hay uno en la literatura de un zoológico de México (Yepez-Mulia *et al.*, 1996).

Recientemente fue publicado un listado extenso de helmintiasis en mamíferos terrestres, incluyendo jaguares, con signos clínicos potenciales y lesiones patológicas (Aguirre y Guerrero, 2001).

Lo anterior evidencia la gran falta de estudios e información publicada en relación al estado de salud de las poblaciones silvestres de jaguar, y en particular de México. Es necesario generar información que permita entender la dinámica de las enfermedades y su impacto.

El Plan Epidemiológico pretende ser un documento de trabajo que sirva como una guía para la investigación biomédica; de este modo se busca estandarizar los procedimientos realizados en los proyectos de campo, en específico, los relacionados con la salud y enfermedades. El plan podrá ser usado por veterinarios, biólogos con entrenamiento en ciencias biomédicas, especialistas en enfermedades y epidemiólogos. Este será un plan estratégico de largo plazo que permitirá evaluar la prevalencia de enfermedades en la población de jaguar, realizar análisis retrospectivos de muestras o datos colectados previamente, estudios prospectivos e incluso, el papel de las técnicas epidemiológicas en los esfuerzos de reubicación y rehabilitación.

Actualmente existe el programa de manejo de la salud del jaguar ("The Jaguar Health Program Manual"), del programa de conservación del jaguar (JCP) de la Wildlife Conservation Society (WCS) (Deem y Karesh, 2002), disponible en <[www.savethejaguar.com](http://www.savethejaguar.com)>. Este manual ha sido desarrollado por médicos veterinarios del programa de trabajo de campo de ésta asociación ([www.fieldvet.org](http://www.fieldvet.org)) y su propósito es proporcionar una guía estandarizada, segura y ética para la captura, manejo y obtención de muestras, asegurando que el programa de evaluación de salud del jaguar sea realizado de manera homogénea en toda su área de distribución.

Los objetivos principales del programa de manejo de la salud del jaguar son:

1. Proporcionar métodos estandarizados para la evaluación general de la salud del jaguar en estado silvestre.

2. Identificar enfermedades que puedan ser amenazas directas: como las infecciosas transmitidas a partir de animales domésticos, presas, otros carnívoros silvestres; o amenazas indirectas por fragmentación y degradación del hábitat que aumentan la susceptibilidad a enfermedades.

3. Proporcionar recomendaciones basadas en los hallazgos de las evaluaciones generales de salud para el manejo y conservación del jaguar a largo plazo.

El manual incluye capítulos sobre captura y anestesia, manejo de animales anestesiados y emergencias, recuperación post-anestésica, obtención de muestras, obtención de datos y análisis, además de una lista de figuras, tablas, apéndices y referencias bibliográficas.

## **Perspectivas del trabajo**

### **Objetivo general**

Adoptar y utilizar un protocolo estándar en los proyectos de campo que evalúen la salud de las poblaciones de jaguares silvestres en México. Ello permitirá facilitar el desarrollo de un plan epidemiológico que identifique prioridades e instrumentación de proyectos; como una parte fundamental de las actividades de investigación y recuperación realizadas por el gobierno federal, organizaciones no gubernamentales (ONG), universidades y otros grupos. La meta final es desarrollar un plan a largo plazo que permita alcanzar los objetivos de evaluación de salud que afectan el manejo y recuperación de las especies como el jaguar (Brousset, 2005; Brousset *et al.*, 2006). Por ejemplo, el desarrollo de este plan de monitoreo de salud, incluirá los aspectos relevantes en relación a los esfuerzos de reubicación de individuos y el desarrollo de planes de contingencia para epizootias, la exposición a contaminantes antropogénicos o desastres naturales. Un componente del plan considera las evaluaciones de salud que ya se están llevando a cabo, así como evaluaciones prospectivas de riesgos potenciales para evaluar los cambios temporales en el estado de salud y determinar el efecto en la abundancia de la población y el éxito reproductivo.

### **Objetivos específicos**

1. Establecer y crear una base de datos que contenga los parámetros “normales” con respecto a la presencia de patógenos y enfermedades en las diferentes poblaciones silvestres del jaguar, para contar con resultados que permitan comprender su dinámica a lo largo del tiempo.

2. Identificar los patógenos y enfermedades a evaluar, las muestras biológicas necesarias y las técnicas utilizadas para su análisis en el laboratorio.

3. Crear un manual que incluya las diferentes técnicas de obtención y conservación

de muestras biológicas, considerando diferentes condiciones de trabajo de campo (protocolos para muestras, necropsia, evaluación clínica y anestesia).

4. Identificar las pruebas de laboratorio disponibles en México y establecer una red de instituciones o laboratorios de referencia para la evaluación de diferentes muestras biológicas.

5. Crear un banco de muestras biológicas para su evaluación en caso de enfermedades emergentes o contingencias.

6. Realizar un análisis retrospectivo del material biológico colectado con anterioridad, e incorporar los resultados en el banco de información.

7. Evaluar el estado de salud y las enfermedades en cada jaguar para identificar cambios a lo largo del tiempo en los individuos y, eventualmente, en las poblaciones. Esto permitirá identificar el papel que juegan las enfermedades como amenazas directas o indirectas en los jaguares.

8. Desarrollar estrategias de prevención y control para mitigar los efectos de un nivel subóptimo de salud, para facilitar la recuperación. Proporcionar recomendaciones, basadas en los hallazgos de las evaluaciones de salud, para el manejo y conservación del jaguar a largo plazo.

9. Disminuir el riesgo potencial de futuros impactos a la salud de los jaguares a través del desarrollo de planes de respuesta apropiados ante diversas contingencias.

## Resultados y disusión

Las enfermedades pueden ser identificadas a través de la evaluación clínica o patológica de los individuos, consecuentemente se obtienen y analizan las tendencias en la población o el ecosistema. Es necesario aprovechar al máximo todas las oportunidades para obtener muestras biológicas de cualquier animal. Esto puede hacerse a través de la obtención oportunista de muestras durante los proyectos de investigación y procedimientos de manejo de animales silvestres (Carees y Cook, 1995). En los animales que son anestesiados con cualquier otro propósito, pueden obtenerse muestras de sangre, pelo y excrementos. La participación de médicos veterinarios en esos proyectos de campo, ha permitido obtener una cantidad mayor de información biomédica a través del examen físico y procedimientos de muestreo selectos (Figura 1). Si los análisis de laboratorio de las muestras colectadas no son inmediatos, su conservación por métodos adecuados, (e.g, congelación), permite preservar las muestras para estudios comparativos futuros. Esto nos sirve para tener una línea base de los parámetros “normales” con respecto a la presencia de patógenos y enfermedades en las diferentes poblaciones silvestres de jaguares, comprender su dinámica a lo largo del tiempo; incluyendo múltiples especies e investigaciones de largo plazo (Munson y Karesh, 2002).

La evaluación del estado de salud general de los jaguares silvestres es particularmente valiosa al momento de presentarse eventos de mortalidad masiva. Los resultados de las pruebas serológicas o parasitológicas obtenidas durante el brote de la enfermedad pueden ser comparados con los resultados obtenidos en la población antes de este

evento y reconocer la presencia de algún patógeno nuevo, una enfermedad emergente o re-emergente. Estas comparaciones esenciales no pueden realizarse cuando no ha sido evaluada previamente la salud de la población (Munson y Karesh, 2002).

Los análisis de riesgo de enfermedades están empezando a ser parte de muchos estudios de evaluación de impacto ambiental para los programas de reintroducción o reubicación de fauna silvestre. Las evaluaciones de riesgo han sido un componente de la mayoría de las evaluaciones de viabilidad poblacional y hábitat (PHVA) conducidas por el CBSG-UICN; sin embargo, el valor de estos análisis ha estado limitado por la falta de información y datos sobre la prevalencia de enfermedades en la mayoría de las especies (Figura 2). Actualmente es crítica la necesidad de obtener datos objetivos a partir de programas de evaluación de salud, que puedan ser sujetos a análisis estadísticos, para aumentar la precisión de estas evaluaciones de riesgo (Munson y Karesh, 2002).

El establecimiento de protocolos homogéneos para la obtención y evaluación de muestras biológicas en todos los proyectos de campo permitirá comparar los resultados obtenidos en diferentes tiempos y espacios, por diferentes grupos de investigadores, y generar conocimientos clínicos y ecológicos sobre el papel de los patógenos y enfermedades en la dinámica poblacional de jaguares en México.



**Figura 1.** El manejo adecuado de ejemplares de jaguar silvestres requiere del cuidado y supervisión de veterinarios capacitados. La toma de muestras es fundamental para evaluar las enfermedades en el medio silvestre Foto: Gerardo Ceballos.

Para iniciar con el plan epidemiológico en el jaguar, es necesario empezar caracterizando los parámetros basales de salud. El primer paso es establecer los valores normales con base en los datos previos archivados, los resultados de muestras colectadas pero aún no analizadas, la obtención y el análisis oportunista de muestras obtenidas a partir de animales sanos. En general, los parámetros basales que deberán establecerse son (Aguirre *et al.* 1999; Brousset, 2005; Brousset *et al.*, 2006):

- a) Examen clínico y datos morfométricos.
- b) Parámetros hematológicos y bioquímicos.
- c) Evaluaciones serológicas para anticuerpos de agentes infecciosos.
- d) Virología.
- e) Bacteriología.
- f) Parasitología.
- g) Endocrinología (para evaluación de reproducción y crecimiento de la población).
- h) Toxicología.
- i) Patología.
- j) Genética.



**Figura 2.** La enfermedades son un problema importante para la conservación del jaguar y otros felinos en estado natural. En la foto se observan lesiones de liehmaniasis en la nariz de un jaguar en la región de Caobas en Quintana Roo (Foto: Gerardo Ceballos).

Las pruebas diagnósticas juegan un papel muy importante en la evaluación del estado de salud en los jaguares. Durante estos estudios, los análisis de laboratorio podrán ser usados para detectar la exposición a un agente (serología), y para detectar e identificar el agente involucrado en la infección de un animal (bacteriología/virología), o un evento de mortalidad (patología clínica, patología macroscópica o histopatología). Las pruebas pueden ser usadas con propósitos epidemiológicos para estimar la prevalencia, incidencia y distribución geográfica de un agente infeccioso específico; determinar el grado de infección en la población o el factor de riesgo para cierta enfermedad incluyendo la transmisión intra o interespecífica.

## **Perspectivas**

La creación de un banco de información sobre la salud de los jaguares mexicanos, nos permitirá realizar estudios retrospectivos de muestras que ya han sido colectadas. Estas muestras representan una fuente valiosa para el entendimiento de los parámetros basales de salud para esta especie. Los pasos que pueden llevarse a cabo son:

- a) Un inventario del material disponible, que comprenda tejidos, suero y resultados de análisis hematológicos y bioquímicos.
- b) Desarrollo de una base de datos computarizada para el registro e identificación completa de las muestras históricas, incluyendo los datos del investigador, del jaguar de origen y del proyecto específico en la que fue obtenida.
- c) Establecer un orden de importancia para los diversos análisis que pueden realizarse a las muestras para empezar a obtener el máximo beneficio de los datos e identificar los faltantes críticos en la información.
- d) El principal objetivo de estos análisis será el desarrollo de herramientas para la evaluación de salud de los jaguares silvestres y ayudar al desarrollo de estrategias de manejo como la reubicación y rehabilitación. Los análisis adicionales requeridos incluirán la estandarización de la evaluación serológica para identificar la presencia de anticuerpos para enfermedades virales y bacterianas selectas, en muestras de suero guardadas, la evaluación histopatológica de muestras de tejidos guardadas, la identificación de parásitos, o pruebas moleculares en especímenes de museo.



# ACCIONES OFICIALES PARA LA CONSERVACIÓN DEL JAGUAR EN MÉXICO: PERSPECTIVAS A MEDIANO PLAZO

OSCAR M. RAMÍREZ FLORES Y PATRICIA OROPEZA HUERTA

## Resumen

La Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) de la Semarnat, es la instancia gubernamental responsable de la recuperación de especies en riesgo de extinción, a través del Programa de Conservación de Especies en Riesgo, dentro de los cuales se incluye el jaguar, especie considerada como en peligro de extinción en México. Con el apoyo de la Conanp se están realizando diversas actividades para la recuperación del jaguar, en las que participan distintas instancias de la administración pública, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas y habitantes de las regiones prioritarias para la recuperación de la especie.

Palabras clave: Áreas naturales protegidas, especies prioritarias, participación social.

## Abstract

*The Office for the Conservation of Priority Species from the National Commission of Protected Areas (Conanp) of the Ministry of the Environment (Semarnat), is responsible for the recovery of threatened species through the Threatened Species Conservation Program, which includes the jaguar, a species considered endangered in Mexico. With the support of Conanp, many actions for the recovery of the jaguar are taking place, where different agencies of the public administration participate, as well as non-governmental organizations, academic institutions and inhabitants of the priority areas for the recovery of the species.*

*Key words: Natural protected areas, priority species, social participation.*

## Introducción

Los principales problemas de conservación del jaguar (*Panthera onca*) tienen su origen en las actividades humanas que generan un enorme impacto directo e indirecto en sus poblaciones. Entre las amenazas más importantes para su conservación están la pérdida y fragmentación de hábitat (Ceballos *et al.*, 2002; Medellín *et al.*, 2002). El jaguar es una especie de gran tamaño y de amplia distribución, que requiere de grandes extensiones para mantener poblaciones viables. En este sentido, las áreas naturales protegidas son fundamentales para su conservación. Sin embargo, pocas áreas protegidas tienen la su-

perficie adecuada para mantener una población viable de jaguar a largo plazo, por lo que es imprescindible contar con corredores u otras formas de manejo del paisaje adyacente. Por lo tanto, los esfuerzos para la protección del jaguar requieren de la consolidación de las áreas naturales protegidas ya existentes, de la creación de nuevas reservas y de la conservación del jaguar en las grandes áreas no protegidas en las que se encuentra todavía a la especie, lo que representa uno de los factores críticos dentro de los esquemas de su conservación (Hoogensteijn, 2000). En Latinoamérica como en México, la depredación de animales domésticos, en especial bovinos, causada por felinos silvestres, tiene como consecuencia acciones de control letal por parte de ganaderos y criadores. Este control se lleva a cabo incluso dentro de áreas protegidas, aún en ausencia de casos de depredación en la zona (Hoogesteijn y Mondolfi, 1992).

El jaguar es considerado, por su relevancia ecológica y social, como una especie prioritaria para la conservación en México de acuerdo a la normatividad en materia ambiental. La Ley General de Vida Silvestre establece que las especies prioritarias para la conservación son aquellas que determina la autoridad y que merecen atención especial por sus características, como ser especies clave, emblemáticas, carismáticas y factibles de recuperación. Además el jaguar se encuentra incluido en la norma mexicana de especies en peligro (NOM.059 ECOL 2001) y su cacería esta vedada en el Diario Oficial de la Federación desde 1987.

En los últimos años se ha avanzado mucho en materia de conservación del jaguar en México. En este capítulo se presenta una síntesis de las acciones que lleva a cabo el Gobierno Federal, a través de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conanp) de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), para la conservación de esta especie prioritaria a largo plazo.

## **Conservación de especie prioritarias**

La responsabilidad de la conservación de las especies prioritarias fue una atribución de la Coordinación de Especies Prioritarias para la Conservación de la Dirección General de Vida Silvestre de la Semarnat hasta mayo del 2005. A partir de esa fecha la coordinación se transfirió a la Conanp, por acuerdo al Reglamento Interior de la Semarnat, publicado en noviembre del 2006.

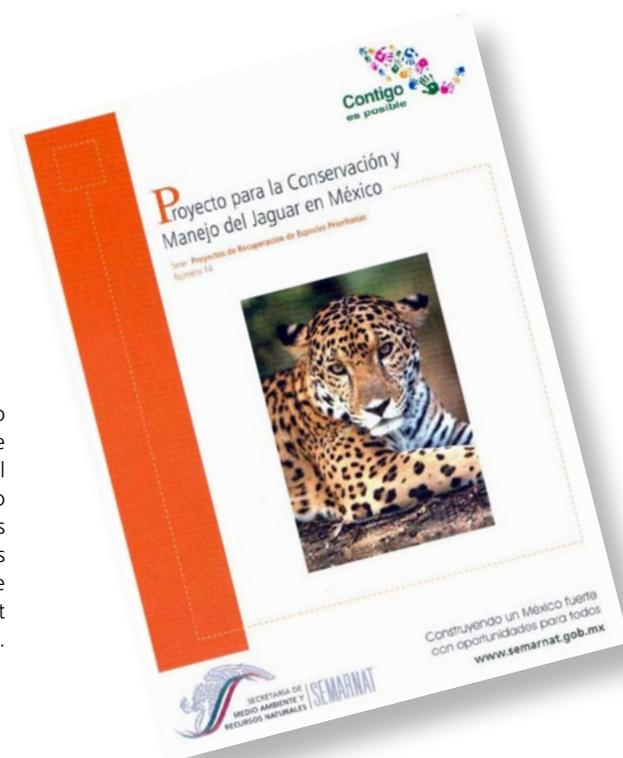
El esquema fundamental de conservación de la Conanp se base en tres ejes denominados Especies, Espacio y Bienestar social, ya que considera que solo a través de la atención y promoción del bienestar social es posible la conservación de las especies prioritarias. La Conanp ha planteado desarrollar en el período 2007-2012, cinco programas estructurales orientados a la conservación de las especies prioritarias y a la educación de la tasa de pérdida de la biodiversidad como meta al 2010. Los programas son los siguientes: 1) Incremento de las áreas protegidas y la consolidación de sistemas regionales de conservación. 2) Desarrollo del Programa de Turismo en áreas protegidas. 3) Aplicación de las estrategias de conservación para el desarrollo. 4) Desarrollo del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (Procer). 5) Fomento de la cultura conservacionista.

En esta estrategia el Procer establece la necesidad de priorizar las amenazas para las especies prioritarias por medio de los denominados PACE (Programa de Acción para la Conservación de Especies). Los PACE son documentos de planeación que establecen las estrategias, instrumentos y acciones mediante las cuales se pretenden alcanzar los objetivos de conservación de cada especie prioritaria. Cada programa plantea una estructura formal con recursos técnicos, financieros, de infraestructura y humanos, e incluyen componentes de protección, manejo, conocimiento, cultura, gestión, evaluación y seguimiento.

## El jaguar como especie prioritaria

Las acciones recientes de conservación empezaron con la integración formal de un grupo de especialistas e interesados en la conservación y estudio de la biología y ecología del jaguar, que constituyó el Subcomité Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Manejo del Jaguar, en el año 2000. En el 2006, el Subcomité publicó el documento denominado Proyecto para la Conservación y Manejo del Jaguar en México de la serie Proyectos de Recuperación de Especies Prioritarias, conocidos como PREP, que plantea los lineamientos generales para la conservación de la especie y su hábitat (Figura 1; Ceballos *et al.*, 2006). En el 2005 se planteó la necesidad de desarrollar el PACE del jaguar por un período de cinco años. Mediante procesos de consulta entre el sector académico, organismos de la sociedad civil, medios de comunicación y diversos sectores gubernamentales, involucrados en proyectos sobre el jaguar en México, se han identificado elementos técnicos y de gestión para integrar el PACE del jaguar. Este programa ha desarrollado varios ejes, que se describen a continuación, como la base de sus acciones de conservación.

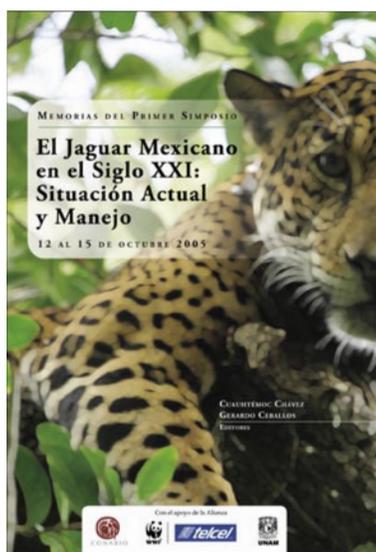
**Figura 1.** El Proyecto de Recuperación de Especies Prioritarias del Jaguar que fue publicado recientemente plantea los lineamientos generales para la conservación de la especie y su hábitat (Ceballos *et al.*, 2006).



## Planeación y análisis

Se promovieron iniciativas locales con el fin de desarrollar estrategias estatales para la conservación del jaguar, como el caso de Jalisco, Oaxaca, Nayarit, Michoacán, Chiapas y San Luis Potosí. Estos esfuerzos que requieren de seguimiento puntual para consolidar acciones.

Se llevaron a cabo eventos y foros académicos para discutir acciones para la conservación de este felino, tales como el foro “Importancia ecológica del jaguar en la conservación de la biodiversidad del Estado de Oaxaca” y el “Día del Jaguar” en Sinaloa. Se realizaron el Primer y Segundo Simposio del Jaguar en el Siglo XXI, coordinados por el Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre del Instituto de Ecología de la UNAM. Los simposios, que fueron patrocinados por instituciones como la Alianza WWF México Telcel, UNAM, Conanp y Conabio, se celebraron en octubre y noviembre del 2005 y 2006, respectivamente. Este foro reúne a los especialistas en investigación y conservación del jaguar en México y los resultados concretos del primer simposio se publicaron en el 2006 (Figuras 2 y 3; Chávez y Ceballos, 2006). El tercer simposio se llevará a cabo en noviembre del 2007.



**Figura 2.** Las Memorias del Primer Simposio del Jaguar Mexicano en el Siglo XXI (Chavez y Ceballos, 2006) reúnen los planteamientos de expertos para la conservación del jaguar.

**Figura 3.** Los simposios del Jaguar Mexicano en el Siglo XXI reúnen a los especialistas en investigación y conservación del jaguar en México.

Foto: Gerardo Ceballos

En mayo del 2007 se llevó a cabo una reunión del Subcomité Técnico Consultivo para la Recuperación y Manejo del Jaguar, a la cual se convocó tanto a los miembros del Subcomité Técnico como a otros interesados en el tema de los sectores académico y social, con el fin de darles a conocer los lineamientos de la Conanp en materia de especies en riesgo. Se discutieron instrumentos legales como el PACE del jaguar, que marcan los lineamientos de trabajo, así como la gestión de los proyectos de conservación de las especies en riesgo en México, y dan cumplimiento a los 5 compromisos presidenciales por la conservación, declarados el 24 de febrero del 2007 año por el Titular Ejecutivo.

En esta reunión se definieron las 4 principales acciones a realizar en el 2007: 1) Incrementar la conectividad entre áreas naturales protegidas y corredores biológicos en la Selva Maya. 2) Realizar el Primer Censo Nacional del Jaguar. 3) Elaborar un programa de atención a casos de depredación de ganado por grandes felinos (jaguar y puma). 4) Elaborar un programa de difusión y educación ambiental para la conservación del jaguar y su hábitat.

## **Difusión**

Una acción medular de la Conanp en la difusión a nivel nacional de la problemática de conservación del jaguar fue declarar el 2005 como el “Año del Jaguar”, estrategia respaldada con la declaratoria del Presidente de la República. Del año del jaguar resultaron otras acciones de difusión como la realizada por un grupo de artistas gráficos y plásticos, que a través de la Asociación Civil Pueblo Jaguar Oaxaca, logró armar una exposición itinerante denominada “20 Jaguar”, en la cual se contó con la participación de más de 40 artistas (Figura 4). Los artistas donaron obras alusivas al tema jaguar con el fin de recabar fondos para apoyar proyectos productivos como compensación por las pérdidas de ganado causadas por jaguar en varias comunidades de la región de la Chinantla. Otras acciones emprendidas por diversos actores e instancias han incluido carteles, trípticos y folletos alusivos a la conservación del jaguar, que se han distribuido en instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

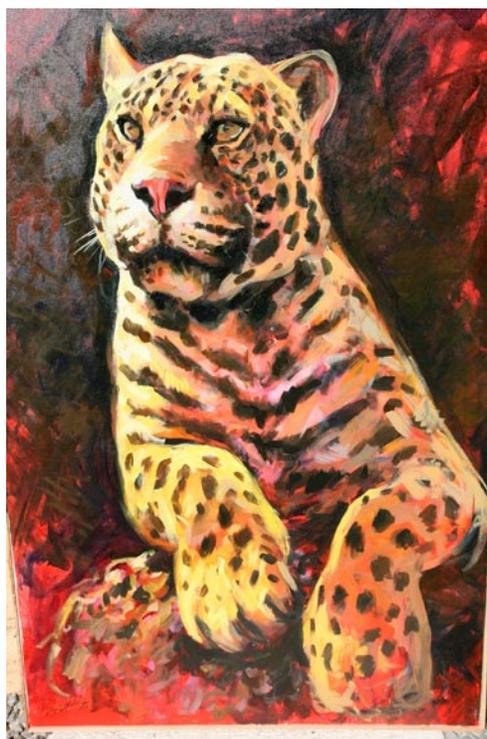
## **Conservación**

La estrategia de conservación del hábitat del jaguar consiste en consolidar las áreas naturales protegidas en donde existen poblaciones de la especie, decretar nuevas áreas naturales protegidas y estimular la conservación del hábitat en las zonas de amortiguamiento o regiones adyacentes a las reservas por medio de estímulos como el pago de servicios ambientales. Por ejemplo, con relación al establecimiento de nuevas reservas se llevó a cabo la declaratoria de 38 000 hectáreas en Sierra de Vallejo, Nayarit, como área natural protegida de categoría estatal, y la ampliación en 150 000 hectáreas de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, y el decreto del Área de Protección de Flora y Fauna Bala’an Ka’ax en Quintana Roo. Además se hizo el registro de una reserva privada de Naturalia, A.C. en Sonora, que es la región más norteña de distribución de la especie en México.

Para estimular la conservación del hábitat la Conanp estableció un convenio con la Comisión Nacional Forestal (Conafor) para promover proyectos de pago por servicios ambientales, hidrológicos, por captura de carbono y para conservación de la biodiversidad, dando prioridad a las áreas identificadas como relevantes para la conservación de la especie.

## Vigilancia y protección

En el 2005 la Conanp un convenio con la Comisión Nacional para el estudio y uso de la Biodiversidad (Conabio), para desarrollar un proyecto en colaboración con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), la Asociación Civil Hombre Jaguar Nayarit, y autoridades agrarias y municipales, para la integración y equipamiento de 50 Comités de Vigilancia Comunitaria en 12 estados en donde se distribuye el jaguar (Oropeza *et al.*, este volumen). A lo largo de casi tres años del el esfuerzo de promoción y seguimiento de vigilancia comunitaria han participado delegaciones de la Profepa en los estados de Campeche, Chiapas, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Veracruz y Yucatán. También ha participado personal de 8 áreas naturales protegidas, que incluyen a las reservas de la biosfera de Sierra de Manantlán, Sierra Gorda, La Encrucijada, Los Petenes, Ría Lagartos, Calakmul y Ría Celestún, así como de las áreas de protección de flora y fauna Naha y Metzabok. Fuera del sector federal, han participado organizaciones no gubernamentales y autoridades municipales y ejidales de más de 50 municipios y 70 comunidades de 14 estados en donde se distribuye el jaguar.



**Figura 4.** Una de acciones de difusión fue la exposición itinerante denominada "20 Jaguar" en la cual se contó con la participación de más de 40 artistas. Este cuadro es del pintor cubano Gabriel Coto.

Foto: Gerardo Ceballos

En el 2007 se llevó a cabo el “Primer Taller de Vigilancia Comunitaria para la Conservación del Jaguar y su Hábitat”, evento en el cual se reunieron mas de 50 asistentes, incluyendo vigilantes comunitarios procedentes de 13 estados, investigadores y representantes de las instancias gubernamentales involucradas en este esfuerzo (Conanp, Profepa y Conabio). Este evento fue financiado por la Conanp y tuvo una excelente respuesta por parte de ponentes y asistentes, siendo uno de los resultados obtenidos, la firma de la “Declaratoria de Telchac, Yucatán”, documento que integra los compromisos asumidos por parte de la Conanp, Profepa y los comités de vigilancia comunitaria.

Por otro lado, la Profepa integró una base de datos oficial sobre número de aseguramientos y decomisos de ejemplares, partes y derivados de jaguar de los últimos años, con el fin de integrar un diagnóstico oficial sobre la severidad la cacería furtiva en las poblaciones del jaguar en México. En este aspecto, se han realizado varios esfuerzos institucionales para atender el conflicto entre el jaguar y las actividades agropecuarias. En el 2005 y 2006 se realizaron los primeros acercamientos oficiales para atender el tema, llevado a cabo reuniones de la Conanp con la Dirección de Fomento Ganadero de la Secretaría de Ganadería, Agricultura, Pesca y Alimentación (Sagarpa), la iniciativa privada y el sector académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para plantear un acuerdo intersecretarial con el fin de atender este problema.

## **Convenios internacionales**

En el marco de acciones internacionales para la conservación del jaguar, México firmó la iniciativa “Jaguares sin Fronteras” con Belice y Guatemala en el 2006. La estrategia tiene como fin de establecer un hermanamiento de áreas naturales protegidas entre los tres países, para propiciar acciones de conservación conjunta. Se han identificado como acciones de manejo al control de incendios forestales, tráfico de fauna silvestre, manejo de áreas naturales protegidas y análisis de impacto ambiental por infraestructura pública, con el fin de disminuir las amenazas sobre esta región crítica. El origen de esta iniciativa se remonta al 2004, con las primeras reuniones de acercamiento para desarrollar una estrategia de trabajo conjunto con Guatemala y Belice, para el primer diagnóstico de identificación de amenazas, fortalezas, debilidades y oportunidades para atender esta zona tan vulnerable ecológica, social y políticamente hablando. Posteriormente se han llevado a cabo dos reuniones más una en 2005 y otra en el 2007, con el propósito de evaluar avances y establecer tareas encaminadas a lograr los objetivos de conservación de este importante corredor biológico. La Presidencia de esta iniciativa es rotativa, por lo que actualmente es presidida por una representación de Belice.

De manera paralela, se asistió al taller “Paseo Jaguar”, que es una propuesta de trabajo de conservación del jaguar y su hábitat convocada por la Wildlife Conservation Society (WCS) para unir, mediante corredores biológicos, el paso del jaguar desde el sureste de México hasta Argentina. Para el taller se convocó a representantes de los sectores académico, gubernamental y de la sociedad civil organizada de cada uno de los siete paí-

ses de Centro América, con excepción del Salvador, con el fin de integrar un programa de trabajo con base en los insumos de investigación y conservación con que cuenta cada país y analizar los posibles sitios y programas de financiamiento por parte de WCS. En consenso y coordinadamente, México, Guatemala y Belice presentaron una declaratoria de apertura en donde se dio a conocer la estrategia de Jaguares sin Fronteras y se invitó a WCS y países asistentes a participar en la próxima reunión, con el fin de conocer el trabajo que se está realizando.

## **Comentarios finales**

Actualmente la Conanp está financiando, con un monto aproximado de siete millones de pesos, a ocho proyectos y eventos orientados a la conservación del jaguar y su hábitat, en seguimiento de las acciones identificadas como prioritarias en la reunión con los especialistas del Subcomité Técnico Consultivo. Los proyectos y eventos se han estado desarrollando desde el mes de mayo y concluirán en el cierre administrativo del presente 2007. Estos proyectos incluyen el Censo Nacional del Jaguar, cinco proyectos piloto regionales para la atención a casos de depredación de ganado por Jaguares (Sierra Oriental, Corredor Occidental, Pacífico Sur, Península de Yucatán y Selva Maya), una Estrategia y Diagnóstico Nacional para la atención al conflicto Ganadería - Jaguar, una estrategia nacional de difusión y comunicación para la conservación del jaguar y su hábitat, una estrategia de interconexión de áreas naturales protegidas en la Selva Maya, y tres talleres regionales de vigilancia comunitaria para la conservación del jaguar y su hábitat, algunos de los cuales ya en marcha.

Con estas acciones se plantea aterrizar propuestas encaminadas a generar los insumos básicos necesarios para desarrollar estrategias más específicas por región, enfocadas a la conservación de la conectividad y viabilidad del hábitat, así como a disminuir la pérdida de ejemplares y poblaciones de la especie, además de consolidar un grupo de especialistas en investigación y conservación en el tema.

## ENFERMEDADES DEL JAGUAR EN ESTADO SILVESTRE EN EL SURESTE DE MÉXICO

MARCELA A. ARAIZA, GERARDO CEBALLOS  
Y CUAUHTÉMOC CHÁVEZ

### Resumen

Los grandes felinos silvestres sirven como un indicador de cambios en los ecosistemas. Estudios recientes demuestran que las enfermedades infecciosas tienen efectos devastadores en sus poblaciones. La conversión del hábitat debido a actividades antropogénicas ha aumentado la incidencia de enfermedades en la fauna silvestre, por lo que es importante identificar las enfermedades que los afectan, así como las condiciones ecológicas asociadas con su severidad y dispersión. En este estudio se evaluó y contrastó la seroprevalencia de enfermedades virales y bacterianas, la presencia de parásitos, y algunos parámetros hematológicos del jaguar en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, y el Ejido Caoba, Quintana Roo. Los dos sitios tienen influencia de actividades antropogénicas, que es más intensa en el ejido. La seroprevalencia de enfermedades transmitidas por animales domésticos (parvovirus canino/panleucopenia felina) en el fue de 8%, la de por vectores (gusano felino del corazón) 86.6% y la de reservorios silvestres (toxoplasmosis) de 55.5% en el Ejido Caoba. En contraste no se encontraron anticuerpos para estas enfermedades en la Reserva de Calakmul. Se encontraron anticuerpos contra *Burcella abortus* en el único macho de la Reserva analizado y en uno de 8 animales muestreados en el Ejido Caoba. No se encontraron anticuerpos contra el virus de inmunodeficiencia felina, coronavirus felino, *Chlamydia*, ni evidencias del antígeno de leucemia viral felina para ningún sitio. Los cambios de hábitat debido a las actividades humanas podrían ser la causa de las seroprevalencias mayores en el Ejido Caoba. Los parámetros hematológicos de los ejemplares capturados en la Reserva son más parecidos a los valores obtenidos en animales en cautiverio; en el Ejido Caoba, los valores difieren de los animales en cautiverio principalmente en la fórmula leucocitaria.

Palabras clave: *Brucella*, enfermedades en fauna silvestre, leucemia viral, moquillo, parvovirus, toxoplasmosis.

### Abstract

*Large felids are indicators of ecosystem changes. Recent studies show that infectious diseases have devastating effects in their populations. Furthermore, habitat conversion due to anthropogenic activities has increased incidence of wildlife diseases, therefore, besides ecological data, it is important to identify both, the diseases potentially important to large carnivores, and the ecological conditions associated with their expansion and severity. The seroprevalence of*

*viral, bacterial and parasitic diseases and some hematological parameters were evaluated in wild jaguars from two places of Southern Mexico; the Calakmul Biosphere Reserve and Ejido Caoba. In Ejido Caoba, the seroprevalence of diseases transmitted by domestic carnivores (canine parvovirus/feline panleukopenia) was 8 %, by vectors (feline heart worm) 86.6 %, and by wild reservoirs (Toxoplasma) 55.5 %, while no antibodies were found within the Reserve. Antibodies against Brucella abortus was found in the only male tested in the Reserve, and from one of 8 jaguars in Ejido Caoba (12.5%). Antibodies against feline immunodeficiency virus, feline coronavirus, Chlamydia and feline leukemia were not found. Habitat changes due to the human activities could be responsible for the greater seroprevalence in Ejido Caoba. The hematological parameters of wild jaguars from the Reserve are more similar than the values of captive jaguars, in Ejido Caoba, these values are different from the values of captive jaguars, mainly in the leukocyte formula.*

*Key words: Brucella, viral leukemia, distemper, parvovirus, toxoplasmosis, wildlife diseases.*

## **Introducción**

Los carnívoros son muy sensibles a las perturbaciones de su hábitat; su disminución y desaparición sirven como un indicador de los cambios en los ecosistemas (Coté y Sutherland, 1997; Crooks y Soulé, 1999; Estes, 1996; Gittleman *et al.*, 2000). Los carnívoros estrictos de gran tamaño que viven en poblaciones aisladas y se dispersan grandes distancias son más propensos a extinguirse (Purvis *et al.*, 2001; Woodroffe, 2001). Disminuciones recientes en poblaciones silvestres de carnívoros demuestran que las enfermedades infecciosas tienen efectos devastadores en su conservación (Murray *et al.* 1999). La conversión del hábitat debido a las actividades antropogénicas ha amplificado el papel que tienen las enfermedades como regulador en la supervivencia de los carnívoros (Deem *et al.*, 2001; Dobson y Foufopoulos, 2001; Funk *et al.*, 2001). Al aumentar las poblaciones de ungulados y carnívoros domésticos, existe un mayor riesgo de que patógenos generalistas se diseminen hacia las poblaciones menos abundantes de carnívoros silvestres (Funk *et al.*, 2001; Holmes, 1996). La disminución del hábitat también causa una concentración de especies y de individuos en las áreas remanentes, lo que aumenta la tasa de transmisión de agentes infecciosos, reduce el estado nutricional e incrementa el estrés; esto hace que las especies sean más susceptibles a las enfermedades y a otras presiones poblacionales (Deem *et al.*, 2001; Patz *et al.*, 2000; Scott, 1988). El efecto de los patógenos puede cambiar de compensatorio a aditivo, y aún si la mortalidad es compensatoria, la población es afectada si los patógenos disminuyen la tasa reproductiva o cambian la estructura de edades (Funk *et al.*, 2001). En el borde de las reservas y en los corredores, las enfermedades pueden ser el factor decisivo para que una población persista y se disperse exitosamente a otras áreas (Simberloff y Cox, 1987; Simoneti, 1995).

Para prevenir disminuciones en las poblaciones de carnívoros, es importante identificar las enfermedades que los afectan, así como las condiciones ecológicas asociadas

con su severidad y dispersión (Murray *et al.*, 1999). Por lo tanto, para que un proyecto de conservación de carnívoros sea exitoso, además de los datos ecológicos, se deben tomar en cuenta las enfermedades y agentes infecciosos de la especie en cuestión, así como los posibles reservorios de las enfermedades (Funk *et al.*, 2001). Los grandes felinos silvestres son susceptibles a contraer enfermedades que son comunes en perros y gatos domésticos, como el moquillo canino, parvovirus canino, panleucopenia felina (Roelke *et al.*, 1993), leucemia viral felina (Appel *et al.*, 1994; Blythe *et al.*, 1983; Fix *et al.*, 1989; Jessup *et al.*, 1993; Kock *et al.*, 1998; Parish, 1999; Paul-Murphy *et al.*, 1994; Roelke-Parker *et al.*, 1996; Richard y Foreyt, 1992). Se han encontrado anticuerpos contra el virus de Inmunodeficiencia felina pero sin evidencia de enfermedad asociada (Barret, 1999; Brown *et al.*, 1994; Jarret, 1999; Spencer *et al.*, 1992).

El jaguar, uno de los carnívoros más amenazados de México, es usado como indicador para la determinación de áreas prioritarias para la conservación y para la toma de decisiones como tamaño apropiado de las reservas y localización de los corredores entre reservas (Ceballos *et al.*, 2005). Además de la información sobre áreas y patrones de actividad, es necesario tomar en cuenta los aspectos de salud de estas poblaciones. A pesar de la importancia de las enfermedades y del estado de salud para la conservación, no existe información sobre la seroprevalencia de agentes infecciosos en las poblaciones silvestres de jaguares en México, así como tampoco existe información acerca de los valores sanguíneos normales de poblaciones silvestres. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar la seroprevalencia de enfermedades y determinar algunos de los valores sanguíneos de los jaguares silvestres en un área natural protegida, la Reserva de la Biosfera Calakmul, y un ambiente fragmentado, el Ejido Caoba.

## Métodos

La captura del jaguar se realizó en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, y en el Ejido Caoba, Quintana Roo, del 2002 al 2005 (ver Ceballos *et al.*, 2002 y Chávez, 2006). Los animales se inmovilizaron con una mezcla de xilacina (0.7 a 1.3 mg/kg) y ketamina (7.6 a 11 mg/kg). En algunas ocasiones la anestesia fue revertida con yohmbina (0.125 mg/kg). Se realizó un examen físico completo y se administraron antibióticos y antihelmínticos cuando fue necesario. Se colectaron los ectoparásitos y se extrajeron 10 ml de sangre de la vena tarsal o femoral, se colocó 1 ml en tubos con anticoagulante (EDTA), y se enviaron al laboratorio para obtener los valores sanguíneos. La sangre restante fue centrifugada para obtener el suero y almacenada a -20 °C hasta su análisis.

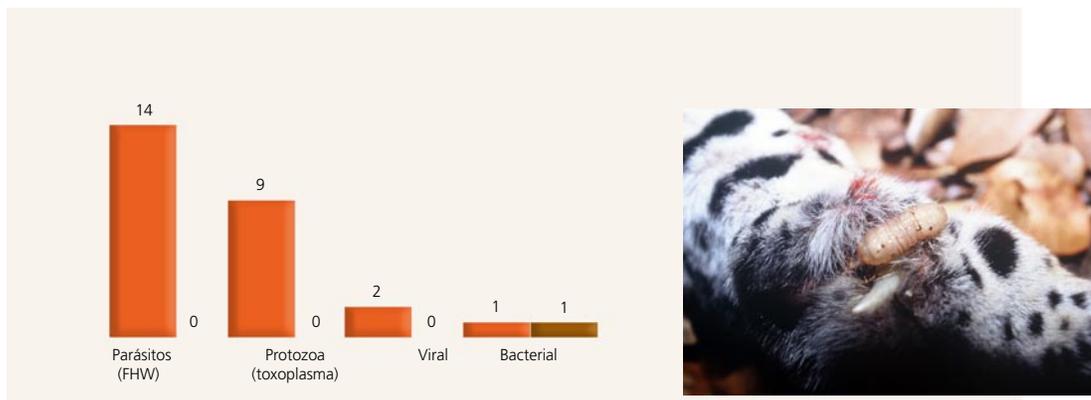
La seroprevalencia de enfermedades fue determinada mediante pruebas comerciales, siguiendo las instrucciones del fabricante: gusano felino del corazón (FHW Antibody Test, Witness<sup>®</sup>), virus de inmunodeficiencia felina y virus de la leucemia felina (Snap FIV/FeLV de IDEXX), moquillo canino (CDV IMMUNOCOMB<sup>®</sup> IgG antibody test kit), parvovirus canino (CPV IMMUNOCOMB<sup>®</sup> IgG antibody test kit), coronavirus felino (FCoV-FIP IMMUNOCOMB<sup>®</sup> antibody test kit), *Toxoplasma* y *Chlamydia* (Feline Toxo & *Chlamydia* IMMUNOCOMB<sup>®</sup> Ab test kit). La seroprevalencia de Brucela se realizó en el

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA), UAEM, con la prueba de tarjeta. Se realizó una prueba de t-student para evaluar las diferencias de los valores sanguíneos entre los diferentes lugares y las diferencias de los promedios de larvas de ectoparásitos.

## Resultados y discusión

Se sacaron muestras de 23 jaguares, de los cuales 19 fueron del Ejido Caoba (9 hembras y 10 machos) y 4 de la Reserva de la Biosfera Calakmul (3 machos y 1 hembra). Cinco jaguares fueron recapturados. Todos los jaguares presentaban buena condición física; la mayoría tenía señales de peleas, como falta de fragmentos de las orejas y cicatrices. Tres jaguares presentaban pérdida de tejido en la cara formando lesiones parecidas a las producidas por Leishmaniasis cutánea.

La presencia y seroprevalencia de enfermedades transmitidas por animales domésticos en la reserva Calakmul y el Ejido Caobas fueron contrastantes (Figura 1, Cuadro 1). De 15 jaguares se extrajeron de 1 a 50 ( $X = 13.8$ ) larvas de la mosca *Dermatobia hominis* (Figura 2). En el Ejido Caoba el promedio de larvas de *Dermatobia* fue mayor que en la Reserva (18.2 y 3.7 respectivamente;  $P = 0.0296$ ). La seroprevalencia de parvovirus canino/panleucopenia felina en el Ejido Caoba fue de 8 %, la de vectores (i.e. gusano



**Cuadro 1.** Seroprevalencia de enfermedades en jaguares silvestres capturados en la Reserva de la Biosfera Calakmul y en el Ejido Caoba en Quintana Roo, México

Enfermedades	Caoba	N	Calakmul	N
FeLv	0 %	16	0 %	3
FIV	0 %	16	0 %	3
FCoV	0 %	16	0 %	3
<i>Chlamydia</i>	0 %	16	0 %	3
Distemper canino	0 %	18	0 %	3
Parvovirus canino	8 %	18	0 %	3
Toxoplasma	55.5 %	16	0 %	3
FHW	86.6 %	16	0 %	3
<i>Brucella abortus</i>	12.5 %	8	100%	1

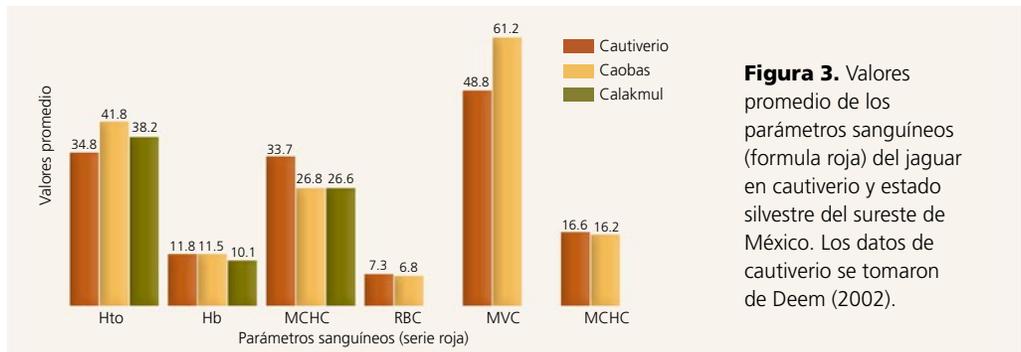
**Figura 1** (gráfica). Número de jaguares con anticuerpos contra enfermedades virales, bacterianas y parasitarias en la Reserva de la Biosfera Calakmul y el Ejido Caoba en Quintana Roo, México.

**Figura 2** (arriba). Larva de la mosca *Dermatobia hominis*.

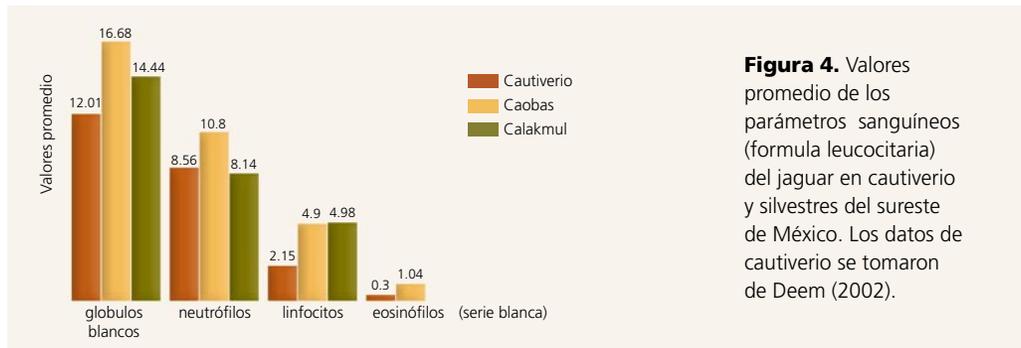
felino del corazón) 86.6% y de toxoplasmosis (55.5%). En contraste, en la Reserva no se encontraron anticuerpos para estas enfermedades (Cuadro 1). Los anticuerpos contra *Burcella abortus* se encontraron en el único macho de la reserva en el que se realizó la prueba, y en uno de 8 animales analizados de Caoba. No se encontraron anticuerpos contra el virus de inmunodeficiencia felina, coronavirus felino, *Chlamydia*, ni evidencias del antígeno de leucemia viral felina en ambos lugares (Cuadro 1). Los valores promedio de los parámetros sanguíneos de los jaguares silvestres capturados en la Reserva de la Biosfera Calakmul son más parecidos a los valores promedio obtenidos en animales en cautiverio (Deem, 2002), que los valores de los jaguares capturados en el Ejido Caoba (Cuadro 2; Figuras 3 - 4).

**Cuadro 2.** Comparación de los valores sanguíneos (t-student) de los jaguares silvestres de la Reserva de la Biosfera Calakmul y el Ejido Caobas en Quintana Roo, México, con los valores sanguíneos de jaguares en cautiverio (Deem, 2002)

Valores Sanguíneos	Caoba-Calakmul	Referencia Caoba	Referencia Calakmul
Hematocrito	0.312	0.0004	0.3768
Hemoglobina	0.165	0.5182	0.1421
MCHC	0.829	0	0.0023
MCV	-	0	-
MCH	-	0.2815	-
Cuenta plaquetas	-	0.2017	-
RBC	-	0.3192	-
WBC	0.314	0.0002	0.2759
Neutrófilos	0.264	0.0501	0.838
Limfocitos	0.985	0.0044	0.1171
Eosinófilos	-	0.0005	-



**Figura 3.** Valores promedio de los parámetros sanguíneos (formula roja) del jaguar en cautiverio y estado silvestre del sureste de México. Los datos de cautiverio se tomaron de Deem (2002).



**Figura 4.** Valores promedio de los parámetros sanguíneos (formula leucocitaria) del jaguar en cautiverio y silvestres del sureste de México. Los datos de cautiverio se tomaron de Deem (2002).

En uno de los dos machos con anticuerpos contra parvovirus/panleucopenia, se observaron heces con sangre, que es la principal característica de una infección aguda (Steinel et al, 2000). No hay datos sobre si la prevalencia de parvovirus/panleucopenia afecta a las poblaciones de felinos silvestres, pero en otras especies de carnívoros silvestres se ha observado que altas prevalencias están asociadas a una alta mortalidad en las crías (Creel et al., 1997; Jonson et al., 1994; Mech y Goyal, 1995). La prevalencia de estos virus en carnívoros silvestres se ha relacionado con la presencia y cercanía de perros y gatos domésticos, con un área de actividad grande y grandes distancias de dispersión (Biek et al. 2002; Hofman-Lehmann et al., 1996; Riley et al., 2004). Se desconoce la prevalencia de estos virus en los carnívoros domésticos de la región, sin embargo, si se presenta una epizootia en los perros domésticos que viven en el Ejido Caoba, los jaguares podrían verse afectados, principalmente a través de la mortalidad en las crías. En este lugar es común los perros se encuentren dentro de área de actividad de los jaguares, solos o en compañía de cazadores, y ocasionalmente son depredados por el jaguar (M. Araiza, obs. pers.), lo que aumenta el riesgo de transmisión. Estos virus se eliminan a través de las heces fecales y son muy resistentes a altas temperaturas y a condiciones de sequía, por lo que permanecen infectantes por meses (Gordon y Angrick, 1986; Steinel et al., 2001).

No se encontraron anticuerpos contra el moquillo canino, lo que indica que el jaguar muere al adquirir el virus ó que nunca ha tenido contacto con éste (Cuadro 1); el segundo escenario es peligroso, porque de ocurrir una epizootia de moquillo, puede haber una alta mortalidad, como ha sucedido en otras poblaciones de felinos silvestres (Apel, 1987; Roelke-Parker et al., 1996). Este escenario es más probable en los lugares que tienen una mayor fragmentación y contacto con los perros. Así mismo, los jaguares que tienen su área de actividad en el borde de la Reserva de la Biosfera Calakmul y un mayor contacto con los poblados tienen más riesgo de adquirir el virus. Tanto en el caso del parvovirus/panleucopenia como en el moquillo, no es necesario un contacto directo entre el jaguar y los perros, ya que especies presa como los procyónidos y los mustélidos son susceptibles a la enfermedad y pueden adquirirla de los perros y transmitirla a los jaguares (Green, 1993; Parrish, 1999)

La seroprevalencia de anticuerpos contra *Dirofilaria* (gusano del corazón) como en todas las enfermedades transmitidas por vectores, depende de factores ambientales que afectan su reproducción, crecimiento, sobrevivencia, transporte y diseminación del agente infeccioso. En otros sitios la transmisión del gusano del corazón es estacional (Watts et al., 2001) y la temperatura mínima a la cual los mosquitos vectores sobreviven es de 14° C, siendo mas favorable cuando la temperatura promedio es mayor de 20° C (Vezzani et al., 2006). Tanto en la Reserva como en el Ejido Caoba la temperatura promedio anual es favorable para la sobrevivencia de los vectores de *Dirofilaria* (26° C). Sin embargo, la disponibilidad de sitios de reproducción de los vectores afecta la presencia de *Dirofilaria*. Una alta prevalencia del gusano del corazón y otras enfermedades transmitidas por mosquitos vectores se ha asociado a zonas riparias, a la acumulación de agua en suelos de áreas con alta precipitación pluvial, y a sequías en lugares tropicales en donde la

gente almacena agua en contenedores abiertos (Gortazar, 1994; Linthicum *et al.*, 1988; Moore *et al.*, 1978; Sheppard *et al.*, 1969). La deforestación promueve que los contenedores de agua estén expuestos a una mayor cantidad de luz solar, lo que mejora las condiciones de los sitios de reproducción de los vectores (Walsh *et al.*, 1993). En el Ejido Caoba, las actividades humanas como el cambio de uso del suelo y una mayor cantidad de agua almacenada podría estar favoreciendo el incremento de los vectores transmisores de *Dirofilaria*. La alta seroprevalencia encontrada en Caoba puede ser un problema de salud pública, ya que la *Dirofilaria* puede ser transmitida a los humanos y causar nódulos pulmonares (Miyoshi *et al.*, 2006; Narine *et al.*, 1999; Rodrigues-Silva *et al.* 1995).

La diferencia en la seroprevalencia de toxoplasma encontrada en el Ejido Caoba y en la Reserva, se puede deber también a los cambios de uso del suelo ocasionado por las actividades humanas, ya que esto se ha relacionado con una alta prevalencia de toxoplasma en otras especies de animales silvestres (Anwar *et al.*, 2006; Gaydos *et al.*, 2007; Kikuchi *et al.*, 2004; Roser-Degiorgis *et al.*, 2006) y en humanos (Etheredge *et al.*, 2004; Frenkel y Ruiz, 1981). Las construcciones y las actividades humanas compactan el suelo, creando condiciones favorables para la sobrevivencia de los ooquistes de toxoplasma. La prevalencia también es alta en áreas con una mayor proporción de cuerpos de agua, ya que se crea un microclima favorable para los ooquistes (Zarnke *et al.*, 2001). Es muy importante establecer medidas de prevención para la transmisión del toxoplasma ya que en humanos además de problemas reproductivos como abortos, reduce el desarrollo psicomotor (Flegr, 2007) y está asociado a un gran número de casos de esquizofrenia (Torrey *et al.*, 2006). El agua contaminada con heces de felinos silvestres ha sido la fuente de transmisión en epidemias de toxoplasmosis en humanos y los perros domésticos son considerados transmisores mecánicos al revolcarse en las heces de los felinos, ya sea silvestres o domésticos (Aramini *et al.*, 1999; de Moura *et al.*, 2006; Frenkel *et al.*, 1995; Lindsay *et al.*, 1997).

Respecto a los anticuerpos contra *Brucella abortus* encontrados en un jaguar de la Reserva y otro de Caoba, no existen antecedentes sobre su prevalencia en animales silvestres de estas áreas, pero la enfermedad puede estar presente en el ganado vacuno y caprino de la región. El incremento de los parámetros sanguíneos de la serie blanca de los jaguares en el Ejido Caoba indican que los animales pueden estar bajo procesos inflamatorios crónicos o agudos, condiciones inflamatorias por estimulación antigénicas, e infestaciones parasitarias (Rebar *et al.*, 2005). Aunque es posible observar un incremento de estos valores en condiciones de estrés o debido al manejo de los ejemplares, el método de captura y el manejo de las muestras de los jaguares de la Reserva y del Ejido Caoba fue el mismo, por lo que los resultados pueden ser un reflejo del estado de salud de la población.

Finalmente, este estudio resalta la importancia de realizar análisis del estado de salud y prevalencia de enfermedades en la fauna silvestre. Por lo tanto es necesario continuar el esfuerzo de trabajo en la población del jaguar de la región, pero también extenderlo a otras especies para entender los mecanismos de transmisión y el papel de la fauna doméstica en este proceso.



## ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE POBLACIONES Y DEL HÁBITAT DEL JAGUAR EN MÉXICO

LUIS CARRILLO, GERARDO CEBALLOS, CUAUHTÉMOC CHÁVEZ, JUAN CORNEJO,  
JUAN CARLOS FALLER, RURIK LIST Y HELIOT ZARZA  
REDACTORES

### Resumen

El presente trabajo es el resultado del 2° *Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Taller de Análisis de la Viabilidad de Poblaciones y del Hábitat* llevado a cabo en el Club de Golf de Cuernavaca, Morelos, México, del 21 al 24 de noviembre, 2006. México es un reducto importante para del jaguar (*Panthera onca*), pero la continua pérdida del hábitat y cacería furtiva, ha hecho necesario evaluar la viabilidad de la especie para determinar las estrategias para su conservación. Utilizamos el programa VORTEX para identificar los factores que tienen un mayor efecto en la probabilidad de extinción. Estos son: número de crías por camada, incremento en el número de hembras reproductivas, reducción de la edad reproductiva máxima de las hembras, y mortalidad de hembras y crías. La mortalidad resultante de la cacería furtiva reduce significativamente el crecimiento poblacional e incrementa el riesgo de extinción de las poblaciones más pequeñas. El efecto es más pronunciado en hembras, ya que cuando se elimina a más del 3% de la población de hembras, la población no es viable en un período de 100 años. Los tamaños poblacionales inferiores a 100 individuos no son viables. Las poblaciones de las 5 regiones prioritarias para la especie fueron evaluadas, considerando la pérdida de hábitat, la capacidad de carga, y la cacería furtiva, donde las poblaciones de Sonora y Tamaulipas al norte, están en un mayor riesgo, y la población de la selva maya en el sur, es viable a largo plazo. Se identificaron vacíos de información, participantes clave y acciones que pueden reducir los factores de riesgo e incrementar la viabilidad de la especie a largo plazo en México.

Palabras clave: cacería furtiva, riesgo de extinción, viabilidad poblacional.

### Abstract

*This work is the result of the 2nd Symposium: The Mexican jaguar in the XXI Century: Population and Habitat Viability Analysis, which took place in Cuernavaca's Golf Club, in Morelos, Mexico, from November 21 to 14, 2006. Mexico is an important stronghold for the jaguar (Panthera onca), but with ongoing habitat loss and jaguar poaching throughout the country, it became necessary to assess the viability of the species to determine the strategies for their conservation. We used program VORTEX to identify the factors that have a greater effect on the probability of extinction. These are; number of cubs per litter, increase of reproductive females and reduction of female's maximum reproductive age, female and cub mortality. Poach-*

*ing mortality significantly reduces population growth and increases the risk of extinction of the small populations. This effect is stronger in females, as when take is over 3% of the female population, extinction makes populations non-viable over 100 years. Population sizes < 100 individuals are not viable. The populations of the five different jaguar regions were assessed, taking into account habitat loss, carrying capacity and poaching, with the Sonora and Tamaulipas populations, in the temperate north, being at greater risk, and the Selva Maya in the tropical south being viable in the long-term. Information gaps were identified, as well as key players and actions which can reduce the risk factors and increase long-term viability of the jaguar in Mexico.*

*Key words: extinction risk, poaching, population viability.*

## **Introducción**

El jaguar es el depredador de mayor tamaño en el Neotrópico. La destrucción acelerada del hábitat y la cacería furtiva han sido identificados como los principales factores que han ocasionado la reducción de sus poblaciones (Ceballos *et al.*, 2006; Medellín *et al.*, 2002; Nowell y Jackson, 1996). Existen pocas evaluaciones de la situación que guardan sus poblaciones a lo largo de toda su área de distribución (Sanderson *et al.*, 2002). En los últimos 20 años se han realizado esfuerzos para evaluar su distribución por medio de entrevistas, trabajo de campo, y talleres con expertos (Ceballos *et al.*, 2006; Medellín *et al.*, 2002; Sanderson *et al.*, 2002; Swank y Teer, 1989). Estas evaluaciones han coincidido en que la especie ha sido extirpada de una parte considerable de su área de distribución histórica.

El jaguar se encuentra incluido en el Apéndice I de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 1998). Se le considera en peligro de extinción en la Norma Oficial Mexicana (Semarnat, 2002) y desde 1987 existe una veda indefinida para su aprovechamiento (Sedue, 1987). A pesar de esto, los esfuerzos de conservación del jaguar han sido limitados y se carece de estrategias regionales o de una estrategia nacional sólida y responsable para su conservación en México.

El interés de muchos grupos e individuos por la conservación del jaguar en México se formalizó con la constitución del Subcomité Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Manejo del Jaguar en el 2000, como parte del Programa para la Recuperación de Especies Prioritarias de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). En el Subcomité participan activamente investigadores de instituciones académicas, representantes de dependencias gubernamentales y no gubernamentales, e individuos interesados en las políticas y estrategias relacionadas con la conservación de la especie. En el 2006 se publicó el “Proyecto para la Conservación y Manejo del Jaguar en México”, documento que define las principales amenazas para el jaguar, identifica áreas que mantienen poblaciones de la especie en México, y define acciones encaminadas hacia su conservación (Ceballos *et al.*, 2006).

En el 2005 se realizó en el Primer Simposio “El jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo”, en el que especialistas evaluaron la situación del jaguar en México, incluyendo aspectos biológicos y de manejo, conservación del hábitat, la relación entre al jaguar y la gente (Chávez y Ceballos, 2006). Concluyendo en la necesidad de realizar un análisis de viabilidad de poblaciones y hábitat (PHVA por sus siglas en inglés) para el jaguar a escala nacional, incluyendo las distintas regiones consideradas como prioritarias para su conservación: 1) Selva Maya, 2) Ría Lagartos, 3) Jalisco-Nayarit, 4) Sonora, 5) Selva Zoque, y 6) Tamaulipas, ya que existe suficiente información de calidad sobre la especie para generar modelos confiables.

Por tal motivo, en el 2006, el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con el apoyo de la Alianza WWF-Telcel y el Arizona Game and Fish Department, organizó el Segundo Simposio del Jaguar Mexicano “Taller de Análisis de Viabilidad de Poblaciones y Hábitat del Jaguar en México”, facilitado por expertos del Grupo Especialista de Conservación y Cría de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), con el objetivo de incidir en la reducción de la probabilidad de extinción del jaguar en México, mediante la identificación, priorización y ejecución de acciones de manejo y políticas de conservación, así como servir de guía hacia un plan de manejo para la especie.

## **Objetivos del taller**

### **General**

Proponer un Plan de Acción que determine las estrategias para la conservación del jaguar en México.

### **Específicos**

1. Reunir a investigadores y tomadores de decisiones involucrados con el estudio, manejo, protección y conservación del jaguar en México.

2. Compilar la información técnica, científica y empírica actual disponible, sobre ecología, dinámica poblacional, genética, estado de conservación, factores ambientales, amenazas para la supervivencia, y medidas de manejo y conservación del jaguar en México.

3. Elaborar un diagnóstico del estado actual de las poblaciones de jaguar y una evaluación objetiva del riesgo de extinción de la especie con base en la información actual disponible.

4. Definir necesidades y prioridades para la protección y conservación de la especie.

5. Discutir y proponer recomendaciones generales para la investigación, manejo, conservación de la especie.

6. Priorizar las medidas a tomar, su temporalidad, necesidades, responsables e instituciones participantes con apoyo financiero o legal.

## Métodos

Al comienzo de cada taller PHVA los participantes se ponen de acuerdo en los objetivos de la reunión, que consisten en prevenir la extinción de la especie y mantener poblaciones viables. El proceso PHVA pasa por un examen profundo de la ecología de la especie, poblaciones, estado de conservación, amenazas y medidas para su conservación.

Uno de los resultados primordiales de los talleres PHVA, es la información no publicada que reúne. Se estima que 80% de la información útil sobre una especie determinada se encuentra en la cabeza de los expertos y quizá nunca llegue a ser publicada. Esta información aportará las bases para construir simulaciones de cada población a través del uso de un modelo que permitirá el análisis de los efectos determinísticos y estocásticos así como de la interacción de factores genéticos, demográficos, ambientales y catastróficos sobre la dinámica de la población y sobre el riesgo de extinción. El proceso de formulación de información para ser incluida en el modelo requiere tanto de las suposiciones hechas como de datos disponibles para que estas suposiciones puedan ser explicadas. Este proceso lleva a la construcción de un modelo básico de la especie, producto de un consenso. El modelo simula la biología de la especie, tal como se conoce actualmente, y permite continuar la discusión de alternativas de manejo adaptativo de la especie o la población conforme se va obteniendo más información sobre la misma. Finalmente permite establecer programas de manejo que, a manera de ejercicios científicos a través de la evaluación continua de nueva información, proporciona una estrategia en las prácticas de manejo y el beneficio de poder ajustarlas como sea necesario.

En un PHVA, todos los participantes son iguales y se reconocen las contribuciones de todos para el éxito del proceso. La información que aportan investigadores, campesinos, guarda recursos, cazadores, residentes locales, etc., tiene igual importancia. Un valor del proceso PHVA, también reside en la comunicación. A menudo hay distintas personas que han estado trabajando con la misma especie durante años pero nunca han compartido información cara a cara. Durante el taller PHVA los participantes trabajan en pequeños grupos para discutir aquellos temas que han sido previamente identificados como cruciales para la recuperación de la especie. Estos temas pueden incluir por ejemplo, la prevención de las causas de mortalidad, la conservación del hábitat, el manejo de especies presa, presión humana, reproducción en cautiverio, etc.

Taller de conservación del jaguar (*Panthera onca*) en México - Análisis de la Viabilidad de la Población y del Hábitat – Metodología de Trabajo.

El “Taller de Análisis de la Viabilidad de Poblaciones y del Hábitat” se llevó a cabo del 21 al 24 de noviembre en el Club de Golf de Cuernavaca, Morelos.

Con base en los retos para la conservación de la especie, el grupo y los facilitadores del taller identificaron tres grupos de trabajo: “Conservación y Manejo del Hábitat”, “Interrelación jaguar y sociedad” y “Biología de la población y riesgo de extinción”. A cada grupo de trabajo se le pidió realizar las siguientes tareas:

- Discutir los problemas que presenta la especie.
- Priorizar dichos problemas.

- Desarrollar una lista de metas a corto y largo plazo para cada uno de los problemas.
- Desarrollar y priorizar acciones detalladas para cada uno de los temas de alta prioridad.
- Identificar los diferentes tipos de recursos necesarios para implementar las acciones.

Cada grupo presentó los resultados de sus deliberaciones en sesiones plenarios para garantizar que todos los participantes tuvieran la oportunidad de contribuir al trabajo de otros grupos y para asegurar que cada tema fuera revisado y discutido por el grupo general.

Para estimar el riesgo en posibles escenarios ecológicos futuros el grupo de “Biología de la población y riesgo de extinción” utilizó un modelo de simulación (VORTEX) e identificó los factores críticos para el decremento de las poblaciones. Asimismo, consideró algunas alternativas de manejo que podrían mejorar la situación del jaguar en México.

## **Grupo de trabajo de conservación y manejo de hábitat**

**Integrantes:** Gerardo Carreón, Juan Carlos Faller, Lissette Leyequien, Iván Lira, Rurik List, Octavio Monroy, Carlos Navarro, Diego Woolrich, Heliot Zarza.

### **Identificación de problemas**

1. Falta de una estrategia nacional en el uso y manejo de los recursos:

- Incentivos perversos. En Quintana Roo para poder reclamar terrenos nacionales se requiere deforestar.
- Descoordinación en incentivos y estrategias entre dependencias. En algunos programas la Sagarpa paga más por deforestar y sembrar pasto que la Conafor por conservar el bosque.
- Falta de incentivos para la conservación del hábitat, incluyendo para prácticas de manejo, tradicionales o no, que mantengan la biodiversidad y la conservación del hábitat.
- Distintas y contradictorias perspectivas sobre manejo de recursos en distintas propiedades.
- Falta de continuidad de los proyectos y políticas ambientales.
- Falta de conocimiento sobre el jaguar.
- Legislación inadecuada y debilidad en la aplicación de las leyes.

2. Pérdida y fragmentación del hábitat:

- Altas tasas de deforestación: incremento en la demanda de recursos maderables y no maderables cuya explotación no es regulada adecuadamente.
- Conversión del uso del suelo para agricultura y ganadería extensiva.
- Expansión de asentamientos humanos ya sea desarrollos turísticos (Costa Maya), casas de verano (entre Sian Ka’an y la Bahía de Chetumal) y poblados.
- El incremento en la red de distribución eléctrica fragmenta el hábitat por los caminos de mantenimiento.

- La estrategia de combate a incendios forestales ha abierto muchos kilómetros de brechas corta fuego mecanizadas en el norte de Quintana Roo y Yucatán.
- Construcción de nuevos caminos.
- Las prácticas agropecuarias, como la roza-tumba-quema o la quema de pastizales, se realizan sin orden y con poco control, generando la pérdida de vegetación natural.

### 3. Modificación de la calidad del hábitat:

- El manejo zootécnico inadecuado de la ganadería extensiva propicia los conflictos entre humanos y grandes carnívoros.
- El sobrepastoreo reduce la disponibilidad de alimento para las presas naturales del jaguar.
- El inadecuado manejo agro-silvícola reduce las presas y la calidad del hábitat.
- Alteración de la base de presas para el jaguar. Especies presa del jaguar son controladas para evitar daños a la agricultura. Programas gubernamentales fomentan monocultivos.
- La reducción en la disponibilidad de agua en las partes altas está causando que los jaguares utilicen áreas más cercanas de las poblaciones humanas y zonas ganaderas. La contaminación del agua reduce la base de presas del jaguar.

4. El cambio climático está generando efectos difíciles de predecir, que afectan el hábitat del jaguar. El incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos naturales (huracanes y sequías) desencadenan otros efectos negativos, como los incendios.

Una vez identificados los problemas, el grupo condensó las ideas englobadas en los mismos y desarrolló frases que definen concretamente dichos problemas. Estas son:

1. La falta de una estrategia nacional en el uso y manejo de los recursos naturales genera una falta de coordinación entre las dependencias gubernamentales a través de sus incentivos y estrategias, además de la falta de continuidad de proyectos y políticas ambientales. Existen leyes inadecuadas o no se aplican.

2. La pérdida y fragmentación del hábitat es resultado de la demanda de recursos forestales, expansión de la frontera agropecuaria, desarrollo de asentamientos humanos y obras de infraestructura.

3. La calidad del hábitat del jaguar se ve afectada por el cambio en el uso de suelo, influenciado por los siguientes factores: manejo ganadero y agro-forestal inadecuado, cacería furtiva y por la reducción en la disponibilidad de agua. Corto a largo plazo.

4. El cambio climático está generando efectos difíciles de predecir, que pueden afectar el hábitat del jaguar. El incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos naturales (huracanes y sequías) desencadenan incendios y otros efectos que resultan negativos para la resiliencia del jaguar.

Cada uno de estos problemas fueron analizados por el grupo para buscar los hechos que apoyen las aseveraciones y los supuestos que tenían acerca de estos (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Análisis de la problemática del jaguar en relación a la conservación y el hábitat**

<b>Problema 1.</b> La falta de una estrategia nacional en el uso y manejo de los recursos naturales genera una falta de coordinación entre las dependencias gubernamentales a través de sus incentivos y estrategias, además de la falta de continuidad de proyectos. Existen leyes inadecuadas o no se aplican.			
<b>Sub-problema 1: Falta de coordinación entre las dependencias gubernamentales a través de sus incentivos</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Sagarpa da incentivos mayores para desmontar que Conafor para mantener la vegetación. Sanidad Animal estimula el desmonte.		Nacional.	Reglas de operación Sagarpa y Conafor.
<b>Sub-problema 2: Incentivos perversos</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Para poder reclamar terrenos nacionales se requiere deforestar. Pago de Progan anticipado por 6 años causó la compra de más ganado donde había un proyecto de conservación.		Quintana Roo Lachixila, Oax. Posiblemente a escala nacional	Com. pers. Carlos Navarro (de habitantes de San Pablo, Q. Roo) Obs. Pers. Diego Woolrich
<b>Sub-problema 3: Falta de incentivos para la conservación del hábitat, incluyendo para prácticas de manejo tradicionales o no, que mantienen la biodiversidad y la conservación del hábitat</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Cantidad disponible de recursos de Conanp y Conafor para pago de servicios ambientales en relación a la superficie que califica para recibirlos.		Nacional.	Reglas de operación Sagarpa, Conanp y Conafor.
<b>Sub-problema 4: Distintas y contradictorias perspectivas sobre manejo de recursos en distintas propiedades</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Naturalia tiene una propiedad para la conservación del jaguar, pero el vecino no apoya los esfuerzos de conservación.			Com. pers. Craig Miller.
<b>Sub-problema 5: Falta de continuidad de los proyectos y políticas ambientales</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
	Los pagos por servicios ambientales se deben mantener a través de sucesivas administraciones. Continuidad en los proyectos de desarrollo comunitario. Pago de productos maderables.	Nacional  Los 3 niveles de gobierno	

<b>Sub-problema 6. Legislación inadecuada y no aplicación de las leyes</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
No hay seguimiento al cumplimiento de la normatividad en los predios autorizados para explotación forestal, lo que reduce la cubierta vegetal. No hay seguimiento por parte de Profepa a la mayor parte de reportes de jaguares cazados.		Estado de México. Nacional.	Com. pers. Octavio Monrroy. Obs. pers. Diego Woolrich, Carlos Navarro.
<b>Problema 2.</b> La pérdida y fragmentación del hábitat es resultado de la demanda de recursos forestales, expansión de la frontera agropecuaria, desarrollo de asentamientos humanos y obras de infraestructura.			
<b>Sub-problema 1. Altas tasas de deforestación: incremento en la demanda de recursos maderables y no maderables cuya explotación no es regulada adecuadamente</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
La pérdida del hábitat es mayor amenaza para la conservación del jaguar. Matarraza para extracción de maderas preciosas		Yucatán. Chiapas. Chimalapas.	PREP Jaguar. Miranda 2000. Turner, <i>et al.</i> 2002. Macera, <i>et al.</i> 1997. Chimalapas la última oportunidad, Fondo Mundial.
<b>Sub-problema 2. Conversión del uso del suelo para agricultura y ganadería extensiva</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Tala de selva para ganadería. Cafeticultura tecnificada. Agricultura a lo largo de corredores como ríos (Bavispe).	La pérdida de la cobertura forestal, debido a las prácticas agrícolas y pecuarias, reduce la disponibilidad de refugios y de presas potenciales para el jaguar.	Uxpanapa-Chimalapas-Ocote. Sierra Madre de Chiapas. Sonora.	Tequío por los Chimalapas. Com. pers. Iván Lira. Com. pers. Rurik List.
<b>Sub-problema 3. Expansión de asentamientos humanos ya sea desarrollos turísticos, casas de verano y poblados</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
El efecto de borde (resumidero poblacional) se incrementa a mayor expansión de asentamientos humanos. Mega desarrollos turísticos Costa Maya, Riviera Maya, Pinotepe-Huatulco, entre Sian Ka'an y la Bahía de Chetumal. Ciudades de apoyo a la Riviera Maya, Selva Zoque, Cuenca del Papaloapan. Los asentamientos humanos tienen un efecto sobre la distribución espacial del jaguar y sus presas en un radio de 6.5 km de distancia del asentamiento. Además es el área comúnmente para la cacería de subsistencia.		Nacional, en la costa. Nacional. Campeche y Quintana Roo.	Ceballos 2006. Com. pers. Rurik List Com. pers. Heliot Zarza.
<b>Sub-problema 4. El incremento en la infraestructura y red de distribución eléctrica fragmenta el hábitat por los caminos de mantenimiento</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Nuevas líneas de transmisión eléctrica en Calakmul, la Ventosa. Presas de La Parota, El Cajón.	Los caminos facilitan el acceso a cazadores.	Nacional.	

<b>Sub-problema 5. Las nuevas estrategias de combate a incendios forestales</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Cientos de kilómetros de brechas corta fuegos a raíz del Huracán Wilma.	Los caminos facilitan el acceso a cazadores.	Norte de Quintana Roo y Yucatán.	
<b>Sub-problema 6. Construcción de nuevos caminos</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Los caminos facilitan el acceso a cazadores e inducen la creación de nuevos. Carretera trans-ístmica. Cancún-Chetumal. Proyecto carretera Playa del Carmen-Chemax (Q.Roo-Yucatán). Chamela. Los caminos pavimentados tienen un efecto sobre la distribución espacial del jaguar y sus presas en un radio de 4.5 km de distancia de la carretera.		Nacional.	Ceballos <i>et al.</i> , 2006 Jiménez Maldonado p. 50 Com. pers. Juan Carlos Faller Com pers. Heliot Zarza.
<b>Sub-problema 7. Las prácticas agropecuarias como la roza-tumba-quema o la quema de pastizales, se realizan sin orden y con poco control, generando la pérdida de vegetación en buen estado</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
En Nanchititla se quemaron mas de 1 000 ha tras una roza mal realizada. En Chimalapas en el 2003 se perdieron un número importante de hectáreas. San Luis, Municipio del Naranajo, SLP, durante la preparación para las parcelas. Lacandona 1998. Norte de Quintana Roo y Yucatán 2006.		Nacional.	Com. pers. Octavio Rosas. Com. pers. Iván Lira. Mendoza y Dirzo, 1999. Com. pers. Juan Carlos Faller.
<b>Problema 3. La calidad del hábitat del jaguar se ve afectada por un manejo ganadero y agro-forestal inadecuado, por la cacería furtiva, y por la reducción en la disponibilidad de agua, corto a largo plazo</b>			
<b>Sub-problema 1: El manejo zootécnico inadecuado de la ganadería extensiva propicia los conflictos con los depredadores</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
La depredación de ganado se da principalmente en áreas donde el ganado está libre todo el año.		Nacional.	Hoogestein, <i>et al.</i> 1993. Jogerson y Redford 1993 PREP Jaguar, Ceballos <i>et al.</i> 2006.
<b>Sub-problema 2: El sobre pastoreo reduce la disponibilidad de alimento para las presas naturales del jaguar</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
En Sierra de Vallejo la selva tiene muy poca vegetación sin sobrepas- toreo. En Yucatán hay sobrepastoreo en selvas de la zona costera, principalmente en la ecorregión Los Petenes-Celestún-El Palmar, y las zonas de amortiguamiento de las reservas Estatal de Dzilam y de la Biosfera Ría Lagartos. En Sonora las áreas ocupadas por el jaguar están sobrepastoreadas.		Nacional.	Com. pers. Rodrigo Núñez. Com. pers. Juan Carlos Faller.

<b>Sub-problema 3: El inadecuado manejo agro-silvícola reduce las presas y la calidad del hábitat</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Se requiere información.			
<b>Sub-problema 4: Alteración de la base de presas para el jaguar.</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Especies presa del jaguar son controladas para evitar daños a las actividades agropecuarias. Programas gubernamentales fomentan monocultivos.		Nacional.	
<b>Sub-problema 5: La cacería furtiva y de subsistencia reduce la disponibilidad de presas.</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Las principales presas del jaguar son las mas cazadas por habitantes de las mismas áreas.	A la falta de alimento disponible en la selva los jaguares tiendes a buscar nuevas fuentes de alimento en el ganado domestico.		Amin, 2004. Naranjo, 2000. Com. pers. Sofie Calme.
<b>Sub-problema 6: Reducción en la disponibilidad de agua</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Está causando que los jaguares utilicen áreas más cercanas a las poblaciones humanas y zonas ganaderas.	Los derrames de petróleo en la región de Coatzacoalcos pueden afectar a las presas del jaguar.		PREP Jaguar. Com. pers. Lissette Leyequien.
<b>Problema 4. El cambio climático está generando efectos difíciles de predecir, que pueden afectar el hábitat del jaguar. El incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos naturales (huracanas y sequías) desencadenan incendio y otros efectos que pueden resultar negativos para el jaguar.</b>			
<b>Sub-problema 1: El cambio climático está generando efectos difíciles de predecir, que afectan el hábitat del jaguar</b>			
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
El incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos naturales (huracanes y sequías) desencadenan incendios y otros factores de cambio.	Los incendios y las sequías pueden tener efectos negativos en los jaguares.	Nacional.	

Para cada uno de estos problemas el grupo desarrolló metas y acciones específicas para atacar cada uno de los problemas. Las acciones fueron acompañadas de responsables, tiempos, colaboradores y presupuesto (Cuadro 2).

<b>Cuadro 2. Desarrollo de metas y acciones para la conservación y el manejo del hábitat</b>			
<b>Problema 1. La falta de una estrategia nacional en el uso y manejo de los recursos naturales genera falta de coordinación entre incentivos y estrategias de dependencias gubernamentales, y no se da una continuidad de proyectos. Existen leyes inadecuadas o no se aplican.</b>			
<b>Meta</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodo</b>
1.1 Que no se apliquen más incentivos conflictivos y contrarios a la conservación, pero que se incremente la aplicación de los incentivos efectivos. Corto plazo.	1.1.1 Elaborar un listado descriptivo y documento con recomendaciones, de incentivos que favorecen o afectan la conservación del jaguar y su hábitat, en las siguientes dependencias federales: Conanp, Sagarpa, Conafor, SCT, CFE, Pemex, SE, Secon, CNA, SHCP, Sedesol, Sectur, y otras, así como sus equivalentes estatales y municipales, cuando corresponda. El documento será revisado y endosado por el Subcomité Técnico Consultivo y promovido en las instancias gubernamentales respectivas.	Erik Saracho y Subcomité Técnico Consultivo. Subcomité Técnico Consultivo.	6 meses.
	1.1.2 Gestionar la adopción de las recomendaciones en las instancias identificadas.		12 meses.
1.2 Que haya coordinación entre las dependencias que tienen algún impacto en la conservación o alteración de las poblaciones de jaguar o su hábitat. Corto plazo.	1.2.1 Solicitar la participación en las reuniones periódicas con representantes de las instancias gubernamentales que inciden en la conservación del jaguar o su hábitat, para informar de acciones, resolver conflictos, definir responsabilidades.	Subcomité Técnico Consultivo, Conanp Representante por cada región prioritaria para la conservación del jaguar.	Permanente.
1.3 Que se apliquen prácticas tradicionales y no tradicionales que mantienen la biodiversidad en las áreas prioritarias para la conservación del jaguar. Corto plazo.	1.3.1 Elaborar un listado descriptivo y documento con recomendaciones de las prácticas que favorecen y afectan la conservación del jaguar y su hábitat.	Diego Woolrich (Pueblo Jaguar A.C.).	3 meses.
1.4 Contar con un esquema para la asignación de recursos económicos en áreas prioritarias. Corto plazo.	1.4.1 Elaborar un documento guía para la asignación de recursos y la priorización de los mismos por parte del Subcomité de Jaguar.	Rodrigo A. Medellín. Subcomité de Jaguar.	3 meses.
1.5 Contar con una estrategia que fomente las políticas ambientales que favorezcan la conservación del jaguar y su hábitat. Mediano plazo.	1.5.1 Identificar las políticas ambientales que favorecen la conservación del jaguar y su hábitat. 1.5.2 Resaltar la importancia de dichas políticas ambientales en la conservación del jaguar y su hábitat como especie focal a las dependencias en sus respectivos programas.	Conanp, Subcomité Técnico Consultivo.	24 meses.
1.6 Continuidad de los proyectos y políticas ambientales que promuevan la conservación del jaguar y su hábitat. A corto, mediano y largo plazo.	1.6.1 Realizar un listado y documento de proyectos y políticas ambientales que promuevan la conservación del jaguar.	Conanp, Subcomité Técnico Consultivo.	12 meses.

<b>Problema 2. La pérdida y fragmentación del hábitat es resultado de la demanda de recursos forestales, expansión de la frontera agropecuaria, desarrollo de asentamientos humanos y obras de infraestructura.</b>			
<b>Meta</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodo</b>
2.1 Monitoreo de la tasa de cambio en la cobertura forestal de los sitios críticos para el jaguar.	2.1.1 Evaluar, cada 5 años, la tasa de cambio y fragmentación en la cobertura forestal de los sitios críticos para el jaguar, en una escala nacional con el Inventario Nacional Forestal 2000-2001 (e inventarios forestales subsecuentes), serie 3 INEGI.	Heliot Zarza.	6 meses cada 5 años.
2.2. Contar con una estrategia de seguimiento para la adecuada explotación de recursos naturales y prácticas productivas. Corto plazo.	2.2.1 Elaborar un documento con la estrategia de seguimiento para la adecuada explotación de recursos naturales y prácticas productivas.	Patricia Oropeza - Conanp.	9 meses.
2.3 Aplicación de medidas de mitigación y compensación por obras de infraestructura, vías de comunicación y conversión de uso del suelo. Corto plazo.	2.3.1 Revisar las manifestaciones de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en las áreas prioritarias para la conservación del jaguar, para conocer las medidas de mitigación y compensación requeridas por la Semarnat, y dar seguimiento de que sean aplicadas en beneficio del hábitat del jaguar. 2.3.2 Emitir una recomendación a la Semarnat, para que incluyan como criterio básico para la aplicación de fondos de mitigación estatales, a las áreas prioritarias para la conservación del jaguar.	Secretario del Subcomité Técnico del Jaguar. Presidente del Subcomité Técnico del Jaguar.	Permanente.  6 meses.
<b>Problema 3. La calidad del hábitat del jaguar se ve afectada por un manejo ganadero y agro-forestal inadecuado, por la cacería furtiva, y por la reducción en la disponibilidad de agua. Corto a largo plazo.</b>			
<b>Meta</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodo</b>
3.1 Contar con alternativas económicas compatibles con la conservación en sitios importantes para la conservación del jaguar y su hábitat. Mediano plazo.	3.1.1 Elaboración de un documento guía a nivel regional donde se enliste, analice y certifique las actividades productivas alternas compatibles con la conservación del jaguar y su hábitat. 3.1.2 Realizar un proyecto de certificación y comercialización de los productos elaborados con técnicas amigables para la conservación del jaguar y su hábitat, proporcionando un valor agregado a estos productos.	Representante por cada región prioritaria para la conservación del jaguar.  Lissette Leyequien, Subcomité Técnico del Jaguar.	18 meses.  2 años.
3.2 Talleres de planeación participativa enfocados a la conservación del hábitat en las comunidades aledañas a las áreas prioritarias del jaguar. Corto y mediano plazo.	3.2.1 Organizar talleres de planeación participativa por áreas de prioridad para la conservación del jaguar y su hábitat.	Representante de cada grupo de trabajo.	24 meses.
<b>Problema 4. El cambio climático está generando efectos difíciles de predecir, que pueden afectar el hábitat del jaguar. El incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos naturales (huracanes y sequías) desencadenan incendios y otros efectos que resultan negativos para la resiliencia el jaguar.</b>			
<b>Meta</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodo</b>
4.1 Contar con información sobre el efecto del cambio climático en sitios prioritarios para el jaguar.	4.1.1 Generar información sobre el efecto del cambio climático en la distribución del jaguar y su hábitat, incluyendo modelos del cambio de la vegetación natural en un escenario de cambio climático, evaluación del efecto de los incendios que siguen a los huracanes, en las poblaciones de las presas del jaguar. Evaluación del efecto de la sequía en el éxito reproductivo del jaguar, en los sitios más áridos de la distribución de la especie.	Cuauhtémoc Chávez y Heliot Zarza.	4 años.

## Grupo de trabajo interrelación jaguar-sociedad

**Integrantes:** Alfonso Aquino, Rosa María Balvanera, Gerardo Ceballos, Rodrigo Núñez Pérez, Patricia Oropeza Hernández, Antonio Rivera, Erik Saracho Aguilar

Este grupo enfocó sus discusiones hacia las diferentes situaciones en las que existe un conflicto entre el jaguar y el humano. Estos conflictos pueden ser de carácter directo, es decir que el humano elimina individuos o poblaciones de jaguar o de carácter indirecto en donde las actividades antropogénicas afectan indirectamente las poblaciones a través por ejemplo, de la modificación del hábitat, cacería de las presas naturales del jaguar, etc., o por falta de políticas claras para la conservación de esta especie y su hábitat.

### Identificación de la problemática

El grupo de trabajo identificó 6 problemas principales que engloban a una serie de problemas secundarios, la mayoría de ellos relacionados entre sí y que confluyen como un todo para originar el problema principal.

#### 1. Pérdida de hábitat:

- Agricultura
- Regulación de turismo no es sustentable.
- Construcción de hidroeléctricas
- Conflicto de uso de suelo, ganadería extensiva
- Invasión de áreas prioritarias
- Extracción de recursos forestales
- Incendios forestales

#### 2. Fragmentación de hábitat:

- Carreteras y vías de comunicación
- Tendidos eléctricos
- Cambio de uso de suelo
- Mega desarrollos turísticos
- Asentamientos humanos
- Problemas de tenencia de la tierra

#### 3. Eliminación de poblaciones de jaguares:

- Captura y cacería ilegal (trampeo, envenenamiento, captura, etc)
- Depredación del ganado por jaguares
- Enfermedades

#### 4. Articular políticas de conservación:

- Políticas públicas contradictorias (leyes y reglamentos)
- Indefinición de los científicos de objetivos claros
- Falta de apoyos financieros y partidas presupuestales
- Falta de priorización del tema de conservación del jaguar y sus hábitat en las políticas públicas
- Falta de proyectos productivos sustentables apropiados

- Falta de objetivos ambiciosos para la conservación del jaguar
  - Falta de fortalecimiento en la gestión de las ANP y áreas prioritarias de conservación
  - Falta de correcta aplicación del Ordenamiento Ecológico Territorial
  - Falta de transversalidad de las políticas públicas
5. Gestión social (ambiental):
- Carencia de educación ambiental
  - Poca participación social
  - Falta de involucramiento y empoderamiento de las comunidades en el usos de los recursos
  - Falta de mercados
6. Gestión científico académico:
- Falta de objetivos claros a nivel nacional para la conservación del jaguar y su hábitat.

Al agrupar y consolidar cada uno de los ítems desarrollados, el grupo logró establecer en una frase concreta los problemas existentes en la interrelación jaguar y la sociedad. Estos son:

1. Las actividades de expansión y desarrollo humano mal planeadas conllevan a una pérdida y fragmentación de hábitat para el jaguar.

2. El conflicto y actividades antropogénicas causa la pérdida de individuos y poblaciones de jaguar y sus presas.

3. La falta de políticas públicas articuladas incide negativamente en la conservación del jaguar y su hábitat.

4. Falta de apropiación, empoderamiento e involucramiento de la sociedad en general (población rural, población urbana, académicos, sociedad civil organizada, etc.) para la lograr la conservación del jaguar y su hábitat.

5. La falta de objetivos claros a nivel nacional para la conservación del jaguar y su hábitat, tiene una consecuencia negativa en la supervivencia a largo plazo de las poblaciones de jaguar en México.

Una vez establecidos los problemas existentes entre el jaguar y su conservación, y la sociedad mexicana y el jaguar y su conservación, el grupo se dio a la tarea de identificar los hechos que respaldan dichas aseveraciones, lo que a su vez sirvió para esclarecer algunos supuestos que presentamos ante este tema (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Análisis de la problemática de la interrelación entre el jaguar y la sociedad**

**Problema 1. Las actividades de expansión y desarrollo humano mal planeadas conllevan a una pérdida de hábitat para el jaguar.**

Información real disponible	Información supuesta	Información requerida	Región específica del problema	Referencias
Distrito de Riego de Tomatlán Jalisco (50 000 ha.) Es una zona llana de selva media, en donde según testimonios hubo abundancia alta de jaguares y en un periodo menor de 30 años desaparecieron.			Costa de Jalisco.	Miranda, 1998.
Presa del Cajón, Santa María del Oro Nayarit. (Manuel Rodríguez Alcaine). MIA omitió la presencia de jaguar y puma en la zona, sin considerar medidas de mitigación por lo que se destruyó la zona de madrigueras de la especie en la zona. (200 km <sup>2</sup> , 20 000 ha 189 metros de altura de la cortina).			Santa María del Oro, Nayarit.	MIA CFE, 2005.
Desarrollo Turístico Riviera Maya Fonatur promovió desde Cancún hasta Xcalak, causo la pérdida de la mayor parte de la selva y manglares, causando una reducción sustantiva de hábitat, incrementándose el efecto de los huracanes. Se construyó una carretera de doble carril que secciona la selva de la región.			Costa Maya.	Plan de Gobierno Estado de Quintana Roo, 2000 2005 MIA POET Región PY.
Carretera Sayulita Punta Mita. Carretera de 25 km. construida sin MIA, paralela al polígono de ANP Sierra de Vallejo, sitio de presencia de jaguar.			Región Sur de Nayarit, Bahía de Banderas (2005).	Acta jurídico administrativo. Profepa.

**Problema 2. El conflicto y actividades antropogénicas causa la pérdida de individuos y poblaciones de Jaguar y sus presas.**

Información real disponible	Información supuesta	Información requerida	Región específica del problema	Referencias
Decomiso de 23 pieles de Jaguares en Chetumal (2001).	La pérdida de la cobertura forestal, debido a las prácticas agrícolas y pecuarias, reduce la disponibilidad de refugios y de presas potenciales para el jaguar.		Chetumal, Quintana Roo.	Ceballos <i>et al.</i> 2005..
Cacería ilegal de 10 jaguares en dos comunidades (Katunilkin y Francisco May).			Norte de Quintana Roo, (Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres continental), 2004.	Com. pers. Carlos Navarro.
Aseguramiento de 46 Jaguares vivos a nivel nacional (10 estados).			10 Estados (Península de Yucatán, Sureste México y Occidente) 2000 – 2005).	Reporte Oficial Profepa, 2005.
Cacería de 12 jaguares (2004- 2005).			Ejidó Nuevo Becan y 20 de Noviembre.	Com. per. Antonio Rivera.

<b>Problema 3. La falta de políticas públicas articuladas incide negativamente en la conservación del jaguar y su hábitat.</b>				
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Información requerida</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
Derogación de la NOM-022 para protección del Manglar. Ha causado que se pierdan áreas importantes con poblaciones de jaguar.			Manglares de corredor ecológico de Cancún a Xcalak. (2004-2006).	Denuncias ante Profepa del Centro Mexicano de Derecho Ambiental. Faller <i>et al.</i> , 2004-2005.
Incentivos de la Sagarpa para transformar selvas y bosques en pastizales y zonas de cultivo.		Programa Nacional de Establecimiento de praderas PAPIR, Alianza para el Campo, Procampo, Progan, Cotecoca, Sagarpa.	Reserva de la Biosfera de Calakmul y zonas aledañas.	Com. pers. Gerardo Ceballos.
Desarrollo de infraestructura por parte de CFE, SCT y Pemex en ANP.			Autopista Arriaga -Ocozocoautla, Chiapas, 2003-2007. Carretera que atraviesa la REBISE.	Com. pers. Epigmenio Cruz Aldan.
Contradicciones entre la Ley de establecimiento Sagarpa y la Ley de establecimiento de Semarnat.		DOF respectivos y Leyes establecimiento Semarnat, Sagarpa.	Nacional.	DOF Agenda de transversalidad de Políticas Públicas para el Desarrollo Sustentable Sagarpa, Semarnat.
Construcción de la línea de subtransmisión eléctrica Tenosique Lacanja.			Sierra de la Corolita, municipio Ocosingo, Chiapas, 2003-2004	Com. pers. Epigmenio Cruz Aldan.
<b>Problema 4. Falta de apropiación, empoderamiento e involucramiento de la sociedad en general (población rural y urbana, académicos, sociedad civil organizada, etc.) para la lograr la conservación del jaguar y su hábitat.</b>				
<b>Información real disponible</b>	<b>Información supuesta</b>	<b>Información requerida</b>	<b>Región específica del problema</b>	<b>Referencias</b>
ANP Sierra de Vallejo que enfrenta la problemática de falta de educación ambiental a todos los niveles. Carencia de Programas de Desarrollo Sustentable.			Sierra de Vallejo, Nayarit.	Documento Estudio previo justificativo de Sierra de Vallejo, 2004. (Saracho y Núñez).
Problemática global de la captura de un jaguar (Jaguar de la Luz) Región de Lachixila, Municipio de Ayotzintepec, Oaxaca.			Región de Lachixila, Municipio de Ayotzintepec, Oaxaca. 2004-2006.	Reseña cronológica del evento (Pueblo Jaguar A.C.), Acta jurídico-administrativa. Profepa, 2004-2006.
La estrategia de la Vigilancia Comunitaria no cuenta con el reconocimiento social por falta de sensibilización (educación ambiental) en la comunidad.			Cabo Corrientes, Jalisco, 2006.	Reportes Delegación Profepa Jalisco, 2006.

La comunidad Úrsulo Galván destino 2000 ha. para el Santuario del Jaguar y a la fecha no habido la gestión y participación social coordinada suficientes con programas financieros para llevarlo a cabo.			Sierra de Vallejo, 2004-2006 Nayarit.	La Voz de la Sierra, gaceta comunitaria. Estudio previo justificativo del ANP, 2004.
<b>Problema 5. Falta de objetivos claros a nivel nacional para la conservación del Jaguar y su hábitat.</b>				
Información real disponible	Información supuesta	Información requerida	Región específica del problema	Referencias
En reunión con altos funcionarios del Sector se pregunto el número de jaguares en México y se desconocía. (2004), A la fecha aun se desconoce.			Nacional	Com. pers. Erik Saracho, extraído de Antecedentes para la Declaratoria del Año del Jaguar (2004).
Se requiere redefinir la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul con base en las preferencias de hábitat del Jaguar como especie indicadora			Reserva de la Biosfera de Calakmul.	POA de la Reserva de la Biosfera de Calakmul.
La Presa del Cajón, el Consejo Consultivo consulto al Subcomité del PREP del Jaguar un diagnóstico del daño a la zona y no se respondió.			Municipio de Yesca, Nayarit.	Actas del Núcleo Nayarit del Consejo Consultivo Sustentable.
En el marco del Año del Jaguar, en el desarrollo del Simposio Jaguar Siglo XXI, se consulto el número de jaguares para una población mínima viable y no se desconocía.			Nacional.	Memorias de Simposio Jaguar Siglo XXI, octubre 2005.

Una vez establecidos los hechos y las suposiciones acerca de los problemas que el grupo identificó, éstos se priorizaron utilizando como criterio aquella causa que afecta más directamente la conservación de la especie. Los problemas en orden de prioridad se listan a continuación:

1. El conflicto y actividades antropogénicas causa la pérdida de individuos y poblaciones de jaguar y sus presas.
2. Falta de objetivos claros a nivel nacional para la conservación del jaguar y su hábitat.
3. La falta de políticas públicas articuladas incide negativamente en la conservación del jaguar y su hábitat.
4. Las actividades de expansión y desarrollo humano mal planeadas conllevan a una pérdida de hábitat para el jaguar.
5. Falta de apropiación, empoderamiento e involucramiento de la sociedad en general (población rural y urbana, académicos, sociedad civil organizada, etc.) para la lograr la conservación del jaguar y su hábitat.

Una vez identificados los problemas, los hechos que los respaldan y las suposiciones que los empañaban, el grupo se avocó a la tarea de dar posibles soluciones a estos proble-

mas a través del establecimiento de metas con base en los mismos y de acciones a corto y largo plazo que ayuden a mitigar estas amenazas.

A continuación se presentan se resumen de manera muy visual las metas y acciones a tomar para cada uno de los problemas planteado (Cuadro 4).

<b>Cuadro 4. Metas y acciones de la interrelación entre el jaguar y la sociedad</b>			
<b>Problema 1. El conflicto y actividades antropogénicas causa la perdida de individuos y poblaciones de Jaguar y sus presas.</b>			
<b>Meta</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodo</b>
1.1 Contar con un padrón nacional de cazadores y guías (fichaje e identificación).	1.1.1 Elaborar una base de datos con la ayuda de la Semarnat, Sector y Profepa para ser boletinado a nivel nacional	Rurik List, Heliot Zarza.	2007.
1.2 Coordinación con y entre autoridades gubernamentales y población en general en la vigilancia para la protección del jaguar y la aplicación de la ley.	1.2.1 Fomentar un convenio entre Sagarpa, Semarnat, Profepa, (PGR) autoridades estatales y municipales para dar atención inmediata a casos relacionados con la conservación del jaguar (1 documento)	Gerardo Ceballos, Rodrigo A. Medellín, Erik Saracho, Alfonso Aquino.	2007.
1.3 Identificar las áreas críticas de conflicto de ganadería - jaguar a nivel nacional.	1.3.1 Elaborar una base de datos con ayuda de Confederación Nacional Ganadera, Sagarpa, Confederación Nacional Campesina, para identificar las zonas en las que existe el conflicto ganado-jaguar. 1.3.2 Diseñar estrategias de atención adecuadas a cada una de las áreas prioritarias de conservación del jaguar (2 documentos)	Alfonso Aquino, Dino Rodríguez, Heliot Zarza	Marzo 2007.
1.4 Disminuir la caza ilegal del jaguar en México Nivel c: oportunismo (todo el país) 1% de la población de jaguar.			
Nivel b: caza deportiva local (lugares en donde existe jaguar cerca de zonas urbanas) 3% de la población de jaguar Nivel a: caza deportiva nacional e internacional (Campeche, Tamaulipas, Jalisco, Guerrero) 5-10% de la población de jaguar.	1.4.1 Identificar las zonas críticas de cacería de Jaguar a nivel nacional. (1 documento) 1.4.2 Elaborar una base de datos con Semarnat Profepa, Sedena, PGR. (1 base datos). 1.4.3 Diseñar estrategias de atención para cada caso identificado de cacería (cazador de subsistencia, oportunista, deportista y profesional) y contactar a las personas indicadas convocadas por el secretario de la Sedena y el secretario de la Semarnat para analizar la situación y pedirles su cooperación para suprimir la cacería del jaguar (1 documento).	Antonio Rivera,  Erik Saracho.	Julio 2007.

<b>Problema 2. Falta de objetivos científicos claros a nivel nacional para la conservación del Jaguar y su hábitat</b>			
<b>Meta</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodo</b>
2.1 Lograr objetivos científicos claros y consensuados que repercutan en beneficio de las áreas prioritarias para la conservación del jaguar.	2.1.1 Priorización de la información científica y coordinación para casos de manejo (1 documento).	Gerardo Ceballos Rodrigo Núñez Cuauhtémoc Chávez Heliot Zarza Rurik List.	Enero a julio 2007.
	2.1.2 Realizar una evaluación nacional de la distribución y abundancia del jaguar, su hábitat y sus presas (1 reunión).	Gerardo Ceballos Rodrigo Núñez Cuauhtémoc Chávez Heliot Zarza Rurik List.	Noviembre 2009.
	2.1.3 Conocer los tamaños mínimos poblacionales viables de jaguares en México (1 documento).	Gerardo Ceballos Rodrigo Núñez Cuauhtémoc Chávez Heliot Zarza Rurik List.	Noviembre 2009.
	2.1.4 Establecer como líneas de investigación prioritarias el efecto de las enfermedades, aspectos conductuales, genética en la dinámica poblacional y la evaluación de técnicas de manejo de ganado para reducir conflictos con el jaguar (1 documento) .	Gerardo Ceballos Rodrigo Núñez Cuauhtémoc Chávez Heliot Zarza Rurik List	Noviembre 2006 a noviembre 2008.
	2.1.5 Gestionar y generar recursos financieros y humanos para la investigación científica sobre jaguar	Gerardo Ceballos Rodrigo Núñez Cuauhtémoc Chávez Heliot Zarza Rurik List	Permanente.
2.2 Que la información científica del jaguar esté disponible en un lenguaje adecuado a los diferentes sectores de la sociedad.	2.2.1 Traducir y difundir la información científica del jaguar a los diferentes sectores de la sociedad en un lenguaje adecuado para su comprensión, concientización y mayor participación (documentos).	Erik Saracho Rosa Ma. Balvanera Dino Rodríguez.	Permanente.
2.3 Procuración de fondos para la investigación y conservación del jaguar y su hábitat.	2.3.1 Gestionar el Fondo Mixto Semarnat-Conacyt para estudios sobre el jaguar.	Gerardo Ceballos	Enero 2007.
2.4 Contar con un esquema para la asignación de recursos económicos en áreas prioritarias. Corto plazo.	2.4.1 Elaborar un documento guía para la asignación de recursos y la priorización de los mismos por parte del Subcomité de Jaguar.	Rodrigo A. Medellín y Subcomité.	3 meses.
2.5 Contar con una estrategia que fomente las políticas ambientales que favorezcan la conservación del jaguar y su hábitat. Mediano plazo.	2.5.1 Identificar las políticas ambientales que favorecen la conservación del jaguar y su hábitat. 2.5.2 Resaltar la importancia de dichas políticas ambientales en la conservación del jaguar y su hábitat como especie focal a las dependencias en sus respectivos programas.		
2.6 Continuidad de los proyectos y políticas ambientales que promuevan la conservación del jaguar y su hábitat. A corto, mediano y largo plazo.			6 meses

<b>Problema 3.</b> La falta de políticas públicas articuladas incide negativamente en la conservación del jaguar y su hábitat			
<b>Meta</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodo</b>
3.1 Hacer que la conservación del jaguar sea PRIORIDAD para las instancias de Gobierno Federal 2007-2012 PND en especial Semarnat.	3.1.1 Elaborar un resumen ejecutivo con las recomendaciones surgidas en el taller PHVA de jaguar y turnarlo a la Semarnat.	Gerardo Ceballos Rodrigo Núñez Rodrigo A. Medellín Rurik List Antonio Rivera.	Enero 2007.
3.2 Detectar inconsistencias entre las diferentes normas o reglamentos relacionadas con la conservación del jaguar entre las diferentes secretarías/ dependencias.	3.2.1 Establecer un grupo y programa de revisión de leyes, normas y reglamentos relacionados a la conservación del jaguar y su hábitat (1 programa).	Alfonso Aquino Gerardo Ceballos Rodrigo A. Medellín	Abril 2007.
3.3 Fortalecer al Subcomité Técnico Consultivo del Jaguar PREP.	3.3.1 Establecer una reunión semestral para tratar los asuntos relacionados con el PREP (2 reuniones x año).	Carlos Manterola Rodrigo Núñez Erik Saracho Gerardo Ceballos.	Junio y noviembre 2007.
3.4 Minimizar los impactos provocados por los programas que perjudican las áreas prioritarias para la conservación del jaguar.	3.4.1 Identificar programas que perjudican la conservación de las áreas prioritarias (1 listado de programas).	Alfonso Aquino Erik Saracho.	Abril 2007.
<b>Problema 4.</b> Las actividades de expansión y desarrollo humano mal planeadas conllevan a una pérdida de hábitat para el jaguar.			
<b>Meta</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsables</b>	<b>Periodo</b>
4.1 Lograr una sinergia interinstitucional para minimizar la presión sobre el hábitat del jaguar.	4.1.1. Establecer acuerdos entre Semarnat - Sectur, Semarnat -CFE, Semarnat -Pemex, Semarnat -SCT, para que se evalúen a detalle en las MIAS de sus proyectos de desarrollo en áreas prioritarias del jaguar (4 documentos).	Gerardo Ceballos Alfonso Aquino Dino Rodríguez.	Enero a julio 2007.
	4.1.2 Solicitar y apoyar a la Semarnat para el establecimiento de dichos acuerdos con cada una de las Dependencias mencionadas.	Gerardo Ceballos Alfonso Aquino Dino Rodríguez.	Enero a julio 2007.

## Reporte del grupo biología y modelación poblacional

**Integrantes:** Roberto Aguilar, Marcela Araiza, Danae Azuara, Cuauhtémoc Chávez, Epigmenio Cruz, Juan Cornejo, Mariana Díaz, Melissa López, Rodrigo A. Medellín y William Van Pelt.

### Introducción

VORTEX, es un programa de simulación hecho para el análisis de viabilidad de poblaciones, se utilizó aquí para modelar las interacción entre algunos parámetros poblacionales y de la historia natural del jaguar (*Panthera onca*). Realiza un análisis estocástico, para explorar cuáles parámetros demográficos son los más sensibles a diferentes opciones de manejo, y para probar los efectos de diferentes escenarios de manejo específicos para el hábitat.

El programa VORTEX realiza simulaciones tipo Monte Carlo de los efectos de las fuerzas determinísticas, demográficas, medioambientales y efectos genéticos estocásticos en poblaciones silvestres. VORTEX modela la dinámica de poblaciones como eventos discretos secuenciales (por ejemplo, nacimientos, muertes, proporción de sexos de las crías, catástrofes, etc.) que ocurren según las probabilidades definidas. La probabilidad de un suceso se modela como variables constantes o aleatorias con distribuciones específicas. El programa simula una población a través de la serie de eventos que describen el ciclo de vida típico de organismos diploides de reproducción sexual.

VORTEX no pretende dar respuestas absolutas, ya que esta proyectando estocásticamente las interacciones entre los distintos parámetros que se utilizaron de entrada en el modelo, y por los procesos aleatorios que suceden en la naturaleza. La interpretación de los resultados depende de nuestro conocimiento de la biología del jaguar, las condiciones medioambientales que afectan a la especie, y los posibles cambios futuros de esas condiciones. Para una más detallada explicación de VORTEX y su uso en el análisis de viabilidad de las poblaciones, se pueden consultar Miller y Lacy (1999) y Lacy (2000).

Usando los datos demográficos disponibles, nos propusimos específicamente realizar las siguientes tareas:

- Construir un modelo genérico (base) de la población del jaguar para poder estudiar los factores demográficos principales que afectan a la población.
- Construir un modelo de la población del jaguar para seis regiones prioritarias para su conservación en México: Calakmul-Selva Maya, Selva Zoque, Jalisco-Nayarit, Sonora, Tamaulipas, y Ria Lagartos (Ceballos *et al.*, 2005).
- Estimar el tamaño poblacional mínimo viable para cada región.
- Determinar la tendencia poblacional y la probabilidad de extinción de cada una de las poblaciones bajo las condiciones actuales.
- Explorar diferentes opciones de manejo como el incremento o la disminución de los efectos de las actividades antropogénicas.

Es importante mencionar que desafortunadamente no tenemos información suficiente acerca de las tasas de reproducción y supervivencia de las poblaciones silvestres

para desarrollar modelos precisos de las poblaciones. Consecuentemente, no podemos usar los modelos para hacer predicciones absolutas y precisas acerca del futuro de la población. Sin embargo, podemos usar los modelos para estudiar la respuesta relativa de la población del jaguar a cambios en la demografía. Estos cambios pueden reflejar nuestra propia incertidumbre en los valores de parámetros que se están midiendo en campo, o pueden representar los resultados de actividades humanas, tales como, modificación del hábitat o manejo. Mediante el Análisis de Sensibilidad podemos investigar el impacto de esta incertidumbre en el comportamiento del modelo. Con esta información, se pueden establecer prioridades tanto de investigación, como para el manejo.

## **Parámetros de entrada para el modelo genérico**

Para la construcción del modelo genérico usamos los mejores estimadores de los parámetros demográficos disponibles de la población de jaguar, usamos los datos de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, por ser la región mejor estudiada. En este modelo la población se consideró libre de efectos antropogénicos. Todas las simulaciones fueron realizadas utilizando VORTEX versión 9.61.

### **Número de iteraciones: 500**

Para cada escenario se corrieron 500 iteraciones independientes.

### **Número de años: 100**

La esperanza de vida del jaguar es en vida silvestre se considera de 10 años. La población se modeló por 100 años, lo que equivale aproximadamente a 15 generaciones, para poder observar las tendencias poblacionales a largo plazo.

### **Definición de extinción: Solo queda un sexo**

En el modelo se considera que la población se extinguió cuando no quedan individuos o solo sobreviven de un mismo sexo.

### **Definición de viabilidad: PE < 10% en 100 años**

Se consideró que la población era viable si tenía una probabilidad de extinción (PE) menor al 10% en los 100 años de simulación.

### **Sistema de reproducción: polígamo**

El jaguar es una especie polígama, con un macho tiene un área de actividad relativamente grande donde pueden encontrarse varias hembras. Esta área puede ser recorrida en el transcurso del año varias veces.

### **Edad de primera reproducción: 3 años (hembras), 4 años (machos)**

VORTEX considera la edad de primera reproducción como la edad a la cual se tiene la primera camada, que no siempre coincide con la madurez sexual. En el jaguar ambos sexos alcanzan su madurez sexual a los 3 años aproximadamente (Chávez *et al.*, en prensa; Eizirik *et al.*, 2002; Quigley y Crawshaw, 2002). Los machos usualmente no se reproducirán hasta los 4 años, cuando alcance la masa corporal necesaria para establecerse y defender un territorio, las hembras lo harán tan pronto como sean sexualmente maduras (C. Chávez obs. pers.).

### Edad de senescencia reproductiva: 10

VORTEX asume que los animales pueden reproducirse (a una tasa normal) a lo largo de su vida adulta, y no considera la senescencia reproductiva. Los individuos son eliminados del modelo una vez que cumplen su edad máxima de reproducción. Esto es probablemente bastante realista para el jaguar. Se estimó en base a la longevidad máxima en vida silvestre 10 años (Ceballos *et al.*, 2005; Chávez *et al.*, 2005; Crawshaw, 2002).

### Máximo número de crías por año: 3

La camada del jaguar es de entre 1 y 3 crías (Ceballos *et al.*, 2005; Chávez *et al.*, 2005; Quigley y Crawshaw, 2002;). Se estimó el tamaño promedio de las camadas en 1.7 individuos, con el número de cachorros distribuidos de la siguiente manera: 1 cría 45%, 2 crías 40% y 3 crías 15%.

### Proporción de sexos al nacimiento: 1:1

Se asume que la proporción de sexos al momento del nacimiento es del 50%. No existen evidencias que sugiera una proporción de sexos no equitativa.

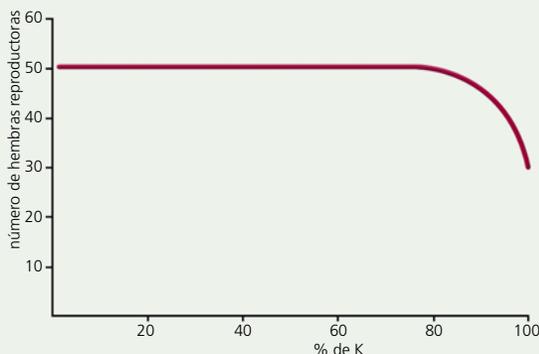
### Machos en el grupo reproductor: 45%

Se consideró que solo el 45% de los machos adultos son reproductores potenciales, debido a que no todos los machos tienen acceso a una hembra, siendo los de mayor edad y con áreas de actividad establecidas, los que normalmente contribuyen al pool genético de la descendencia (Chávez *et al.*, en prensa).

### Hembras adultas reproductoras: densodependiente

Considerando que a mayor densidad de animales existe una competencia por presas y parejas, se utilizó un modelo densodependiente en el que la proporción de hembras adultas reproductoras está en función de la densidad poblacional. A tamaños poblacionales menores al 80% de K la mitad de las hembras adultas se reproducen, por encima del 80% de K la proporción de hembras adultas reproductoras decrece desde el 50 hasta el 30%. Para introducir estos datos en el modelo se utilizó la fórmula que aparece en la Figura 1.

**Figura 1.** Ecuación utilizada en el modelo base para estimar la densodependencia en el % de hembras reproductoras.



$$\% \text{ Hembras reproductoras} = (50 - ((50 - 20) * ((N/K)^{16})))$$

**Mortalidad:** Se estimó que durante los primeros meses de edad y el destete, la mortalidad de las crías es alta, y disminuye entre el primer y segundo año de vida cuando las hembras acompañan a sus crías. Durante la etapa de dispersión, de los 2 a los 4 años, se estima que los machos sufrirán una mayor mortalidad que las hembras debido a que se dispersan más y a que son menos aceptados por otros con áreas de actividad establecidas. Se estima que después de llegar a la edad adulta, tanto machos como hembras tendrán una mortalidad reducida al haber logrado establecer su territorio, pero a partir de los 8 años de edad, y hasta los 10, incrementará la mortalidad de ambos sexos por causa asociadas a la edad, como problemas de dentición y lesiones por peleas. (C. Chávez, G. Ceballos, com. pers.). Para introducir estos datos en el modelo se utilizó la fórmula: Mortalidad clase 4 en adelante =  $10 + ((A > 8) * 5 * (A - 8))$ , para las hembras y  $10 + ((A > 8) * 3.25 * (A - 8))$  para los machos.

**Correlación de la variación ambiental (EV) con las tasas de reproducción y sobrevivencia: si**

La variación ambiental es la variación anual en la reproducción y la sobrevivencia ocasionada por la variación aleatoria de las condiciones ambientales. Estimamos que la variación ambiental no solo afecta a los jaguares directamente, sino también a las poblaciones de presas, lo que a su vez afecta la reproducción y sobrevivencia del jaguar.

**Depresión por consanguinidad: si**

Se cree que la consanguinidad tiene un efecto importante en la reproducción y la sobrevivencia de las poblaciones, especialmente en las de tamaño reducido. VORTEX incluye la posibilidad de modelar estos efectos detrimentales como la reducción en la sobrevivencia de las crías durante el primer año de vida. El efecto de la consanguinidad se modeló como 3.14 equivalente letales, el valor medio estimado por los análisis de las poblaciones cautivas de 40 especies de mamíferos (Ralls *et al.*, 1988), con 50% (cuando  $N \leq 1000$ ) o 100% (cuando  $N > 1000$ ) del efecto de la consanguinidad debido a los alelos letales recesivos.

**Catástrofes: si (2)**

Las catástrofes son eventos medioambientales singulares que están fuera de la variación ambiental normal que pueden afectar la reproducción y/o la supervivencia de la especie. Las catástrofes naturales pueden ser huracanes, inundaciones, enfermedades, sequías, o eventos similares. Estos eventos son modelados en VORTEX asignando una probabilidad anual de ocurrencia y un par de factores de severidad, describiendo su impacto en la mortalidad (a través de todas las clases de edades y sexos) y la proporción de hembras que se reproducen exitosamente en un año dado. Se considera que la población de jaguares de Calakmul está expuesta a dos tipos de catástrofes: huracanes y sequías. Para los huracanes se determinó una frecuencia del 10%, con una reducción en la reproducción del 25% y un aumento en la mortalidad del 5%. Para la sequía se determinó una frecuencia del 10%, y una reducción en la reproducción del 25%.

**Tamaño inicial de población (N): 650**

Se estimó en 650 individuos la población de Calakmul donde se reporta un jaguar por

cada 15 km<sup>2</sup> (Ceballos *et al.*, 2002, 2005, Chávez *et al.*, 2005; este volumen) y considerando una superficie de la reserva de 975 000 ha. Dado que no se cuentan con datos específicos, se consideró que la población tiene una distribución estable de edades.

### Capacidad de carga (K): 700

La capacidad de carga, K, para un hábitat dado define el límite máximo para el tamaño poblacional que puede soportar el hábitat, por encima del cual la mortalidad se distribuye aleatoriamente en todas las clases de edad para que la población vuelva a su valor K. Arbitrariamente se estipuló en un valor conservador de 700 animales para la población de la Calakmul. Al considerar la reproducción densodependiente, se espera que la población se autorregule antes de llegar a K.

**Colecta y suplementación: no se incluyeron** (Cuadro 5)

## Resultados del modelo genérico

El modelo base representa la información disponible y los mejores estimadores de los participantes en el taller de la biología del jaguar en Calakmul. Las proyecciones a futuro de la población se han de interpretar con cautela, ya que dependen de la exactitud de los parámetros de entrada utilizados. Se recomienda que el modelo se vaya revisando y actualizando según mejores datos estén disponibles.

### Valores determinísticos

Las tasas demográficas (reproducción y mortalidad) incluidas en el modelo base pueden usarse para calcular las características determinísticas de la población modelada. Estos valores reflejan la biología de la población en ausencia de fluctuaciones estocásticas (tanto demográficas como de variación ambiental), depresión por consanguinidad, limita-

**Cuadro 5.** Parámetros demográficos de entrada para el modelo genérico VORTEX del jaguar

Parámetro de entrada	Valor en modelo genérico
Sistema de reproducción	Polígamo
Edad de la primera reproducción (♂/♀)	4/3
Edad de senescencia reproductiva	10
Depresión por consanguinidad	Si (3.14 equivalentes letales)
Número máximo de progenie por año	3
Promedio de crías por parto	1.7
Machos adultos en el grupo reproductor	45%
Hembras adultas reproductoras	30-50% (Densodependiente)
Mortalidad machos (clase 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4+)	$(25,20,35,25, =10+((A>8)*(6.5)/2*(A-8)))$
Mortalidad hembras (clase 0-1, 1-2, 2-3, 3+)	$(25,20,10=10+((A>8)*5*(A-8)))$
Catástrofes	2 (huracán y sequía)
Proporción de sexos al nacer	1:1
Tamaño inicial de población	650
Capacidad de carga	700
Número de iteraciones y años de proyección	500 iteraciones a 100 años

ciones de pareja, e inmigración/emigración. Es conveniente examinar estos valores para determinar si parecen realistas para la especie y la población modelada.

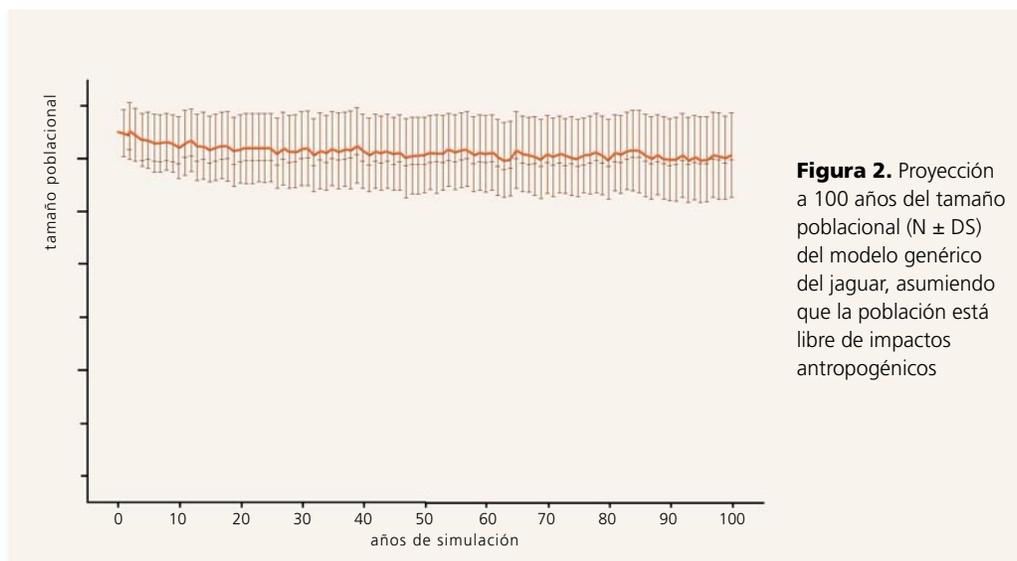
Los valores introducidos en el modelo genérico para el jaguar, dan una tasa de crecimiento determinístico ( $r_{det}$ ) de 0.021 ( $\lambda = 1.022$ ). Esto representa un crecimiento anual potencial del aproximadamente del 2 %. El tiempo generacional (la edad promedio de reproducción) es 6.4 para los machos y 5.8 para las hembras. La proporción de sexos en adultos es de 0.48 machos por hembra. Muy pocos individuos llega a alcanzar 10 años (el 3.1 % de la población). En general estas características de la población parecen realistas para la población de jaguares de Calakmul.

### Valores estocásticos

Los resultados del modelo genérico proyectan una población que en 100 años mantiene sus números y el 97% de la diversidad genética original. La probabilidad de extinción de la población en este periodo es del 0%, y la tasa de crecimiento estocástico ( $r_{stoch}$ ) del 0.005 por lo que prácticamente se mantiene estable. En la Figura 2 se representa el tamaño poblacional promedio de la población a lo largo de 100 años. La variación observada refleja la incertidumbre anual en las tasas de reproducción y mortalidad debida a la estocasticidad intrínseca al modelo.

### Análisis de sensibilidad

Durante la discusión sobre los datos de entrada para el modelo base se evidenció que algunas de las características demográficas fueron estimadas con un alto grado de incertidumbre. Realizamos un análisis de sensibilidad construyendo modelos adicionales al genérico donde se estudió su efecto potencial en los resultados, y poder identificar prioridades de investigación y/o manejo. En cada modelo se varió uno de los parámetros



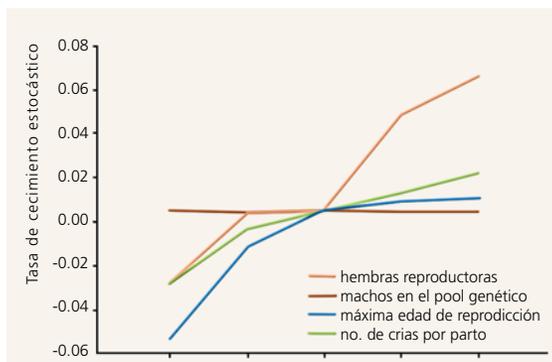
a través de un intervalo fijo de valores proporcionales, dejando el resto igual que en el modelo genérico, y de esta manera, se pudo comparar el impacto de cada parámetro en el desempeño de la población (Cuadro 6).

El modelo genérico es más sensible a aquellos parámetros que muestran los mayores cambios en la tasa de crecimiento estocástico a través del rango de parámetros proporcionales.

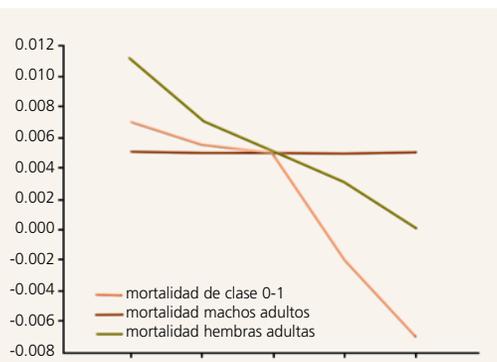
De acuerdo a los resultados del análisis de sensibilidad de los parámetros reproductivos que se muestran en la Figura 3, podemos concluir que el modelo base no es muy sensible a variaciones en el porcentaje de machos en el pool genético, pero muestra una variación significativa en cambios proporcionales del número de crías por parto, y es especialmente sensible al aumento del porcentaje de hembra reproductoras, y a la reducción en la edad máxima de reproducción.

En cuanto a la sensibilidad de los parámetros de mortalidad, como se muestra en la Figura 4, destaca la sensibilidad a los cambios en la mortalidad infantil, y sobre todo en el aumento de la mortalidad de hembras adultas. Los cambios en la mortalidad de los machos adultos no tienen efecto significativo en la tasa de crecimiento estocástico de la población.

<b>Cuadro 6. Valores utilizados en los modelos del análisis de sensibilidad. El 100% corresponde al modelo genérico</b>					
	75%	87.5%	100%	112.5%	125%
% de Hembras reproductoras	37.5	43.7	50	56.2	62.5
% de Machos en pool genético	33.7	39.4	45	50.6	56.2
Máxima edad de reproducción	7.5	8.7	10	11.2	12.5
Promedio de crías por parto	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1
Mortalidad de clase 0-1	18.7	21.9	25	28.1	31.2
Mortalidad machos adultos	9.75	11.38	13.00	14.63	16.25
Mortalidad hembras adultas	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00



**Figura 3.** Análisis de sensibilidad para los parámetros reproductivos del modelo genérico de jaguar



**Figura 4.** Análisis de sensibilidad para los parámetros de mortalidad del modelo genérico de jaguar

## Análisis de riesgo I: tamaño mínimo poblacional y capacidad de carga

Dependiendo de la biología de las especies y de sus amenazas, se puede definir un tamaño mínimo poblacional viable (TMV), por debajo del cual la probabilidad de extinción de la población en un tiempo determinado supera un umbral.

Se corrieron varios escenarios basados en el modelo genérico, variando el tamaño inicial ( $N_0$ ) y la capacidad de carga ( $N_0 = K$ ), y se determinó que para tamaños iniciales menores de 100 individuos, la probabilidad de extinción en 100 años es mayor que el 10%, y por lo tanto, la población no se consideraría viable de acuerdo a los parámetros que se establecieron al comienzo del modelaje.

## Análisis de riesgo II: sexo y cantidad de individuos cazados

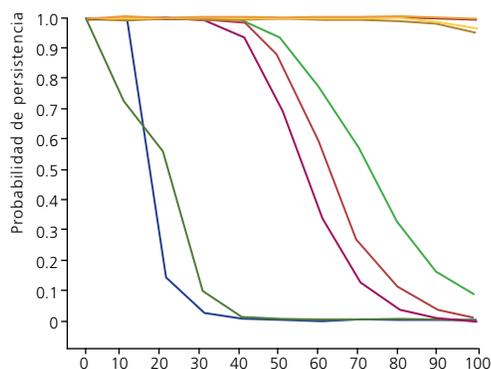
La mortalidad anual causada por la cacería puede reducir significativamente la tasa de crecimiento anual de las poblaciones, e incrementar el riesgo de extinción, especialmente en poblaciones de tamaño pequeño.

Para poder entender las diferentes consecuencias de la cacería de jaguares adultos, dependiendo de la cantidad y el sexo, realizamos un análisis de riesgo modelando la extracción anual, desde el año 0 a 100 de los individuos que aparecen en el Cuadro 7.

Como se puede observar en el Cuadro 7 y la Figura 5, la cacería de individuos hembra tiene un mayor efecto sobre la tasa de crecimiento de la población ( $r_{stoc}$ ) la cual

**Cuadro 7.** Parámetros de entrada y resultados para el análisis de riesgo del sexo y la cantidad de los individuos cazados

Individuos cazados anualmente		Resultados	
% Machos	% Hembras	$r_{stoc}$	PE
10.00	0.00	-0.168	1.000
5.00	0.00	-0.060	0.918
2.50	0.00	0.004	0.000
0.00	10.00	-0.219	1.000
0.00	5.00	-0.082	0.994
0.00	2.50	-0.025	0.048
5.00	5.00	-0.086	1.000
2.50	2.50	-0.023	0.040
1.25	1.25	-0.003	0.000
0.00	0.00	0.005	0.000



**Figura 5.**

Comportamiento del modelo genérico para el jaguar, durante el análisis de riesgo del número y sexo de los individuos adultos cazados por año.

- 10% machos
- 5% machos
- 2.5% machos
- 10% hembras
- 5% hembras
- 2.5% hembras
- 5% machos y hembras
- 2.5% machos y hembras
- 1.25% machos y hembras

disminuye y hay un aumento de la PE. Para el modelo genérico, la cacería de más del 3% de hembras adultas al año supone que la población no sea viable a 100 años.

## Modelos regionales

Se decidió construir un modelo poblacional específico para cada seis regiones de México en que habita el jaguar: Selva Maya, Selva Zoque, Jalisco-Nayarit, Sonora, Tamaulipas, y Ría Lagartos. Siendo las principales diferencias entre estas poblaciones la densidad de individuos, y los diferentes efectos de las catástrofes.

Sobre cada modelo regional se corrieron varios escenarios posibles, para ver el efecto de las diferentes presiones antropogénicas que en cada área ocurren. Se modeló un escenario libre de acciones antropogénicas, otro en el que se exploró el efecto de la cacería, y otro en el que se vio el efecto de la reducción en K (capacidad de carga) como consecuencia de la pérdida de hábitat y la disminución en la disponibilidad de presas. La disminución de K se realizó como un porcentaje anual constante, y el efecto de la cacería como la extracción anual de un porcentaje de individuos (50% machos, 50% hembras) relacionado con el tamaño poblacional. En el Mapa 1. se observan las áreas de distribución potencial del jaguar en México.



**Mapa 1.** Distribución potencial actual del jaguar y regiones prioritarias para su conservación

## Tamaulipas

Para esta región se estima una densidad de 3.5 individuos por 100 km<sup>2</sup>, y un área disponible de 3 666 km<sup>2</sup>, (Ortega-Huerta y Medley, 1999, Caso, este volumen; A. Rivera, com. pers.). Se estima una tasa de deforestación del 0.27% anual, y una pérdida de capacidad de carga del 0.05% anual debido a la sobre-cacería de las presas de las que se alimenta el jaguar (Amin, 2004). En el Cuadro 8 se muestran los parámetros de entrada para el modelo, y los resultados de la modelación. En la Figura 6 se observa el tamaño poblacional en los diferentes escenarios, así como la probabilidad de persistencia de la población a lo largo de los 100 años.

Al cabo de 100 años, y sin influencias antropogénicas el modelo para Tamaulipas sería viable pero se reduciría de 128 a 80 individuos, si consideramos la disminución en K también sería viable pero llegaría a menos de 60 individuos. Considerando la cacería dejaría de ser viable dentro de 30 años, y estaría extinta en 100.

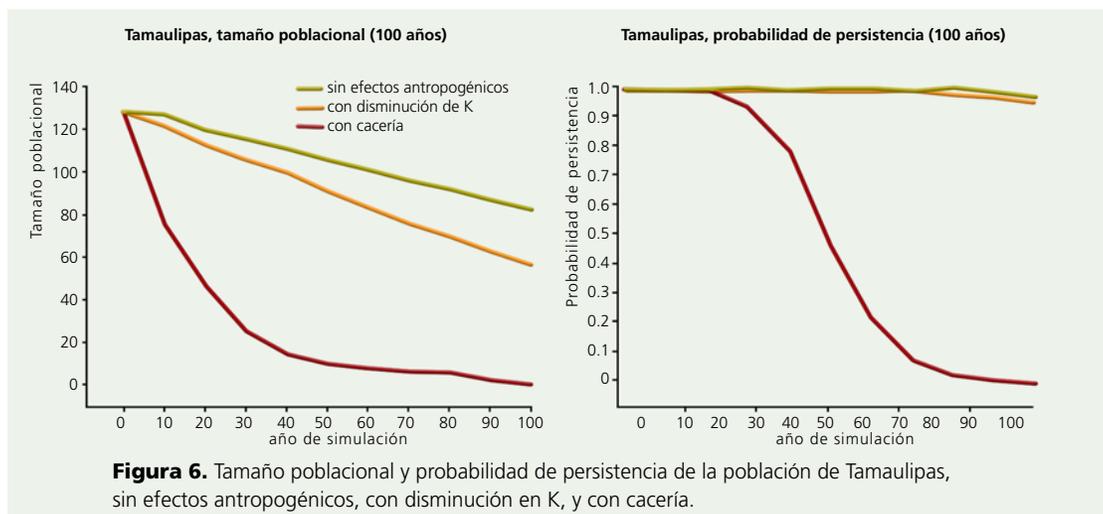
## Selva Maya

Para la región de la Selva Maya se estimó una densidad de 6.0 individuos por 100 km<sup>2</sup>, y un área disponibles de 62 593 km<sup>2</sup> (Ceballos *et al.*, 2002; Ceballos *et al.*, 2005; Chávez, 2006; Chávez *et al.*, este volumen; Zarza *et al.*, este volumen). La tasa de deforestación se estima en 0.7% anual (Conde, en prensa), y la pérdida de K por cacería en 0.05% (Escala-

**Cuadro 8.** Parámetros de entrada y resultados de los diferentes escenarios del modelo para la población de Tamaulipas

	No	K	Huracán*	Sequía*	Cambio K	Cacería	r stoc	PE
Sin efectos	128	147	6.7, 25, 5	30, 25, 0			-0.004	0.032
Reducción K	128	147	6.7, 25, 5	30, 25, 0	-0.32%		-0.007	0.040
Cacería	128	147	6.7, 25, 5	30, 25, 0		7.5% N	-0.069	1.000

\* (frecuencia, % reducción en la reproducción, % reducción en la sobrevivencia)



**Figura 6.** Tamaño poblacional y probabilidad de persistencia de la población de Tamaulipas, sin efectos antropogénicos, con disminución en K, y con cacería.

milla *et al.*, 2000). Existen datos que permiten estimar que anualmente se cazan aproximadamente el 3% de los individuos (A. Rivera obs. pers.). En Cuadro 9 se muestran los parámetros de entrada para el modelo, y los resultados de la modelación. En la Figura 7 se observa el tamaño poblacional en los diferentes escenarios, así como la probabilidad de persistencia de la población a lo largo de los 100 años.

Al cabo de 100 años, y sin influencias antropogénicas el modelo para la Selva Maya no reducirá su tamaño poblacional, pero incorporando la pérdida de K disminuiría a 500 individuos, y considerando la cacería se reduciría a 1500 individuos. En ninguno de los escenarios considerados existiría riesgo de extinción en el periodo contemplado (Figura 7).

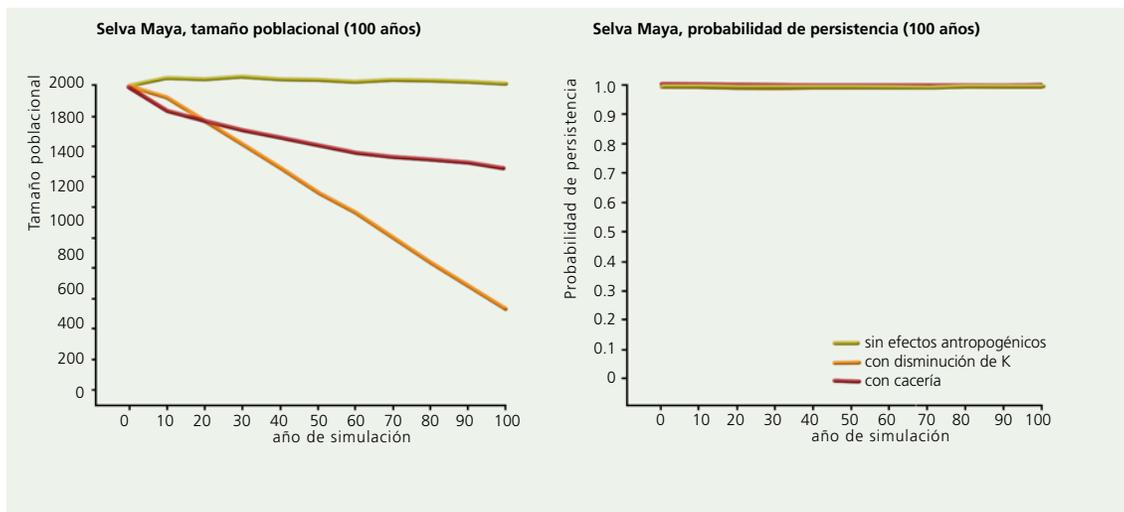
### Sonora

Se estima una densidad de 1.0 individuos por 100 km<sup>2</sup>, y un área disponible de 15 000 km<sup>2</sup> (Rosas, en prensa; C. López-González obs. pers.). En esta región la pérdida de hábitat y la cacería de presas no se estima que tenga un efecto importante en la disminución de K (O. Rosas y C. López-González obs. pers.). Por otro lado, se estima que anualmente se está cazando el 3.35% de los jaguares (O. Rosas y C. López-González obs. pers.). En el Cuadro 10 se muestran los parámetros de entrada para el modelo, y los resultados de la modelación. En la Figura 8 se observa el tamaño poblacional en los diferentes escenarios, así como la probabilidad de persistencia de la población a lo largo de los 100 años.

**Cuadro 9. Parámetros de entrada y resultados de los diferentes escenarios del modelo para la población de Selva Maya**

	No	K	Huracán*	Sequía*	Cambio K	Cacería	r stoc	PE
Sin efectos	2000	2300	10, 25, 5	10, 25, 0			0.006	0.000
Reducción K	2000	2300	10, 25, 5	10, 25, 0	-0.75%		-0.005	0.000
Cacería	2000	2300	10, 25, 5	10, 25, 0		3% N	-0.003	0.000

\* (frecuencia, % reducción en la reproducción, % reducción en la sobrevivencia)



Al cabo de 100 años, y sin influencias antropogénicas la población del modelo para la región de Sonora se reduciría a menos del 50% del tamaño original, y si consideramos el efecto de la cacería apenas alcanzaría los 20 individuos. En ninguno de los dos casos la población sería viable (Figura 8).

### Jalisco-Nayarit

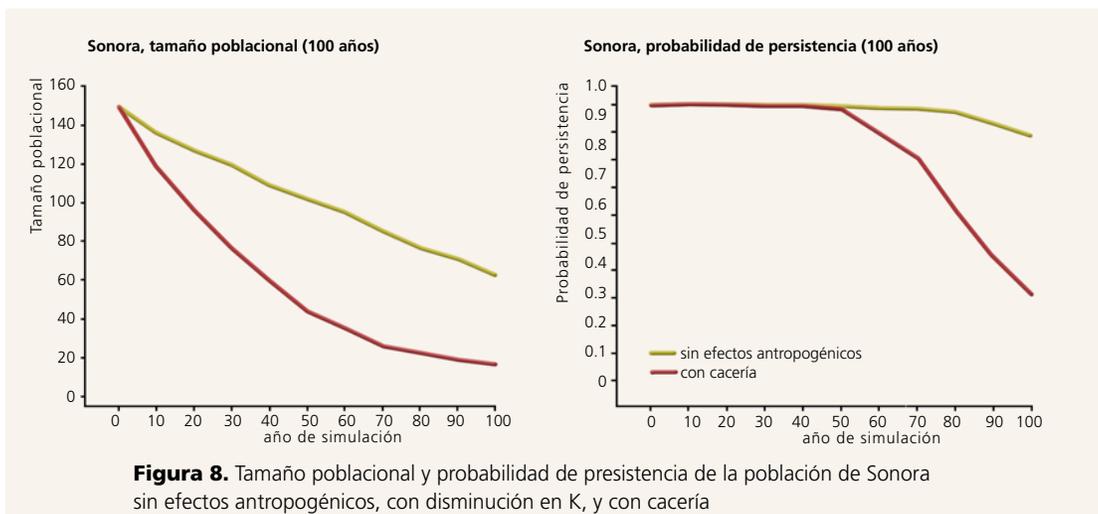
La densidad registrada en la región es de 3.5 individuos por 100 km<sup>2</sup>, y el área disponible de 4000 km<sup>2</sup> (Núñez *et al.*, 2002; 2006). El porcentaje de deforestación de la selva baja es del 2% anual, y se estima que en la selva mediana sea aún mayor. El efecto de disminución de presas naturales por sobre-cacería se ve compensado por la depredación sobre ganado. Se estima que anualmente se caza el 10% de la población. En el Cuadro 11 se muestran los parámetros de entrada para el modelo, y los resultados de la modelación. En las Figura 9 se observa el tamaño poblacional en los diferentes escenarios, así como la probabilidad de persistencia de la población a lo largo de los 100 años (Figura 9).

Al cabo de 100 años, y sin influencias antropogénicas, el modelo de para la población de Jalisco/Nayarit sería viable pero disminuiría de 140 a 110 individuos. Considerando la pérdida de K se extinguiría en los próximos 40 años, considerando la cacería se extinguiría en 80.

**Cuadro 10.** Parámetros de entrada y resultados de los diferentes escenarios del modelo para la población de Sonora

	No	K	Sequía*	Cacería	r stoc	PE
Sin efectos	150	172	20, 25, 10		-0.013	0.112
Cacería	150	172	20, 25, 10	3.3% N	-0.039	0.684

\* (frecuencia, % reducción en la reproducción, % reducción en la sobrevivencia)



## Noreste de la Península de Yucatán

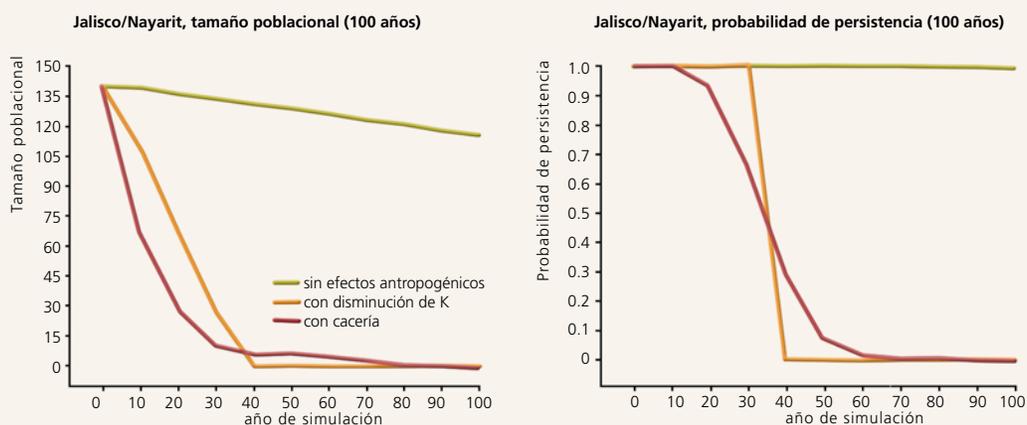
Se registró una densidad de 3.0 individuos por 100 km<sup>2</sup>. Existen actualmente 700 km<sup>2</sup> bajo protección, y se van a decretar 200 km<sup>2</sup> más, lo que en total representa el 25% del área disponible (Faller *et al.*, 2002, este volumen). En el Figura 10 2 se observa la ubicación del norte de la Península de Yucatán. Por los datos que se tiene se estima que el 10% de los individuos son cazados anualmente. La disminución de la cantidad de presas en la región no parece preocupante. Se estima que la deforestación existente del 2% al año se mantenga por los próximos 10 años, y después por la condición de área natural protegida, se estabilice. En el Cuadro 12 se muestran los parámetros de entrada para el modelo, y los resultados de la modelación. En la Figura 11 se observa el tamaño poblacional en los diferentes escenarios, así como la probabilidad de persistencia de la población a lo largo de los 100 años.

Al cabo de 100 años, y sin influencias antropogénicas, el modelo para Ría Lagartos sufriría una reducción poblacional de 105 a 70 individuos pero se mantendría viable. Considerando la disminución de K el tamaño final sería de 50 individuos, pero dejaría de ser viable dentro de 90 años. Considerando el efecto de la cacería la población dejaría de ser viable en 20 años y se extinguiría en 70 (Figura 11).

**Cuadro 11.** Parámetros de entrada y resultados de los diferentes escenarios del modelo para la población de Jalisco/Nayarit

	No	K	Huracán*	Sequía*	Cambio K	Cacería	r stoc	PE
Sin efectos	140	160	10, 25, 5	5, 25, 0			0.002	0.006
Reducción K	140	160	10, 25, 5	5, 25, 0	- 2.8%		-0.071	1.000
Con cacería	140	160	10, 25, 5	5, 25, 0		10% N	-0.097	1.000

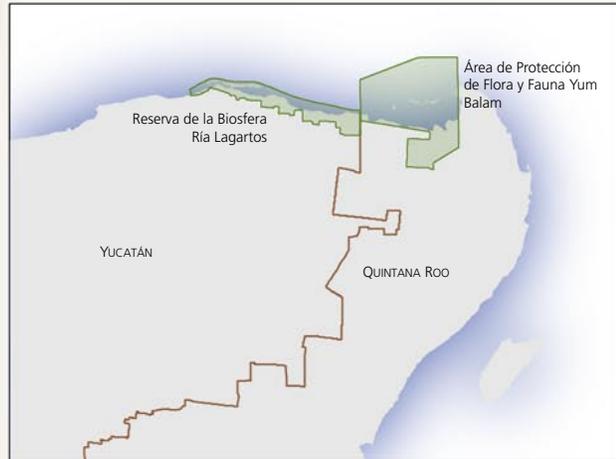
\* (frecuencia, % reducción en la reproducción, % reducción en la sobrevivencia)



**Figura 9.** Tamaño poblacional y probabilidad de persistencia de la población de Jalisco/Nayarit sin efectos antropogénicos, con disminución en K, y con cacería



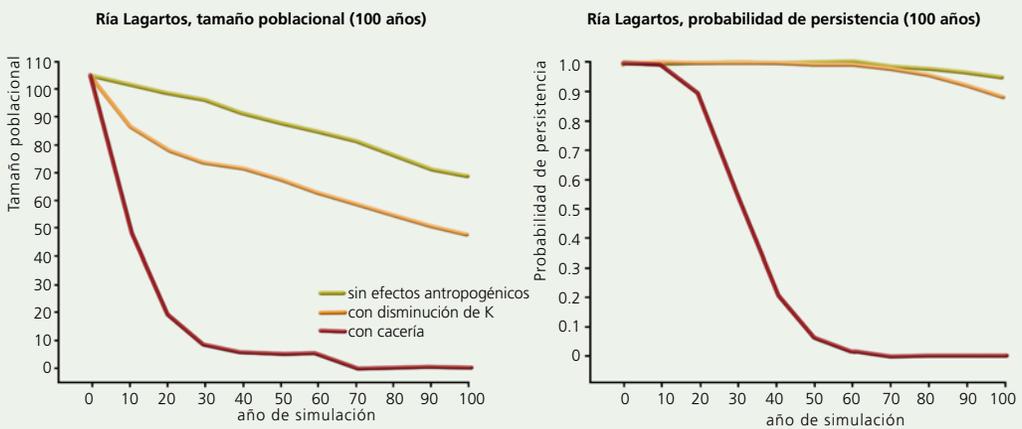
**Figura 10.**  
Ubicación del  
Noroeste de la  
Península de  
Yucatán



**Cuadro 12.** Parámetros de entrada y resultados de los diferentes escenarios del modelo para la población de Ría Lagartos

	No	K	Huracán*	Cambio K	Cacería	r stoc	PE
Sin efectos	105	120	20, 25, 5			-0.003	0.048
Reducción K	105	120	20, 25, 5	- 2% durante 10 años		-0.008	0.118
Con cacería	105	120	20, 25, 5		10% N	-0.096	1.000

\* (frecuencia, % reducción en la reproducción, % reducción en la sobrevivencia)



**Figura 11.** Tamaño poblacional y probabilidad de persistencia de la población de Tamaulipas sin efectos antropogénicos, con disminución en K, y con cacería.

## Selva Zoque

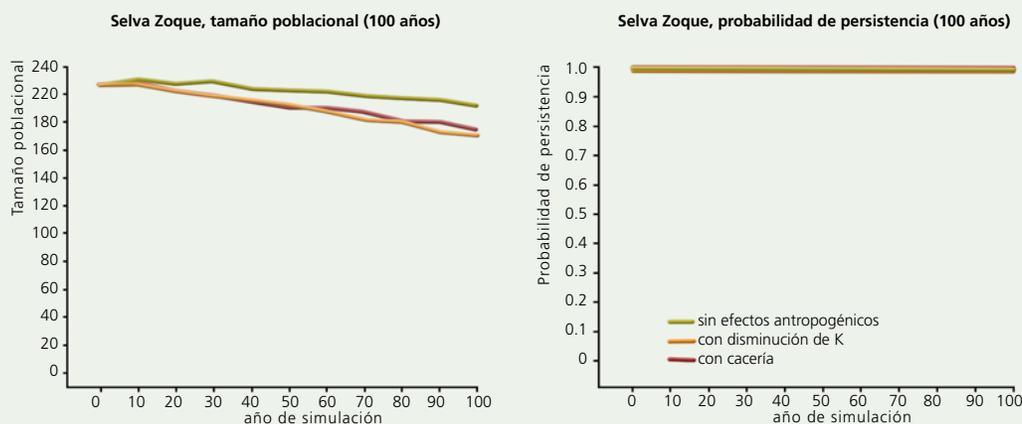
En la Selva Zoque la densidad se reporta de 4.0 individuos por 100 km<sup>2</sup>, y existe un área disponible de 5 653 km<sup>2</sup> (4600 km<sup>2</sup> en Chimalapas, más 1 053 km<sup>2</sup> en La Sepultura y en El Ocote, Lira *et al.*, este volumen). La deforestación se estima en 0.12% anual, y la cacería en 1% al año (I. Lira obs. pers.). En el Cuadro 13 se muestran los parámetros de entrada para el modelo, y los resultados de la modelación. En la Figura 12 se observa el tamaño poblacional en los diferentes escenarios, así como la probabilidad de persistencia de la población a lo largo de los 100 años.

Al cabo de 100 años, y sin influencias antropogénicas el modelo de la población de la Selva Zoque se reduciría de 220 a 210 individuos, considerando la pérdida de K o la cacería tendría una reducción algo mayor pero en ningún caso dejaría de ser viable en 100 años.

**Cuadro 13.** Parámetros de entrada y resultados de los diferentes escenarios del modelo para la población de La Selva Zoque

	No	K	Huracán*	Cambio K	Cacería	r stoc	PE
Sin efectos	226	260	10, 25, 5			0.005	0.000
Reducción K	226	260	10, 25, 5	- 0.125%		0.002	0.000
Con cacería	226	260	10, 25, 5		1% N	0.004	0.000

\* (frecuencia, % reducción en la reproducción, % reducción en la sobrevivencia)



**Figura 12.** Tamaño poblacional y probabilidad de persistencia de la población de la Selva Zoque sin efectos antropogénicos, con disminución en K, y con cacería

**Cuadro 14. Metas y acciones regionales**

Meta	Acciones	Responsables	Periodo
Diseñar estrategias regionales de conservación para cada área prioritaria del jaguar. Las estrategias deben considerar: 1) la precisión de las poligonales de las áreas naturales protegidas existentes, federales, estatales y municipales. 2) Determinar las áreas de conectividad entre áreas protegidas existentes o de las regiones prioritarias para la conservación del jaguar. 3) Identificación de áreas de reproducción (poblaciones fuente). 4) Establecimiento de nuevas áreas naturales protegidas. Reconociendo como áreas naturales protegidas también, a reservas comunales, forestales y privadas para que puedan recibir pagos por servicios ambientales. 5) Incluyendo la conectividad entre poblaciones y áreas de reproducción, deberán ser decretadas como áreas naturales protegidas federales, estatales y municipales. Coordinar Semarnat-Sagarpa. Continuar con la identificación de áreas prioritarias adicionales para la conservación del jaguar y su hábitat. Largo plazo.	Elaborar los términos de referencia para el estudio de identificación de sitios críticos para la conservación del jaguar. Identificar los sitios críticos para la persistencia y recuperación del jaguar en México, particularmente las poblaciones fuente y la conectividad entre poblaciones. Iniciar los procesos para el establecimiento de áreas naturales protegidas (estudios previos justificativos, evaluaciones de impacto regulatorio).	Subcomité del Jaguar.	6 meses.  4 años.  8 años.
Contar con alternativas económicas compatibles con la conservación en sitios importantes para el jaguar. Mediano plazo.	Identificar y estimular el desarrollo de actividades productivas alternativas que tengan menos impacto en el jaguar y su hábitat.	Alfonso Aquino y Fernando Guadarrama.	
Contar con programas de ordenamiento ecológico territorial en todas las áreas prioritarias para el jaguar y su correcta aplicación. Largo plazo. Promover que en los planes de desarrollo municipal se contemplen las áreas prioritarias para el jaguar.	Identificar los municipios dentro de las áreas prioritarias para la conservación del jaguar que carecen de programas de ordenamiento territorial para informar a los municipios sobre el proceso para el ordenamiento ecológico y sus ventajas.		2 años.

## Estrategias regionales

El jaguar tiene una amplia distribución en territorio mexicano, se extiende desde el sureste del país hacia el centro donde se divide para distribirse por ambas costas, la pacífica y la noroesteña en el estado de Sonora. Durante las diferentes discusiones plenarias el grupo entero identificó y seleccionó una serie de metas y acciones como parte, no sólo de una estrategia general para todo el país en torno a la conservación del jaguar en México, sino además parte de una serie de estrategias regionales que si bien pueden ser aplicadas en todas las regiones de la república en donde se distribuye la especie, tienen la posibilidad y plasticidad de adaptarse a las realidades de cada una de estas regiones, su idiosincrasia, cultura, recursos, etc. Estas metas y acciones de carácter regional se presentan en el Cuadro 14).

## Conclusiones

Las conclusiones y recomendaciones que se derivaron de las diferentes mesas de trabajo de este taller fueron:

1. Establecer estrategias regionales para la conservación del jaguar.
2. Realizar un censo a nivel nacional en las diferentes regiones con hábitat prioritarios para la especie.
3. Solicitar y fomentar convenios entre diferentes instituciones públicas federales, tales como, Semarnat, CFE, Pemex, Sectur y SCT para mitigar el impacto generado por sus desarrollos.
4. Creación del Fondo Mexicano de Conservación del Jaguar.
5. Crear un vínculo con la sociedad civil a través de la difusión acerca de la problemática que vive el jaguar para su supervivencia en México.

## Agradecimientos

El taller fue financiado por Alianza WWF -Telcel, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Ecociencia, S.C. y Africam Safari; la facilitación estuvo a cargo de la IUCN/SSC/Grupo Especialista en Conservación y Cría (CBSG), Oficina Regional México; la organización fue realizada por el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp).

## **Glosario**

ANP: Área Natural Protegida

CFE: Comisión Federal de Electricidad

Conagua: Comisión Nacional del Agua

Conacyt: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Conafor: Comisión Nacional Forestal

Conanp: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

DOF: Diario Oficial de la Federación

Hojanay: Hombre Jaguar Nayarit, A.C.

IE: Instituto de Ecología

NOM: Norma Oficial Mexicana

PAPIR: Programa de Apoyo a los Proyectos de Inversión Rural

PE: Probabilidad de Extinción

Pemex: Petróleos Mexicanos

Profepa: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

PGR: Procuraduría General de la República

PHVA: Análisis de Viabilidad de Población y Hábitat

PND: Plan Nacional de Desarrollo

PREP JAGUAR: Programa de Recuperación de Especies Prioritarias - Jaguar

Procampo: Programa de Apoyos Directos al Campo

Proders: Programa de Desarrollo Regional Sustentable

Profepa: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Progan: Programa de Productividad Ganadera

Sagarpa: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

SCT: Secretaría de Comunicación y Transporte

SE: Secretaría de Economía

Sectur: Secretaría de Turismo

Sedena: Secretaría de la Defensa Nacional

Sedesol: Secretaría de Desarrollo Social

Semarnat: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SHCP: Secretaría de Hacienda y Crédito Público

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

## Referencias bibliográficas

- Ackerman, B.B., F.G. Lindzey, y T.P. Hemker. 1984. Cougar food habits in southern Utah. *Journal of Wildlife Management*, 48:147-155.
- Aguirre, A.A. y G.M. Tabor. 2004. Introduction: Marine vertebrates as sentinels of marine ecosystem health. *EcoHealth*, 1:236-238.
- Aguirre, A.A. y R. Guerrero. 2001. Mexico, Central America and South America. Pp. 121-156, en: *Helminths of Wildlife: a global perspective*. (N. Chowdhury y A.A. Aguirre, eds.). Science Publishers, Inc., NewHampshire, E.U.A.
- Aguirre, A.A., J. Reif y G. Antonelis. 1999. Hawaiian monk seal epidemiology plan: health and disease status studies. *U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration-TM-National Marine Fisheries Service-SouthWest Fisheries Science Center*-280.
- Aguirre, A.A., R.S. Ostfeld, G.M. Tabor, C. House y M.C. Pearl, 2002. *Conservation medicine, ecological health and practice*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Allen, C.R., L.G. Pearlstine y W.M. Kitchens. 2001. Modeling viable mammal populations in gap analyses. *Biological Conservation*, 99:135-144.
- Almeida, A. 1986. A survey and estimate of jaguar populations in some areas of Mato-Grosso. Pp. 80-89, en: *Trans. Symp. Wildlife Management in Neotropical Moist Forests, Manaus, Brasil. Int. Council for the Conservation of Game*, París, Francia.
- Álvarez del Toro, M. 1977. *Los mamíferos de Chiapas*. 1ª edición. Talleres Gráficos del Gobierno del estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Alvarez, T. 1963. The recent mammals of Tamaulipas, Mexico. *University of Kansas publications*, 14:363-473.
- Amín, M. 2004. *Patrones de alimentación y disponibilidad de presas del jaguar (Panthera onca) y del puma (Puma concolor) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche*. Tesis de Maestría en Ciencias (Ecología y ciencias ambientales), Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F.
- Anwar, A., J. Knaggs, K.M. Service, G.W. McLaren, P. Riordan, C. Newman, R.J. Delahay, C. Cheesman y D.W. Macdonald. 2006. Antibodies to *Toxoplasma gondii* in Eurasian badgers. *Journal of Wildlife Diseases*. 42:179-181.
- Appel M. J. 1987. Canine distemper virus. Pp. 133-59, en: *Virus infections of carnivores*. (M. Appel, editor). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Holanda
- Appel, M., R.A. Yates, G.L. Foley, J.J. Bernstein, S. Santinelli, L.H. Spelman, L.D. Miller, L.H. Arp, M. Anderson, M. Barr, S. Pearce-Kelling y B. A. Summers. 1994. Canine distemper epizootic in lions, tigers, and leopards in North America. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 6:277-288.
- Aramini, J.J., C. Stephen, J.P. Dubey, C. Engelstoft, H. Schwantje y C.S. Ribble. 1999. Potential contamination of drinking water with *Toxoplasma gondii* oocysts. *Epidemiology Infections*. 122:305-315.
- Aranda, M. 1993. Hábitos alimentarios del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, Pp. 231-238, en: *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. (R.A. Medellín y G. Ceballos, eds.). Publicaciones Especiales no. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.
- Aranda, M. 1994. Importancia de los pecaríes (*Tayassu* spp.) en la alimentación del jaguar (*Panthera onca*). *Acta Zoológica Mexicana*, 62:11-22.
- Aranda, M. 1996. Distribution and abundance of the jaguar, *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) in the state of Chiapas, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 45-52.

- Aranda, M. 1998. Densidad y estructura de una población del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 75: 199-201.
- Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Conabio. Veracruz, México.
- Aranda, M. y M.I. March. 1987. *Guía de los Mamíferos Silvestres de Chiapas*. 1ª edición. México. D.F.
- Aranda, M. y V. Sánchez-Cordero. 1996. Prey spectra of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in tropical forests of Mexico. *Studies of Neotropical Fauna and Environment*, 31:65-67.
- Arita, H. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:33-71.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Coordinadores). 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Conabio, México.
- Azlan, M.J. y D.J.K. Sharma. 2006. The diversity and activity patterns of wild felids on a secondary forest in Peninsular Malasia. *Oryx*, 40:36-41.
- Azuara, D. 2005. *Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la selva Lacandona, Chiapas*. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Azuara, D. y R.A. Medellín. 2007. Fototrampas como herramienta para dar seguimiento del jaguar y otros mamíferos en la Selva Lacandona, Chiapas. Pp. , en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Bailey, T.C. 1994. A review of statistical spatial analysis in geographical information systems. 13-44, en: *Spatial Analysis and GIS*. (E. Fotheringham y P. Rogerson, eds.). Taylor & Francis, Londres, Reino Unido.
- Baillie, J.E.M., C. Hilton-Taylor y S. N. Stuart (Eds.). 2004. *IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment*. IUCN, Suiza y Reino Unido.
- Barr, M.C., P.P. Calle, M.E. Roelke y F.W. Scout. 1989. Feline immunodeficiency virus infection in nondomestic felids. *Journal of Zoological Wildlife Medicine*, 20:265-272.
- Barret, T. 1999. Morbillivirus infections, with special emphasis on morbillivirus of carnivores. *Veterinary Microbiology*. 69:3-13.
- Barrientos, S. J. y L. Maffei. 2000. Radio-telemetría de la hurina *Mazama gouazoubira* en el campamento Cerro Cortado, Izozog, Santa Cruz, Bolivia. Pp. 369-372, en: *Manejo de fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica*. (E. Cabrera, C. Mercolli y R. Resquin, eds.). CITES Paraguay, Fundación Moises Bertoni, University of Florida. Asunción, Paraguay.
- Bastard, G.C. 2003. *Análisis coprológico en felinos silvestres cautivos y domésticos en la UMA Dr. Julio César Pastrana Caso, en el Municipio de Villa Flores, Chiapas*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNACH, Chiapas, México
- Beck-King, H., O.V. Helversen y R. Beck-King. 1999. Home Range, Population Density and Food Resources of *Agouti paca* (Rodentia: *Agoutidae*) in Costa Rica: A Study Using Alternative Methods. *Biotropica*, 31:675-685.
- Beier, P. 1993. Determining minimum habitat areas and habitat corridors for cougars. *Conservation Biology*, 7:94-108.
- Belden, R.C., W.B. Frankenberger, R.T. McBride, y S.T. Schwikert. 1988. Panther habitat use in southern Florida. *Journal of Wildlife Management*, 52: 661-663.
- Berlanga, A.C., Acosta J., Ruiz L., y Trilles R.A. 2004. *Tendencias de cambio en el bosque de manglar y paisaje del sistema lagunar manglar y paisaje del sistema lagunar Teacapán-Teacapán-Agua Brava-Agua Brava-Marismas Nacionales, Nayarit, México*,

- de 1990 al 2000. Congreso Latinoamericano 2004, Toluca, Estado de México. [www.sigte.udg.es/redidrisi/eventos/pdf/04\\_Cesar\\_Berlanga.pdf](http://www.sigte.udg.es/redidrisi/eventos/pdf/04_Cesar_Berlanga.pdf)
- Berlanga, C.A. y A. Luna. 2007. Resumen de Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de Satélite Landsat. *Universidad y Ciencia*, 23:29-46.
- Biek, R., R. L. Zarnke, C. Gillin, M. Wild, J. R. Squires y M. Poss. 2002. Serologic survey for viral and bacterial infections in western populations of Canada Lynxes (*Lynx canadensis*). *Journal of Wildlife Diseases* 38: 840-845.
- Blythe, L.L., J. A. Schmitz, M. Roelke y S. Skinner. 1983. Chronic encephalomyelitis caused by canine distemper virus in a Bengal tiger. *JAVMA*, 183:1159-1162.
- Bodmer, R.E. 1995. Priorities for the conservation of mammals in the Peruvian Amazon.
- Boege, E. 1995. *The Calakmul Biosphere Reserve (Mexico)*. 38 pp Working Paper No. 13. UNESCO (South-South Cooperation. Programme). Paris, Francia.
- Bowland, A E., M. G. Mills y D. Lawson. 1992. *Predators and Farmers*. Endangered Wildlife Trust, Parkview, South Africa.
- Breitenmoser, U., B.G. Slough y C. Breitenmoser-Wursten. 1993. Predators of Cyclic Prey: Is the Canada Lynx Victim or Profiteer of the Snowshoe Hare Cycle? *Oikos*, 66:551-554.
- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. Pp 423-447, en: *Biodiversidad de Oaxaca*. (A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund, México.
- Brousset, D.M. 2005. *Manejo veterinario y estandarización de protocolos para la evaluación de salud de jaguares*. Pp. 4, en: (C. Chávez y G. Ceballos, eds.). *Memorias del Primer Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo, 12 al 15 de octubre de 2005*. Conabio, Alianza WWF Telcel y Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Brousset, D.M. y A. A. Aguirre. 2007. Evaluación de salud de las poblaciones silvestres de jaguar como una estrategia para su conservación. Pp. 161-170, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Brousset, D.M., A. A. Aguirre, D. Woolrich, A. Aquino, L. Carrillo, M. Martínez, y O. Martínez. 2006. Anestesia, Evaluación de salud y genética. Pp 43-50, en: (C. Chávez y G. Ceballos, eds.) *Memorias del Primer Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo, 12 al 15 de octubre de 2005*. Conabio, Alianza WWF Telcel y Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Brown, D.E. (ed). 1982. Biotic communities of the American southwestern-United States and Mexico. *Desert Plants*, 4:1-4.
- Brown, D.E. y López-González C.A. 2001. *Borderland jaguars: tigres de la frontera*. University of Utah Press, Salt Lake City, UT.
- Brown, E.W., N. Yuhki, C. Packer y S.J. O'Brien. 1993. Prevalence of exposure to feline immunodeficiency virus in exotic felid species. *Journal of Zoology of Wildlife Medicine*, 24: 357-364.
- Brown, E.W., N. Yuhki, C. Packer y S.J. O'Brien. 1994. A lion lentivirus related to feline immunodeficiency virus: epidemiologic and phylogenetic aspects. *Journal of Virology* 68: 5953-5968.
- Brown, N., S. Jennings y T. Clements. 2003. The ecology, silviculture and biogeography of mahogany (*Swietenia macrophylla*): a critical review of the evidence. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, 6:37-49.
- Brun, J. 2004. *Etude du potentiel des indices de végétation de l'imagerie MODIS pour*

- l'observation de l'évolution intra-et inter-annuelle de la couverture du sol, Application à la région genevoise (Zone urbaine et périurbaine)*. Diploma en Ciencias Naturales del ambiente, Universidad de Ginebra, Suiza.
- Bruner, A.G., R.E. Gullison, R.E. Rice, y G.A.B. da Fonseca. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, 291:125-128.
- Byers, R.C., R.K. Steinhorst y P.R. Krausman. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management*, 48:1050-1053.
- Caballero, J. 2000. *Serie de Estudios de Casos del Proyecto de Desarrollo de la Biodiversidad 5*. México-Proyecto Reserva Ecológica Campesino, de Los Chimalapas. European Comisión, Department for International Development, The World Conservation Union (IUCN).
- Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, T. Coulson, N. Franklin, J. R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, K. Kawanishi, M. Kinnaird, R. Laidlaw, A. Lynam, D. W. Macdonald, D. Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Sidensticker, D.J.L. Smith, M. Sunquist, R. Tilson y W.N. Wan Shahrudin. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation*, 4:75-79.
- Carey, A.B. y R.G. Mc Lean. 1978. Rabies antibody prevalence and virus tissue tropism in wild carnivores in Virginia. *Journal of Wildlife Disease*, 14:487-491.
- Carmona, R. 1995. Distribución temporal de aves acuáticas en la playa El Conchalito, Ensenada de La Paz, B.C.S. *Investigaciones Marítimas Cícar*, 10:1-21.
- Carmony, N. 1995. *Onza The Hunt for a Legendary Cat*. High Lonesome Books, E.U.A.
- Carrillo, L., G. Ceballos, C. Chávez, J. Cornejo, J.C. Faller, R. List y H. Zarza. 2007. Análisis de viabilidad de poblaciones y hábitat del jaguar en México. Pp. 187-124, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Carroll, C. 2005. *Carnivore restoration in the northeastern U.S. and southeastern Canada: A regional-scale analysis of habitat and population viability for wolf, lynx, and marten. Report 2: Lynx and marten viability analysis*. Wildlands Project Special Paper No. 6, Richmond, VT: Wildlands Project, E.U.A.
- Carroll, C., M.K. Phillips, C. González-López y N.H. Schumaker, 2006. Defining recovery goals and strategies for endangered species: the wolf as a case study. *BioScience*, 56:25-37.
- Casas-Andreu, G., F.R. Méndez de la Cruz y X. Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y Reptiles. Pp 375-390, en: *Biodiversidad de Oaxaca*. (A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México.
- Caso, A. 1993. *Los felinos silvestres del Noreste de México*. Ducks Unlimited de México (DUMAC). 15:18-23.
- Caso, A. 1994. Distribución y conservación de carnívoros silvestres en ranchos ganaderos del norte de México. Pp. 47-52, en: *Memorias del XII Simposio sobre Fauna Silvestre*. Facultad de Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Caso, A. 2007. Situación del jaguar en el Estado de Tamaulipas. Pp. , en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Caso-Aguilar, A. 1997. Los jaguares "problema", mito o realidad. *Ducks Unlimited de México (DUMAC)*, 19:20-24.
- Cazon, V. y S. Suhring. 1998. A technique for extraction and thin layer chromatography visualization of fecal bile acids applied to neotropical felid scats. *Revista de Biología. Tropical Fascículo*, 47:1-2.

- Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. *Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México*. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C., Instituto de Ecología e Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ceballos, G. y G. Oliva (coordinadores). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Conabio, México D.F.
- Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera, y C. Manterola. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. Pp. 403-418 en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Ceballos, G., C. Chávez, H. Zarza y C. Manterola. 2005. Ecología y Conservación del jaguar en la región de Calakmul. *Biodiversitas*, 62:1-7.
- Ceballos, G., C. Chávez, R. List, R. Medellín, C. Manterola, A. Rojo, M. Valdez, D. M. Brousset y S.M.B. Alcántara. 2006a. *Proyecto para la Conservación y Manejo del Jaguar en México*. Serie: Proyectos de Recuperación de Especies Prioritarias. No. 14. Dirección General de Vida Silvestre. Semarnat.
- Ceballos, G., C. Chávez, S. Blanco, R. Jiménez, M. López, O. Moctezuma, V. Támez y M. Valdez. 2006b. Áreas prioritarias para la conservación. Pp. 13-19, en: *Memorias del Primer Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. (Chávez, C. y G. Ceballos, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Ceballos, G., P. Rodríguez y R.A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemicity and endangerment. *Ecological Applications*, 8:8-17.
- Challenger, A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM. Conabio. Agrupación Sierra Madre.
- Chávez, C. y G. Ceballos (eds). 2005. *Memorias del Primer Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Chávez, C. y G. Ceballos. 1998. Diversidad y conservación de los mamíferos del Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 3:113-134.
- Chávez, C. y G. Ceballos. 2006. Memorias del Primer Simposio. *El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Chávez, C., 2006. *Ecología poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chávez, C., G. Ceballos y M. Aranda. 2005. Jaguar (*Panthera onca*). En: *Atlas de los mamíferos de México* (Ceballos, G. y G. Oliva.) Conabio-Fondo de Cultura Económica.
- Chávez, C., G. Ceballos, C. Manterola, F. Palomares y A. Rivera. En prensa. Jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) home range, habitat use and population size in Calakmul, Campeche, México. *Journal of Mammalogy*.
- Chávez, C., H. Zarza, G. Ceballos y M. Amín 2007. Ecología poblacional del jaguar y sus implicaciones para la conservación en la Península de Yucatán. Pp. 101-110, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R., List y H. Zarza, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

- Chetkiewicz C., R. Medellín, A. Robinowitz, K. Redford y J. Robinson. 2002. La conservación del jaguar en el nuevo milenio. Pp. 629-640, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R.A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Chew, R.M. y A.E. Chew. 1970. Energy Relationships of the Mammals of a Desert Shrub (*Larrea tridentata*). *Community. Ecological Monographs*, 40:1-21.
- Chinchilla, F.A. 1997. La dieta del jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Felis concolor*) y el manigordo (*F. pardalis*) (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 45:1223-1229.
- Chowdhury, R.R. 2006. Landscape change in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modeling the driving forces of smallholder deforestation in land parcels. *Applied Geography*, 26:129-152.
- Cid, I.A. 2001. El Aprovechamiento de la Fauna Silvestre. En: *Chimalapas: La Última Oportunidad*. (C.R. Aparicio, ed.). World Wildlife Fund Programa México, Semarnap, México.
- Cirillo, F., M. Ayala y G. Barbato. 1990. Giardiasis and pancreatic dysfunction in a jaguar (*Panthera onca*): case report, evaluation, and comparative studies with other felines. Pp 69-73, en: *Proceedings of the American Association of Zoological Veterinarians*, South Padre Island, E.U.A.
- CITES. 1998. *Communication on international trade in endangered species home page. Protected species, appendices I and II*. www.wcmc.org.uk:80/CITES/english/eappendic.htm
- ClarckLabs. 2003. IDRISI. *Kilimanjaro software student user's guide*. Clark University Worcester Massachusetts, U.S.A.
- Clemente, F. 1996. *Métodos de estimación de tamaños de población de fauna silvestre*. Instituto de Recursos Naturales, Campus SLP. Programa de Ganadería, Área de Fauna Silvestre, México.
- COFOM. 2001. *Atlas forestal del estado de Michoacán*. Comisión Forestal de Michoacán, Estado de Michoacán, México.
- Conabio. 2000. *Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad. México
- Conabio. 2006. *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Conabio. 1998. *La diversidad biológica de México. Estudio de País*. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- Conanap. 2000. *Plan de manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D.F.
- Conanap. 2005. *Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México D.F.
- Conapo 2000. *Proyección poblacional 2000-2030*. Consejo Nacional de Población. www.conapo.gob.mx/00cifras/
- Conservación Internacional México. 2001. *Hitos en la conservación de la Selva Lacandona (1955-2000)*. www-ci-mexico.org.mx
- Conservación Internacional México. 2003. *Selva Lacandona, Siglo XXI. Estrategia Conjunta para la Conservación de la Biodiversidad en la Selva Lacandona*. www-ci-mexico.org.mx
- Coplade 2005. *Plan Estatal de Desarrollo 2005-2011*. Gobierno del Estado de Nayarit 2005. www.nayarit.gom.mx/ped/.
- CopladeNay 2003. www.copladenay.gob.mx/
- Coté, I. M., y W. J. Sutherland. 1997. The effectiveness of removing predators to protect bird populations. *Conservation Biology* 11:395-405.

- Crawshaw, P.G.Jr. 2002. Mortalidad inducida por humanos y conservación de jaguares: el pantanal y el parque nacional Iguazú, en Brasil. Pp. 451-464, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R.A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Crawshaw, P.G.Jr. y H.B. Quigley. 1991. Jaguar spacing, activity, and habitat use in a seasonally flooded environment in Brazil. *Journal of Zoology*, 223:357-370.
- Crawshaw, P.G.Jr. y H.B. Quigley. 2002. Hábitos alimentarios del jaguar y el puma en el Pantanal, Brasil, con implicaciones para su manejo y conservación. Pp. 223-236, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R.A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Creel, S., N. M. Creel, L. Munson, D. Sanderlin, y M. J. G. Appel. 1997. Serosurvey for selected viral diseases and demography of African wild dogs in Tanzania. *Journal of Wildlife Diseases* 33:823-832.
- Crooks, K., y M. E. Soulé. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* 400:563-566.
- Cruz, A.E. 2001. *Hábitos alimentarios e impacto de la actividad humana sobre el tapir en la Reserva de la Biosfera la Sepultura, Chiapas, México*. Tesis de Maestría en Ciencias, El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Cruz, A.E., M.G. Palacios y D.M. Güiris. 2007. Situación actual del jaguar en Chiapas. Pp. 81-90, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Cuéllar, E. 1997. *Evaluación de la comunidad de mamíferos medianos y grandes en una zona de Bosque Semidecidual Chiquitano, empleando como método principal el estudio y clasificación de huellas*. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz.
- Cuéllar, S.E., T. Dosapei, R. Peña, y A.J. Noss. 2003. *Reporte preliminar: Jaguar and other mammal camera trap survey, Ravelo field camp (19°17'44"S, 60°37'10"W), Kaa-Iya del Gran Chaco National Park, 7 February-9 April, 2003*. Capitanía de Alto y Bajo Izozog y Wildlife Conservation Society. Santa Cruz, Bolivia.
- Curiel, A. y A. Ramos. 2003. Indicadores de sustentabilidad forestal, propuesta para Jalisco. *Revista de Vinculación y Ciencia*, ISSN 1665-4943, Universidad de Guadala, México.
- Daily, G.C., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzan y G.A. Sanchez-Azofeifa. 2003. Countryside biogeography of neotropical mammals: conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology*, 17:1814-1826.
- Dalponete, J.C. 2002. Dieta del Jaguar y Depredación de Ganado en el Norte del Pantanal, Brasil. Pp. 201-214, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R.A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México, D.F.
- De Almeida, A.T., L. Silveira y J.A. Felizola.

2004. Niche separation between the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the crab-eating fox (*Dusicyon thous*) and the hoary fox (*Dusicyon vetulus*) in central Brazil. *Journal of Zoology*, 262:99-106.
- De Ávila, A. 1999. Chimalapas y la diversidad de la vida. *La Jornada Ecológica, La Jornada*, 18 de agosto de 1999.
- De Moura, L., L. M. Bahia-Oliveira, M.Y. Wada, J.L. Jones, S.H. Tuboi, E.H. Carmo, W.M. Ramalho, N.J. Camargo, R. Trevisan, R.M. Graca, A.J. da Silva, J.P. Dubey y D.O. Garrett. 2006. Waterborne toxoplasmosis, Brazil, from field to gene. *Emergent Infectious Diseases* 12:326-329.
- Deem S.L. 2002. Capture and Immobilization of Free-living Jaguars (*Panthera onca*). En: *Zoological Restraint and Anesthesia* (D. Heard, ed.). International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, New York, USA.
- Deem, S.L. y W.B. Karesh . 2002. The veterinarian's role in species-based conservation: the jaguar (*Panthera onca*) as an example. *Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians*. Pp.1-5.
- Deem, S.L. y W.B. Karesh. 2002. *Jaguar Health Protocol, WCS*. www.wcs.org
- Deem, S.L., L. Starr, T.M. Norton y W.B. Karesh. 2002. *Sea turtle health assessment program in the Caribbean and Atlantic*. Proceedings 22nd annual symposium on sea turtle biology and conservation, Miami, E.U.A.
- Deem, S.L., R. Davis y L.F. Pacheco. 2004. Serologic evidence of nonfatal rabies exposure in a free-ranging *Oncilla* (*Leopardus tigrinus*) in Cotapata national park, Bolivia. *Journal of Wildlife Disease*, 40:811-815.
- Deem, S.L., W.B. Karesh y W. Weisman. 2001. Putting theory into practice: wildlife health in conservation. *Conservation Biology*, 15:1224-1233.
- Del Castillo, A. 2007. La costa de Jalisco "for sale". *Diario Publico*. Mayo del 2007.6-7.
- Di Bitetti, M.S, A. Paviolo y C. De Angelo. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology of London*, 270:153-163.
- Dice, L.R. 1988. Some census methods for mammals. *Journal of Wildlife Management*, 2:119-180.
- Dirzo, R. y E. Mendoza. 2002. Extinciones en Procesos Ecológicos: Las interacciones entre Plantas y Mamíferos Tropicales. Pp. 153-155, en: *Fundamentos de Conservación Biológica: Perspectivas Latinoamericanas*. (R. Primarck, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo, eds.). Fondo de Cultura Económica, México.
- Dirzo, R. y P.H. Raven. 2003. Global states of biodiversity and loss. *Annual Review of Environmental and Resources*, 28:137-167.
- Dobson, A. y J. Foufopoulos. 2001. Emerging infectious pathogens of wildlife. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 356:1001-1012.
- Eizirik, E., C.B. Indrusiak, y W.E. Johnson. 2002. Análisis de viabilidad de las poblaciones de jaguar: evaluación de parámetros y estudios de caso en tres poblaciones remanentes de sur de Sudamérica. Pp 501-518, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R.A., Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Eizirik, E., J.H. Kim, M. Menotti-Raymond, P.G. Crawshaw, S.J. O'Brien, y W.E. Johnson. 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). *Molecular Ecology*, 10:65-79.
- Emmons, L. 1987. Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rainforest. *Behavior, Ecology and Sociobiology*, 20:271-283.
- Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa y C.

- Galindo-Leal. 2000. Habitat mosaic, wildlife availability, and hunting in the tropical forest of Calakmul, México. *Conservation Biology*, 14:1592-1601.
- ESRI. 1999. Neuron Data Elements Inside Geographic Data Technology, en: *ArcView GIS. Version 3.2a. Using ArcViewGIS*. Environmental System Research Institute, Inc., E.U.A.
- ESRI. 2000. ArcIMS. [www.esri.com/software/arcims/index.html](http://www.esri.com/software/arcims/index.html)
- Estes, J. A. 1996. Predators and ecosystem management. *Wildlife Society Bulletin* 24:390-396.
- Etheredge, G.D., G.Michael, M.P. Muehlenbein y J.K. Frenkel. 2004. The roles of cats and dogs in the transmission of toxoplasma infection in Kuna and Embera children in eastern Panama. *Revista Panameña de Salud Pública*. 16:176-186.
- Fa, J. y J.L. Morales. 1993. Patterns of Mammalian Diversity in México. Pp. 319-365, en: (T.P. Rammamorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, eds.). *Biological Diversity of México: Origins and Distribution*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review Evolution and Systematic*, 34:487-515.
- Fahrig, L. y G. Merriman. 1994. Conservation of Fragmented Populations. *Conservation Biology*, 8:50-59.
- Faller, J.C., C. Chávez, S. Jonson y G. Ceballos. 2007. Estimación de una población de jaguar en el norte de la Península de Yucatán. Pp. , en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (Ceballos, G. Chávez, C., List, R. y H. Zarza, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Faller, J.C., T. Urquiza-Hass, C. Chávez, S. Johnson y G. Ceballos. 2005. Registros de Mamíferos en la Reserva Privada el Zapotal, en el Noreste de la Península de Yucatán. *Revista Mexicana de Maztozoología*, 9:128-140.
- FAO. 1999. *State of the world's forests, 1999*. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Roma, Italia.
- Ferreras, P., J.J. Aldama, J. F. Beltran, y M. Delibes. 1992. Rates and causes of mortality in a fragmented population of Iberian Lynx (*Felis pardina temminck*). *Biological Conservation* 61:197-202.
- Ferreras, P., P. Gaona, F. Palomares y M. Delibes, 2001. Restore habitat or reduce mortality? Implications from a population viability analysis of the Iberian lynx. *Animal Conservation*, 4:265-274.
- Fiorello, C.V., S.L. Deem, M.E. Gompper, and E.J. Dubovi. 2004. Seroprevalence of pathogens in domestic carnivores on the border of Madidi National Park, Bolivia. *Animal Conservation*, 7:45-54
- Fix, A. S., D. P. Riordan, H. T. Hill, M. A. Gill y M. B. Evans. 1989. Feline panleukopenia and subsequent canine distemper virus infection in two snow leopards (*Panthera uncia*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 20:273-281.
- Flegr, J. 2007. Effects of toxoplasma on human behaviour. *Schizophrenia Bulletin*. 33:757-760
- Flores Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- FRA. 2000. *Bibliografía comentada, cambios en la cobertura forestal, México*. Documento de Trabajo no. 35. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). México.
- Fraga, J., y M. Cervera. 2003. Una aproximación a la construcción de un paisaje costero en el Área Maya. Pp. 182, en: *Naturaleza y sociedad en el área Maya. Pasado, presente y futuro*. (P. Colunga-GarcíaMarín y A. Larqué, eds.). Academia Mexicana de Ciencias y Centro de Investigación Científica de Yucatán, México.

- Franco, J., G. De la Cruz, A. Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S. Sánchez, L.G. Abarca, C.M. Bedia y I. Winfield. 1985. *Manual de ecología*. Trillas, México D.F.
- Franklin, I.A. 1980. Evolutionary change in small populations. Pp. 135-149, en: *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. (M.E. Soulé y B.A. Wilcox, eds). Sunderland, MA: Sinauer.
- Fransen, D.R. 1973. Feline infectious peritonitis in an infant jaguar. Pp 251-264, en: *Proceedings of the American Association of Zoological Veterinarians*, Texas, USA.
- Frenkel, J.K. and A. Ruiz. 1981. Endemicity of toxoplasmosis in Costa Rica. *American Journal of Epidemiology* 113: 254-269
- Frenkel, J.K., K.M. Hassanein, R.S. Hassanein, E. Brown, P.Thulliez y d R. Quintero-Nunez.1995. Transmission of *Toxoplasma gondii* in Panama City, Panama: a five-year prospective cohort study of children, cats, rodents, birds and soil. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 53:458-468.
- Fundación Edward Seler. 2000. *Elaboración del Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera "Sierra del Abra Tanchipa"*, San Luis Potosí. Documento inédito, biblioteca de la Fundación Edward Seler, San Luis Potosí, México.
- Funk, S. M., C. V. Fiorello, S. Claveland y M. E. Gompper. 2001. The role of disease in carnivore ecology and conservation. Pp: 443-466, en: *Carnivore Conservation*. (Gittleman, J.L., S. M. Funk, D. Macdonald y R. K. Wayne. eds). Cambridge University Press, Reino Unido.
- Furze, B., T. de Lacy y J. Birckhead. 1996. Using methods from the social sciences. Pp. 4, en: *Culture, conservation and biodiversity. The social dimension of linking local level development and conservation through protected areas*. (John Wiley & Sons, eds.). West Sussex, United Kingdom.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. 3ª ed. Publ. De la Autora. Talleres de FOCET
- Larios, S. A., México, D.F.
- García, G. y F. Secaira (eds.). 2006. *Una visión para el futuro: cartografía de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca*. CI, Ecosur FDN, PFB, PPY, TNC y WCS. Infoterra Editores, San José, Costa Rica.
- García-Contreras, G. y D. Vera. 2004. *Sistema de Información Geográfica El Zapotal, Yucatán, México*. Pronatura Península de Yucatán, A.C. Mérida, Yucatán.
- Garla, R.C., E.Z. Setz, y N.F. Gobbi. 2001. Jaguar (*Panthera onca*) food habits in Atlantic rain forest of southeastern Brazil. *Biotropica*, 33:691-696.
- Gaydos, J.K., P.A. Conrad, K.V. Gilardi, G.M. Blundell y M. Ben-David.2007. Does human proximity affect antibody prevalence on marine-foraging river otters (*Lontra canadensis*)?. *Journal of Wildlife Diseases* 43:116-123.
- Geist, H.J. y E.F. Lambin. 2002. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *BioScience*, 52:143-150.
- Gerritsen P, Lomeli J., A., y C. Ortiz. 2005. Urbanización y problemática ambiental en la costa sur de Jalisco, México. Una aproximación. *Región y Sociedad*, 33:109-132.
- Gibeau. M.L., A.P. Clevenger, S. Herrero, y J. Wierzchowski. 2001. Effects of highways on grizzly bear movement in the Bow River Watershed, Alberta, Canada. Pp. 458-47, en: *The Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*, Keystone, Colorado.
- Gittleman, J.L., S. M. Funk, D. W. Macdonald y R. K. Wayne. 2001. Why carnivore conservation ?. Pp: 1-7 en: *Carnivore Conservation*. (J. L. Gittleman, S. M. Funk, D. Macdonald y R. K. Wayne. eds). Cambridge University Press, Reino Unido
- Glenn, W. 1997. *Eyes of fire: close encounters with a borderland jaguar*. University of Texas, El Paso, Texas, E.U. A.
- Glenz, C., A. Massolo, D. Kuonen, y Schlaepfer. 2001. A Wolf habitat suitability prediction study in Valais (Switzerland). *Landscape and*

- Urban Planning*, 55:55-65.
- Gobierno del Estado de Michoacán. 1974. Geografía del estado de Michoacana, *Geografía Física*, 1:454pp.
- Gobierno del Estado de Nayarit. 2007. *Desarrollo ordenado en la Riviera Nayarit: Ney González 22 de junio*. www.nayarit.gob.mx
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 1990. *Tequio por Chimalapas*. Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca, Subcomité Especial del Coplade para la Microregion de los Chimalapas, Vocalía Ejecutiva de los Chimalapas, México.
- Gómez-Pompa A., M. Castillo y J. Carabias. 1988. Structure floristic composition of the low land rainforest of Los Tuxtlas, México. *Vegetation*, 74:55-80.
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. 1995. *Reservas de la Biosfera y otras áreas protegidas de México*. Semarnap y Conabio, México.
- Gompper, M.E., R.W. Kays, J.C. Ray, S.D. Lapoint, D.A. Bogan y J.R. Cryan. 2006. A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern North America. *Wildlife Society Bulletin*, 34:1142-1151.
- González Pérez, G., M. Briones-Salas y A.M. Alfaro. 2004. Integración del Conocimiento Faunístico del Estado. Pp. 179-188, en: *Biodiversidad de Oaxaca*. (A.J. García-Mendoza, Ordóñez M.J. y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México.
- Goodman, R.A. y J.W. Buehler. 1996. Field epidemiology defined. Pp. 123-127, en: *Field Epidemiology* (R.C. Dicker y R.A. Goodman, eds.). Oxford University Press, E.U.A.
- Goodwin, G.G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico, Pp. 141, en: *Bulletin of the American Museum of Natural History* no.1. The American Museum of Natural History, E.U.A.
- Gordon, J. C., y E. J. Angrick 1986. Canine parvovirus: environmental effects on infectivity. *American Journal of Veterinary Research* 47:1464-1467.
- Gortazar, C., J.A. Castillo, J. Lucientes, J.C. Blanco, A. Arriolabengoa y C. Calvete. 1994. Factors affecting *Dirofilaria immitis* prevalence in red foxes in northeastern Spain. *Journal of Wildlife Diseases*. 30:545-547.
- Gough, M.C. y S.P. Rushton. 2000. The application of GIS-modeling to mustelid landscape ecology. *Mammal*, 30:197-216.
- Green, C. E., y M. J. Appel. 1993. Moquillo Canino. Pp. 236-252, en: *Enfermedades infecciosas de perros y gatos*, (C.E. Grene, ed.) Enfermedades infecciosas en perros y gatos. Interamericana McGraw-Hill, Philadelphia, Pennsylvania, E.U.A.
- Griffiths, M. y C. Van Schaik. 1993. Camera-trapping: A New Tool for the Study of Elusive Rain Forest Animals. *Tropical Biodiversity*, 1:131-135.
- Guggisberg, C. 1975. *Wild cats of the world*. Taplinger Press, New York.
- Guisan, A. y N.E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modeling*, 135:147-186.
- Hall, E.R. 1981. *The Mammals of North America*. 2ª edición. John Wiley & Sons, New York, New York, E.U.A.
- Hass, C.C. 2002. Home-range dynamics of white-nosed coatis in southeastern Arizona. *Journal of Mammalogy*, 83:934-946.
- Hatten R., A. Averill-Murray y W. Van Pelt. 2005. A Spatial Model of Potencial Jaguar Habitat in Arizona. *Journal of Wildlife Management*, 69:1024-1033.
- Hemker, T.P., F.G. Lindzey y B.B. Ackerman. 1984. Population characteristics and movement patterns of cougars in southern Utah. *Journal Wildlife Management*, 48:1275-1284.
- Hofmann-Lehmann, R., D. Fehr, M. Grob, M. Elgizoli, C. Packer, J.S. Martenson, S. J. O'Brien y H. Lutz. 1996. Prevalence of antibodies to feline parvovirus, calicivirus, herpesvirus, coronavirus, and immunodeficiency virus and feline leukemia virus antigen and the interrelationship of these

- viral infections in free-ranging lions in East Africa. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*: 554-562.
- Holmes, J.C. 1996. Parasites as threats to biodiversity in shrinking ecosystems. *Biodiversity and Conservation*, 5:975-983.
- Honorable Cámara de Diputados. 2003. *Anuario estadístico de Jalisco, Ganadería*. www.diputados.gob.mx/USIEG/anuarios/Jalisco/Ganaderia.xls.
- Hoogesteijn, R. 2001. *Manual on the problems of depredation caused by jaguars and pumas on cattle ranches*. Jaguar Conservation Program, Wildlife Conservation Society, Nueva York, E.U.A.
- Hoogesteijn, R. y E. Mondolfi. 1992. *El jaguar: Tigre Americano*. Ed. Armitano C.A., Caracas, Venezuela.
- Hoogesteijn, R., A. Hoogesteijn y E. Mondolfi. 1993. Jaguar predation and conservation: cattle mortality caused by felines on three ranches in the Venezuelan Llanos. Pp. 391-407, en: *Mammals as Predators* (Dunstone, N. y M.L. Gorman, eds.). The Zoological Society of London, Clarendon Press, Oxford, Reino Unido.
- Hoogesteijn, R., E.O. Boede y E. Mondolfi. 2002. Observaciones de la depredación de bovinos por jaguares en Venezuela y los programas gubernamentales de control. Pp. 183-187, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R.A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Hope, K. y S.L. Deent. 2004. *A retrospective study of morbidity and mortality of captive Northamerican jaguars (Panthera onca): 1982-2002*. Pp 164-169, en: Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians, AAWV, WDA Joint Conference, E.U.A. portal.semarnat.gob.mx/semarnat/portal/.
- INEGI. 1987. *Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del Estado de México*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Informática, INEGI, México, D.F.
- INEGI. 2000. *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. www.inegi.gob.mx
- INEGI. 2003a. *Información digital vectorial de las curvas de nivel provenientes de las cartas topográficas a escala 1:50,000*. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Estado de México, México. 4 archivos en formato DXF. (E14A45, E14A46, E14A55 y E14A56).
- INEGI. 2003b. *Información digital vectorial de las vías de transportación provenientes de las cartas topográficas a escala 1:50,000*. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Estado de México, México. 4 archivos en formato DXF. (E14A45, E14A46, E14A55 y E14A56).
- INEGI. 2005. *II Censo de población y vivienda 2005*. www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/conteos/centeo2005
- INEGI. 2005. Entidades federativas con mayor superficie afectada por número de incendios forestales. www.inegi.gob.mx/est/contenidos/
- Instituto de Biología. 2007. Impacto ambiental en la Reserva de la biosfera de Chamela-Cuixmala. Instituto de Biología, Diversidad Nacional Autónoma de México. www.ibiologia.unam.mx/reserva/reserva.htm
- Instituto de Geografía. 2001. *Inventario Nacional Forestal*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1999. *Programa de Manejo, Reserva de la Biosfera Ría Lagartos*. Instituto Nacional de Ecología, México. Pp. 15-43.
- IUCN 2004. *IUCN Red List of Threatened Species*. www.redlist.org
- IUCN. 2006. *Áreas protegidas. Beneficios más allá de las fronteras*. Comisión Mundial de Áreas Naturales Protegidas IUCN. Gland, Suiza.
- Jackson, R.M., J.D. Roe, R. Wangchuk, y D.O.

- Hunter. 2005. *Surveying snow leopard populations with emphasis on camera trapping: a handbook*. Snow Leopard Conservancy, Sonoma, California, E.U.A. [www.snowleopardconservancy.org/handbook.htm](http://www.snowleopardconservancy.org/handbook.htm)
- Jarret, O. 1999. Strategies of retrovirus survival in the cat. *Veterinary Microbiology* 69:99-107.
- Jennelle, C.S., M.C. Runge y D.I. MacKenzie. 2002. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic animals: a comment on misleading conclusions. *Animal Conservation*, 5:119-120.
- Jessup, D. A., K. C. Pettan, L. J. Lowenstine y N. C. Pedersen. 1993. Feline leukemia virus infection and renal spirochetosis in a free-ranging cougar (*Felis concolor*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 24:73-79.
- Jiménez, I. 2005. Development of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. *Biological Conservation*, 125:491-503.
- Jiménez, M.I. 2003. *Análisis coprológico de felinos nativos cautivos del Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Tesis Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNACO, Chiapas, México.
- Johns, A.D. 1988. Effects of 'selective' timber extraction on rain forest structure and composition and some consequences for frugivores and folivores. *Biotropica*, 20:31-37.
- Johnson, M.R., D.K. Boyd, y D. H. Pletscher. 1994. Serologic investigations of canine parvovirus and distemper in relation to wolf (*Canis lupus*) pup mortalities. *Journal of Wildlife Diseases* 30:270-273.
- Jorgensen, J.P. 1995. Maya subsistence hunters in Quintana Roo, Mexico. *Oryx*, 29:49-57.
- Juárez, G.M. y R.S. Sánchez. 2003. Riviera mexicana: dinámica de población, 1970-2000. *Revista de información y análisis*, 23:33-41.
- Juárez, T.E. 2002. *Distribución y Abundancia del Jaguar Panthera onca en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas. México*. Tesis Licenciatura, Escuela de Biología del Instituto Tecnológico Agropecuario de Tuxtepec, Oaxaca, México.
- Karanth, K.U. y N.S. Kumar. 2002. Field Surveys: Assessing Relative Abundances of Tiger and Prey. Pp 71-86, en: *Monitoring Tigers and their prey* (K.U. Karanth y J. D. Nichols, eds.). Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Karanth, K.U. 1995. Estimating tiger (*Panthera tigris*) populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation*, 71:333-338.
- Karanth, K.U. y J.D. Nichols (eds.). 2002. *Monitoring Tigers and their prey. A manual for researchers, managers and conservationist in tropical Asia*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Karanth, K.U. y J.D. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79:2852-2862.
- Karanth, K.U. y J.D. Nichols. 2000. *Monitoring tiger and prey populations*. Wildlife Conservation Society, Nueva York, E.U.A.
- Karanth, K.U., J. D. Nichols, P.K. Sen y R. Vinod. 2002. Monitoring tigers and prey: conservation needs and managerial constraints. Pp. 1-8, en: *Monitoring Tigers and their prey. A manual for researchers, managers and conservationist in tropical Asia*. (K.U. Karanth y J. D. Nichols, eds.). Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Karanth, K.U., N.S. Samba Kumar y R.S. Chundawat. 2002. Field surveys: assessing spatial distributions of tigers and prey. Pp. 39-50, en: *Monitoring Tigers and their prey* (K. U. Karanth y J. D. Nichols, eds.). Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Karesh, W.B. y R.A. Cook. 1995. Applications of veterinary medicine to in situ conservation efforts. *Oryx*, 29:244-252.
- Kaufmann, J.H., D.V. Lanning y S.E. Poole. 1976. Current status and distribution of the coati in the United States. *Journal of Mammalogy*, 57:621-637.

- Kelly, M.J. 2003. Jaguar monitoring in Western Belize. *Caribbean Geography*, 13:19-32.
- Kelly, M.J., A.J. Noss, M.S. Di Bitetti, L. Maffei, R. Arispe, A. Paviolo, C.D. De Angelo y E. Di Blanco. En Revisión. *Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina, Belize*.
- Kenney, J.S., J.L.D. Smith, A.M. Starfield y C.W. McDougal. 1995. The long-term effects of tiger poaching on population viability. *Conservation Biology*, 9:1127-1133.
- Kerley, L.L., J.M. Goodrich, D.G. Miquelle, E.N. Smirnov, H.B. Quigley y M.G. Hornocker. 2002. Effects of roads and human disturbance on Amur Tiger. *Conservation Biology*, 16:97-108.
- Kerry R.F. 1998. Comparison of proposed survey procedures for detection of forest carnivores. *Journal of Wildlife Management*, 59:164-169.
- Keyes M.R. y E.G. Moya. 2001. Producción animal en la selva mediana de Jalisco. Pp 122-133, en: *Historia ambiental de la Ganadería en México*. (Lucina Hernández, comp.). Jalapa, México.
- Kikuchi, Y., B.B. Chomel, R.W. Kasten, J.S. Martenson, P.K. Swift y S.J. O'Brien. 2004. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in American free-ranging or captive pumas (*Felis concolor*) and bobcats (*Lynx rufus*). *Veterinary Parasitology* 120:1-9.
- Kinnaird, M.F., E.W. Sanderson, T.G. O'Brien, H.T. Wibisono y G. Woolmer. 2003. Deforestation trends in a tropical landscape and implications for endangered large mammals. *Conservation Biology*, 17:245-257.
- Kock, R., W.S.K. Chalmers, J. Mwanzia, C. Chillingworth, J. Wambua, P.G. Coleman y W. Baxendale. 1998. Canine distemper antibodies in lions of the Massai Mara. *The Veterinary Record* 142:662-665.
- Koehler, G.M. y D.J. Pierce. 2003. Black bear home-range sizes in Washington: climatic, vegetation, and social influences. *Journal of Mammalogy*, 84:81-91.
- Korschgen, L.J. 1948. Procedimientos para el análisis de los hábitos alimentarios. Pp. 119-1134, en: *Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre*. E.U.A.
- Kuroiwa, A y C. Ascorra. 2002. Dieta y densidad de posibles presas de jaguar en las inmediaciones de la zona de reserva Tambopata-Candamo, Perú. Pp.199-208, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R.A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Labruna, M.B., R.S. Jorge, D.A. Sana, A.T. Jacomo, C.K. Kashivakura, M.M. Furtado, C. Ferro, S.A. Perez, L. Silveira, T.S. Santos Jr., S.R. Marques, R.G. Morato, A. Nava, C.H. Adania, R. H. Teixeira, A.A. Gomes, V.A. Conforti, F.C. Azevedo, C.S. Prada, J.C. Silva, A.F. Batista, M.F. Marvulo, R.L. Morato, C.J. Alho, A. Pinter, P.M. Ferreira, y D.M. Barros-Battesti. 2005. Ticks (Acari: Ixodida) on wild carnivores in Brazil. *Exp Appl Acarol*, 36:149-163.
- Lacy, R.C. 2000. Structure of the Vortex simulation model for population viability analysis. *Ecological Bulletins*, 48:191-203.
- Laurance, W.F. y J.D. Grant. 1994. Photographic identification of ground-nest predators in Australian tropical rainforest. *Wildlife Research*, 21:241-247.
- Lazcano-Barrero, M., M.A. Vázquez-Sánchez, I. March, H. Núñez y M. Fuller. 1995. *La región de Yalahau: Propuesta para el establecimiento de una zona de conservación y desarrollo sostenible en el norte de Quintana Roo*. Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales, A.C. y Colegio de la Frontera Sur.
- Leopold, A.S. 1959. *Wildlife of Mexico the game birds and mammals*. University of California Press, Berkeley, E.U.A.

- Leopold, A.S. 1965. *Fauna Silvestre de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D.F.
- Leopold, A.S. 2000. *Fauna silvestre de México*. Editorial Pax México.
- Lidicker, W.Z., Jr. 1962. Emigration as a possible mechanism permitting the regulation of population density below carrying capacity. *American Naturalist*, 96:29-33.
- Lidicker, W.Z., Jr. y W.D. Koenig. 1996. Responses of terrestrial vertebrates to habitat edges and corridors. Pp. 85-109, en: *Meta-populations and wildlife conservation* (D.R. McCullough, ed.). Island Press, Washington, D.C.
- Lindsay, D.S., J.P. Dubey, J.M. Butler y B.L. Blaqburn. 1997. Mechanical transmission of *Toxoplasma gondii* oocysts by dogs. *Veterinary Parasitology* 73:27-33.
- Lindzey, F.G., W.D. Van Sickle, S.P. Laing, y C.S. Mecham, 1992. Cougar population responses to manipulation in southern Utah. *Wildlife Society Bulletin*, 20:224-227.
- Linthicum K.J., C.L. Bailey, F.G. Davies, A. Kairo, y T.M. Logan. 1988. The horizontal distribution of *Aedes* pupae and their subsequent adults within a flooded dambo in Kenya: implications for Rift Valley fever virus control. *Journal of American Mosquitoes Control Association* 4:551-554.
- Lira-Torres, I. y V. Sánchez-Cordero. 2006. Nuevo Registro de *Conepatus semistriatus*, boddaert 1784 (Carnívora: Mustelidae) en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 22:119-121.
- Lira-Torres, I y G. Ramos-Fernández. 2007. El estado del jaguar en la Región de los Chimalapas, Oaxaca. Pp. 71-80, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. (G. Ceballos, C. Chávez, R., List, y H. Zarza, eds.) Conabio, Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Lizcano, D.J. y J. Cavelier. 2000. Daily and seasonal activity of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in the Central Andes of Colombia. *Journal of Zoology*, 252:429-435.
- Logan, K.A. y L.L. Sweanor. 2001. *Desert Puma*. Island press, E.U.A.
- López, M. En preparación. *Abundancia de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera de Calakmul*. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- López-González. C.A. y D.E. Brown. 2002. Distribución y estado de conservación del jaguar en el noroeste de México. Pp. 379-392, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Ludwig J. y J.Reynolds. 1988. *Statistical Ecology, a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons. California.
- Luevano, E. 1990. *Diets veraniegas del jabalí, venado, cabra y caballo en la Sierra de la Mojonera, Venegas, San Luís Potosí*. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Lynam, A. 2002. Métodos de trabajo de campo para definir y proteger poblaciones de gatos grandes: los tigres indochinos como un estudio de caso. Pp. 62, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Lynam, A.J., S.T. Khaing y K.M. Zaw. 2006. Developing a National Tiger Action Plan for the Union of Myanmar. *Environmental*

- Management*, 37:30-39.
- Lyons, A.L., W.L. Gaines y C. Servheen. 2003. Black bear resource selection in the northeast Cascades, Washington. *Biological Conservation*, 113:55-62.
- Maehr, D.S. 1997. *The Florida panther: life and death of a vanishing carnivore*. Island Press, Washington, D.C.
- Maehr, D.S., E.D. Land y J.C. Roof. 1991. Social ecology of Florida panthers. *National Geographic Research and Exploration*, 7:414-431.
- Maehr, D.S., E.D. Land, D.B. Shindle, O.L. Bass y T.S. Hoctor. 2002. Florida panther dispersal and conservation. *Biological Conservation*, 106:187-197.
- Maehr, D.S., J.C. Roof, E.D. Land, J.W. McCown y R.T. McBride. 1992. Home range characteristics of a panther in south central Florida. *Florida Field Naturalist*, 20:97-103.
- Maehr, D.S., y J. Deason. 2002. Wide-ranging carnivores and development Permits. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 3:398-406.
- Maffei, L. 1995. *Determinación de la dieta de dos felinos mayores en dos regiones geográficas del Departamento de Santa Cruz*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Maffei, L. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *The Zoological Society of London*, 262:295-304.
- Maffei, L., A.J. Noss, E. Cuéllar y D.L. Rumiz. 2005. Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behaviour in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. *Journal of Tropical Ecology*, 21:1-6.
- Maffei, L., E. Cuéllar y A.J. Noss. 2002. Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 11:55-65.
- Maffei, L., E. Cuéllar, y A.J. Noss. 2004. 1000 jaguars in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology of London*, 262:295-304.
- Marieb, K. 2005. *Jaguar in the new millennium Dataset update: The state of the jaguar in 2005*. A report prepared for the Wildlife Conservation Society's Jaguar Conservation Program.
- Marshall, J.T., Jr. 1957. Birds of pine-oak woodland in southern Arizona and adjacent Mexico. *Pacific Coast Avifauna*, 32: 1-125.
- Martínez, M. y C. Galindo-Leal. 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: Clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica*, 71:7-32.
- Martínez-Caraza, L. 1983. *El norte bárbaro de México*. Editorial Panorama, México, D.F.
- Martínez-Mendoza, A. 2000. *Jaguar occurrence in northeastern Sonora, Mexico*. Tesis Licenciatura, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, E.U.A.
- Matteucci, S. y A. Colma. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de los Estados Americanos Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- May, R.M. 1981. Models for single populations. Pp. 5-29, en: *Theoretical ecology: principles and applications*. (R.M. May, ed.). 2ª edición, Blackwell Scientific, Londres, Reino Unido.
- McCord, C.M. y J.E. Cardoza. 1982. Bobcat and lynx. Pp. 728-766, en: *Wild mammals of North America: biology, management and economics*. (J.A. Chapman, y G.A. Feldhamer, eds.) John Hopkins University Press, Baltimore, E.U.A.
- Mech, L.D. y S.M. Goyal. 1995. Effects of canine parvovirus on gray wolves in Minnesota. *Journal of Wildlife Management* 59:565-570.
- Medellín, R.A. 1991. La fauna: diversidad de los vertebrados. Pp. 75-109, en: *Lacandonia, el último refugio*. UNAM y Sierra Madre, México.
- Medellín, R.A. 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Conservation Biology*, 8:780-799.

- Medellín, R.A. 1996. La Selva Lacandona. *Arqueología Mexicana*, 4:64-69.
- Medellín, R.A., C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, 2002. *El jaguar en el nuevo milenio*. Fondo de cultura económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society, México D.F.
- Medellín, R.A., D. Azuara, L. Maffei, H. Zarza, H. Bárcenas, E. Cruz, R. Legaria, I. Lira, G. Ramos-Fernández y S. Ávila. 2006. Censos y Monitoreos. Pp.25-35, en: *Memorias del Primer Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. (C. Chávez y G. Ceballos, eds.). Conabio, Alianza WWF Telcel y Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Médici, P., C. Valladares-Pádua, B.P. Mangini, A. Goncalves da Silva y C. Tófoli. 2006. *Lawland Tapirs as Landscape Detectives for the Atlantic Forest: An Overview of Almost a Decade of Reserch*. Memorias del III Simposium Internacional de Tapires. IUCN/ TSG. Buenos Aires, Argentina.
- Meffe, G.K. y C.R. Carroll. 1997. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachussets, E.U.A.
- Meffe, G.K., C.R. Carroll y S.L. Pimm. 1997. Critical species interactions. Pp. 236-242, en: *Principles of Conservation Biology*. (G. K. Meffe y C. R. Carroll, eds.). Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachussets, E.U.A.
- Mellink, B., S. Valenzuela. 1991. Estudio preliminar sobre los hábitats acuáticos y ribereños en la Planicie Occidental Potosina, sugerencias para su manejo. *Agrociencia, Serie Recursos Naturales Renovables*, 1:59-71
- Mendoza, E. y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation*, 8:1621-1641.
- Michalski F., R.L.P. Boulhosa, A. Faria y C.A. Peres. 2006. Human-wildlife conflicts in a fragmented Amazonia forest landscape: determinants of large felid depredation on livestock. *Animal Conservation*, 9:179-188.
- Miller B.R., R. Reading, J. Strittholt, C. Carroll, R. Noss, M. Soule, O. Sánchez, J. Terborgh, D. Brightsmit, T. Chessman y D. Foreman. 1999. Using focal species in the design of nature reserve networks. *Wild Earth*, (Winter 1988-1999):81-92.
- Miller C.M. 2002. Jaguares, ganado y humanos: un ejemplo de coexistencia pacífica en el Noroeste de Brasil. Pp. 477-492, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Miller, B. y A. Rabinowitz. 2002. ¿Por qué conservar al jaguar? Pp. 303-316, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Miller, B., B. Dugelby, D. Foreman, C. Martinez del Río, R. Noss, M. Phillips, R. Reading, , M. Soulé, J. Terborgh y L. Willcox. 2001a. The Importance of Large Carnivores to Healthy Ecosystems. *Endangered Species*, 18:202-210.
- Miller, K., Chang E. y N. Johnson. 2001b. *Defining common ground for the Mesoamerican biological corridor*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Miller, P.S. y R.C. Lacy. 1999. *Vortex: a stochastic simulation of the extinction process*. Version

- 8 user's manual. Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- Miquelle, D.G., E.N. Smirnov, T.W. Merrill, A.E. Myslenkov, H.B. Quigley, M.G. Hornocke y B. Schleyer. 1999. Hierarchical spatial analysis of Amur tiger relationships to habitat and prey. Pp. 71-99, en: *Riding the Tiger: Tiger conservation in human-dominated landscapes*. (J. Seidensticker, S. Christie y P. Jackson, eds.) Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Miranda, A.R. 1998. *Informe final: Deforestación y fragmentación del hábitat: consecuencias ecológicas sobre la fauna de mamíferos de la selva tropical estacional*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/FB 1008433194. [www.Conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi](http://www.Conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi).
- Miserendino, R.S. 2002. *Uso de hábitat y área de acción del taitetú (Pecari tajacu) en la zona de Cerro Cortado, Izozog*. Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Andrés, Colombia.
- Mittermeier, R.A., da Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B. & Mittermeier, C.G. 1997. Brazil. Pp. 39-49, en: *Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations*. (R. A. Mittermeier, P. Robles Gil y C.G. Mittermeier, eds.). Cemex y Agrupación Sierra Madre. México
- Miyoshi, T., H. Tsubouchi, A. Iwasaki, T. Shiraishi, K. Nabeshima y T. Shirakusa. 2006. Human pulmonary dirofilariasis: a case report and review of the recent Japanese literature. *Respirology* 11:343-347.
- Mladenoff, D.J. y T.A. Sickley. 1998. Assessing potential gray wolf restoration in the northeastern United States: a spatial prediction of favorable habitat and potential population levels. *Journal of Wildlife Management*, 62:1-10.
- Mladenoff, D.J., T.A. Sickley, R.G. Haight y A.P. Wydeven. 1995. A regional landscape analysis and prediction of favorable gray wolf habitat in the northern Great Lakes region. *Conservation Biology*, 9:279-294.
- Mondolfi, E. y R. Hoogesteijn. 1986. Notes on the Biology and Status of the Jaguar in Venezuela. Pp. 85-123, en: *Cats of the World: Biology, Conservation, and Management* (S. D. Miller y D.D. Everett, eds.). National Wildlife Federation, Washington, D. C.
- Monroy-Vilchis, O., C. Rodríguez-Soto, M. Zarco-González, y Vicente Urios. 2007. Distribución, uso de hábitat y patrones de actividad del puma y jaguar en el Estado de México. Pp. 59-70, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Monroy-Vilchis, O., O. Sánchez, U. Aguilera-Reyes y P. Suárez. 2005. *First record of Panthera onca in the state of Mexico, Central México*. [www.ua.es/en/areaa/ebtna/articulos/13\\_monroy\\_et\\_al\\_anim\\_cons.pdf](http://www.ua.es/en/areaa/ebtna/articulos/13_monroy_et_al_anim_cons.pdf)
- Monroy-Vilchis, O. y A. Velásquez. 2002. Distribución regional y abundancia del lince (*Lynx rufus escuinape*) y el coyote (*Canis latrans cagottis*), por medio de estaciones olfativas: un enfoque espacial. *Ciencia Ergo Sum*, 9:293-300.
- Moore C.G., B.L. Cline, E. Ruiz-Tibén, D. Lee, H. Romney-Joseph, y E. Rivera-Correa. 1978. *Aedes aegypti* in Puerto Rico: Environmental determinants of larval abundance and relation to dengue virus transmission. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 27:1225-1231
- Moreno, D.C. 2003. *Parásitos gastroentéricos de felinos silvestres de Chiapas*. Tesis Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNACH, Chiapas, México.
- Morrison, M.L., B.G. Marcot y R.W. Manman. 1992. *Wildlife-Habitat Relationships, Concepts and Applications*. The University of Wisconsin Press, E.U.A.
- Moruzzi, T.L., T.K. Fuller, R.M. De Graaf, R.T. Brooks y W. Li. 2002. Assessing remotely triggered cameras for surveying carnivore distribution. *Wildlife Society Bulletin*, 30:380-386.

- Munson, L. y W.B. Karesh. 2002. Disease monitoring for the conservation of terrestrial animals. Pp. 95-103, en: *Conservation Medicine* (Aguirre, A.A., R.S. Ostfeld, G.M. Tabor, C. House y M.C. Pearl, eds.). Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Murray, D. L., C. A. Kapke, J. F. Evermann y T. K. Fuller. 1999. Infectious disease and the conservation of free-ranging large carnivores. *Animal Conservation* 2: 241-254
- Naranjo, E.J. 2002. *Population Ecology and Conservation of Ungulates in the Lacandon Forest, Mexico*. Tesis Doctoral, Florida University, E.U.A.
- Narine, K., B. Brennan, I. Gilfillan y A. Hodge. 1999. Pulmonary presentation of *Dirofilaria immitis* (canine heartworm) in man. *European Cardiothoracic Surgery* 16:475-477.
- Naughton-Treves, L., R. Grossberg y A. Treves. 2003. Paying for tolerance? The impact of livestock depredation and compensation payments on rural citizens' attitudes toward wolves. *Conservation Biology*, 17:1500-1511.
- Navarro S., A.G., E.A. García-Trejo, A.T. Peterson y V. Rodríguez-Contreras. 2004. Aves. Pp. 391-421, en: *Biodiversidad de Oaxaca* (A. J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund, México.
- Navarro, D. 1993. *El jaguar en México*. Secretaría de Recursos Naturales. México D.F.
- Navarro, G. y A. Fuentes. 1999. Geobotánica y sistemas ecológicos de paisaje en el Gran Chaco de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 5:25-50.
- Navarro-Serment, J.C., C.A. López-González, y J.P. Gallo-Reynoso. 2005. Occurrence of Jaguar (*Panthera onca*) in Sinaloa, México. *The Southwestern Naturalist*, 50:102-106.
- Naves, J., T. Wiegand, E. Revilla, y M. Delibes. 2003. Endangered species constrained by natural and human factors: the case of brown bears in northern Spain. *Biological Conservation*, 175:1276-1289
- Naves, J., T. Wiegand, A. Fernández, y T. Stephan. 1999. *Riesgo de extinción del oso pardo cantábrico: la población occidental*. Fundación Oso de Asturias, Oviedo, España.
- Neff, N.A. 1982. *The big cats*. Abrams Inc. Publishers, Nueva York, E.U.A.
- Neu, C.W., C.R. Byers y J.M. Peek. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management*, 38:541-545.
- Nichols, J.D. y K.U. Karanth. 2002. Statistical concepts: Estimating absolute densities of tigers using capture-recapture sampling. Pp. 121-137, en: *Monitoring tigers and their prey: A manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia* (K. U. Karanth y J.D. Nichols, eds.). Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Noss, R.F., H.B. Quigley, M.G. Hornocker, T. Merrill y P.C. Parquet. 1996. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky Mountains. *Conservation Biology*, 10:949-963.
- Novak, A.J., M.B. Main, M.E. Sunquist y R.F. Labisky. 2005. Foraging ecology of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in hunted and non-hunted sites within the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. *Journal of Zoology*, 267:167-178
- Nowell, K. y P. Jackson. 1996. *Wild Cats. Status Survey and Conservation Action Plan*. International Union for Conservation of Nature and Natural Conservation (IUCN). The Burlington Press, Cambridge, Reino Unido.
- Núñez, R. 2006. Área de actividad, patrones de actividad y movimiento del jaguar (*Panthera onca*) y del puma (*Puma concolor*), en la Reserva de la Biosfera "Chamela-Cuixmala", Jalisco. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Núñez, R. 2007. Distribución y status poblacional del jaguar (*Panthera onca*) y actitudes hacia su conservación en el occidente de México. Pp. , en: *Conservación y manejo del*

- jaguar en México: estudios de caso y perspectivas.* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza eds.) Conabio, Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Núñez, R., B. Miller y F. Lindzey. 2000. Ecology of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. *Journal of Zoology*, 252:373-379.
- Núñez, R., B. Miller y F. Lindzey. 2002. Ecología del jaguar en la de la Biosfera Chabela-Cuixmala, Jalisco, México. Pp. 107-126, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América.* (R. A. Medellín, Equihua, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Núñez-Garduño, A., C. B. Chavez, y C. Sanchez. 1981. Mamíferos silvestres de la región del Tuito, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica*, 51:647-668
- O'Brien, T., M. Kinnaird y H. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical landscape. *Animal Conservation*, 6:131-139.
- Ojasti, L. 1984. Hunting and conservation of mammals in Latin America. *Acta Zoológica Fennica*, 172:177-181.
- Oli, M.K., I.R. Taylor y M.E. Rogers. 1994. Snow leopard *Panthera uncia* predation on livestock: An assessment of local perceptions in the Annapurna Conservation Area, Nepal. *Biological Conservation*, 68:63-68.
- Oliveira, T.G. 2002. Ecología comparativa de la alimentación del jaguar y del puma en el neotrópico. Pp. 265-288, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América.* (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson, A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Olmstead, R.A., R. Langley, M.E. Roelke, R.M Goeken, D. Adger-Johnson, J.P. Goff, J.O. Albert, C. Packer, T.M. Caro, L. Scheepers, D.E. Wildt, M. Bush, J.S. Martenson y S.J. O'Brien. 1992. Worldwide prevalence of lentivirus infection in wild Felidae species: epidemiologic and phylogenetic aspects. *Journal of Virology*, 66:6008-6018.
- Ortega-Huerta, M.A. y K.E. Medley. 1999. Landscape análisis of jaguar (*Panthera onca*) habitat using sighting records in the Sierra de Tamaulipas, Mexico. *Environmental Conservation*, 26(4):257-269.
- Ortega-Urrieta, A. 2005. *Distribución y uso de hábitat del jaguar (Panthera onca) y el puma (Puma concolor) en la reserva de la biosfera Sierra Gorda, Querétaro, México.* Tesis Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro, México. *Oryx*, 29:23-28.
- Otis, D.L., K.P. Burnham, G.C. White, y D.R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs*, 62:1-135.
- Palacios, M.G. 2005. Hábitos Alimentarios de *Panthera onca* Linnaeus (1758) y *Puma concolor* Linnaeus (1771) en la Sierra Madre de Chiapas, México. Tesis Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México.
- Parrish, C.R. 1999. Host range relationships and the evolution of canine parvovirus. *Veterinary Microbiology* 69:29-40.
- Patton, S., A.R. Rabinowitz, S. Randolph y S.S. Jonson . 1986. A coprological survey of parasites of wild neotropical felidae. *J Parasitol* 72:517-520.
- Patz, J. A., P. Daszak, G. M. Tabor, A. A. Aguirre, M. Pearl, J. Epstein, N. D. Wolfe, A. M. Kilpatrick, J. Foufopoulos, D. Molyneux, D. J. Bradley, y miembros del grupo de trabajo

- en cambio de uso del suelo y enfermedades emergentes. 2004. Unhealthy Landscapes: Policy recommendations pertaining to land use change and disease emergence. *Environmental Health Perspectives*, 112:1092-1098.
- Patz, J.A., T.K. Graczyk, N. S  ller, y A. Y. Vittor. 2000. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *International Journal for Parasitology* 30:1395-1405.
- Paul-Murphy, J., T. Work, D. Hunter, E. McFie, y Fjelline. 1994. Serologic survey and serum biochemical reference ranges of the free-ranging mountain lion (*Felis concolor*) in California. *Journal of Wildlife Diseases*. 30:205-215.
- Pence, D.B., M.E. Tewes y L.L. Laack. 2003. Helminths of the ocelot from Southern Texas. *Journal of Wildlife Disease*, 39:683-689.
- Pence, D.W., M.E. Tewes, D.B. Shindle y D.M. Dunn. 1995. Notoedric mange in an ocelot (*Felis pardalis*) from Southern Texas. *Journal of Wildlife Disease*, 31:558-561.
- Peres, C. 1990. Effects of hunting on western Amazonian primate communities. *Biology Conservation*, 54: 47-59.
- Perovic, G.P. 2002. Conservación de jaguar en el noroeste de Argentina. Pp. 465-476, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Pinto de S   Alves, L.C. y A. Andriolo. 2005. Camera traps used on the mastofaunal survey of Araras Biological Reserve, IEF-RJ. *Revista Brasileira de Zootecias*, 2:231-246.
- Polisar, J. 2000. Jaguar, Pumas, their Prey Base and Cattle Ranching: Ecological Perspectives of a Management Issue. Tesis Doctoral, University of Florida, Gainesville, E.U.A.
- Polisar, J. 2002. Componentes de la Base de Presas de Jaguar y Puma en Pinero, Venezuela. Pp 151-182, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Polisar, J., I. Maxit, D. Scognamillo, L. Farrell, M.E. Sunquist y J.F. Eisenberg. 2003. Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological interpretations of a management problem. *Biological Conservation*, 109:297-310
- Pronatura Pen  sula de Yucatán, A.C. 2005. *Planeación Ecorregional de la Selva Maya, Zoque y Olmeca*. Pronatura Pen  sula de Yucatán, The Nature Conservancy, Programme for Belice, Conservation International, Wildlife Conservation Society, Colegio de la Frontera Sur, Defensores de la Naturaleza (Guatemala) y Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán.
- Pronatura Pen  sula de Yucatán, A.C. y The Nature Conservancy (compiladores). 2005. *Plan de Conservación para Calakmul-Balam Kin-Balam K  , Campeche, México*. Campeche, México.
- Puig, H. 1991. *Vegetación de la Huasteca (México)*, estudio fitogeogr  fico y ecológico. Instituto de Ecología AC, CEMCAy Institut Française de Recherche Scientifique Pour le Developpement en cooperation.
- Purvis, A., G. M. Mace y J. L. Gittleman. 2001. Past and future carnivore extinctions: a phylogenetic perspective. Pp. 11-34 en *Carnivore Conservation* (J. L. Gittleman, S. M. Funk, D. Macdonald y R. K. Wayne. Eds). Cambridge University Press, Reino Unido
- Quigley, H.B. y P.G. Crawshaw Jr. 1992. A conservation plan for the Jaguar in the Pan-

- tanal region of Brazil. *Biological Conservation*, 61:149-157.
- Quigley, H.B. y P.G. Crawshaw Jr. 2002. Reproducción, crecimiento y dispersión del jaguar (*Panthera onca*) en la región del Pantanal, Brasil. Pp. 289-302, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Rabinowitz, R.A. 1986. Jaguar Predation on Domestic Livestock in Belice. *Wildlife Society Bulletin*, 14:170-174.
- Rabinowitz, R.A. 1997. *Wildlife Field Research and Conservation Training Manual*. Wildlife Conservation Society. Nueva York, E.U.A.
- Rabinowitz, R.A. y J.R. Nottingham. 1986. Ecology and Behavior of the Jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. *Journal of Zoology of London*, 210:149-159.
- Ralls, K., J.D. Ballou, y A.R. Templeton. 1988. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. *Conservation Biology*, 2:185-193.
- Ramakrishnam, U.R., G. Coos y N.W. Pelkey. 1999. Tiger decline caused by the reduction of the large ungulate prey: evidence from a study of leopard diets in southern India. *Biological Conservation*, 89:113-120.
- Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. 1993. *Biological Diversity of México: Origins and Distribution*. Oxford University Press, Nueva York, E.U.A.
- Ramírez Bravo, O. E. y C. A. López González. 2007. Determinación de áreas críticas para la supervivencia del jaguar (*Panthera onca*) en la sierra madre oriental. Pp. 41-50, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio- Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Ramírez-Pulido, J., M. Brito, A. Perdomo y A. Castro. 1996. *Guía de los mamíferos de México*. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Ramírez, O. y P. Oropeza. 2007. Resumen de acciones para la conservación del jaguar en México: de donde venimos y a donde vamos. Pp. 171-178, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.). Conabio-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1992. *Catálogo de los mamíferos de México*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México D.F.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1993. Diversidad mastozoológica en México. *Revista Soc. Mex. Hist. Nat.*, XLIV:413-427.
- Rebar, A.H., P.S. MacWilliams, B.F. Feldman, F.L. Metzger, R.V.H. Pollock y J. Roche. 2005. Neutrophils: overview, quantity, morphology. In: *A Guide to Hematology in Dogs and Cats*, Rebar A.H., MacWilliams P.S., Feldman B.F., Metzger F.L., Pollock R. V.H. and Roche J. (Eds.). Publisher: Teton NewMedia, Jackson WY ([www.tetonnm.com/](http://www.tetonnm.com/)). Internet Publisher: International Veterinary Information Service, Ithaca NY ([www.ivis.org](http://www.ivis.org)).
- Redford, K.H. y J.G. Robinson. 1991. Park size and the conservation of forest mammals in Latin America. Pp. 227-234, en: *Latin American mammalogy: history, biodiversity and conservation*. (M A. Mares y D.J. Schmidly, eds). Norman: University of Oklahoma Press, E.U.A.
- Redford, K.H. 1992. The empty forest. *BioScience*. 42:412-422.
- Reed, D. H. 2004. Extinction risk in fragmented habitats. *Animal Conservation*, 7:181-191.
- Reed, D.H. 2005. Relationships between po-

- pulation size and fitness. *Conservation Biology*, 19(2): 563-568.
- Reed, N. 1971. *La guerra de castas de Yucatán*. Editorial Era, México, D.F. Pp. 206, 230, 231.
- Rexstad, E. y K.P. Burnham. 1991. User's guide for interactive program CAPTURE: abundance estimation of closed animal populations. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, E.U.A.
- Rickard, L. G. y W. J. Foreyt. 1992. Gastrointestinal parasites of cougars (*Felis concolor*) in Washington and the first report of *Ollulanus tricuspis* in a sylvatic felid from North America. *Journal of Wildlife Diseases* 28:130-133.
- Riley, S.J. y R.A. Malecki. 2001. A landscape analysis of cougar distribution and abundance in Montana, USA. *Environmental Management*, 28:317-323.
- Riley, S.P., J. Foley and B. Chomel. 2004. Exposure to feline and canine pathogens in bobcats and gray foxes in urban and rural zones of a national park in California. *Journal of Wildlife Diseases*, 40:11-22.
- Rodrigues-Silve, R., H. Moura, G. Dreyer y L. Rey. 1995. Human pulmonary dirofilariosis: a review. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 37:523-530.
- Roelke M. E., D.J. Forrester, E. R. Jacobson, G. V. Kollias, F. W. Scott, M. C. Barr, J. F. Evermann, y E. C. Pirtle. 1993. Seroprevalence of infectious disease agents in free-ranging Florida panthers (*Felis concolor coryi*). *Journal of Wildlife Diseases* 29:36-49.
- Roelke-Parker, M.E., J.S. Martenson y S.J. O'Brien. 1993. The consequences of demographic reduction and genetic depletion in the endangered Florida panther. *Current Biology*, 3:3450-350.
- Roelke-Parker, M.E., L. Munson, C. Packer, R.A. Kock, S. Cleaveland, M. Carpenter, S.J. O'Brien, A. Pospichil, R. Hoffman-Lehmann, H. Lutz, G.L.M. Mwamengele, M.N. Mgasa, G.A. Machange, B.A. Summers y M.J.G. Appel. 1996. A canine distemper virus epidemic in Seregeti lions (*Panthera leo*). *Nature*, 379:441-445.
- Rosas-Rosas, C.O. y J.H. López-Soto. 2002. Distribución y estado de conservación del jaguar en Nuevo León. Pp. 393-402, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Rosas-Rosas, O.C. 2006. *Ecological status and conservation of jaguars in northeastern Sonora, Mexico*. Disertación. New Mexico State University, Las Cruces, NM, E.U.A.
- Rosas-Rosas, O.C. y R. Valdez. *Jaguar conservation in northeastern Sonora, Mexico: A community-based approach*. Manuscrito inédito.
- Rosas-Rosas, O.C., L.C. Bender y R. Valdez (a). *Impacts and importance of predation on cattle by sympatric jaguars (Panthera onca) and pumas (Puma concolor) in northeastern Sonora, Mexico*. En revisión.
- Rosas-Rosas, O.C., R. Valdéz y L.C. Bender. 2007. La Conservación del Jaguar (*Panthera onca*) en el Noreste de Sonora, México. Pp. , en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza eds.) Conabio, Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Rosas-Rosas, O.C., R. Valdez, L.C. Bender y D. Daniel. 2003. Food habits of pumas in northwestern Sonora, Mexico. *Wildlife Society Bulletin*, 31: 528-535.
- Roser-Degiorgis, M.P., E.B. Jakubek, C.H. af Segerstad, C. Broker, T. Morner, D.S. Jansson, A. Lunden y A. Uggla. 2006. Serological survey of toxoplasma gondii infection in free-ranging eurasian lynx (*Lynx lynx*) from Sweden. *Journal of Wildlife Diseases*, 42:182-187.
- Roy Chowdhury, R. 2006. Landscape change

- in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modeling the driving forces of small-holder deforestation in land parcels. *Applied Geography*, 26:129-152.
- Ruediger, B. 1996. The Relationship Between Rare Carnivores and Highways. en: *Trends In Addressing Transportation Related Wildlife Mortality. Proceedings of the Transportation Related Wildlife Mortality Seminar* (G. L. Evink, Garrett, P., Ziegler, D. y J. Berry, eds.)
- Rumiz, D., A. Fuentes, K. Rivero, J. Santibáñez, E. Cuellar, R. Miserendino, I. Fernández, L. Maffei y A. Taber. 2002. *La biodiversidad de la Estancia San Miguelito, Santa Cruz-Bolivia: Una justificación para establecer reservas privadas de conservación*. Instituto de Ecología, Bolivia.
- Rumiz, D.I., R. Arispe, A.J. Noss y K. Rivero. 2003. *Preliminary report: Camera trap survey of jaguars (Panthera onca) and other mammals at San Miguelito, Santa Cruz, Bolivia*. Wildlife Conservation Society, Parque Noel Kempff Mercado y Natural History Museum. Santa Cruz. Bolivia.
- Rzedowski, J. 1994. *Vegetación de México*. Limusa, Noriega editores. México D.F.
- Sáenz, J.C. y E. Carrillo. 2002. Jaguares depredadores de ganado en Costa Rica: ¿Un problema sin solución? Pp. 127-137, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Sánchez, O., J. Ramírez-Pulido, U. Aguilera-Reyes y O. Monroy-Vilchis. 2002. Felid record from the State of México, México. *Mammalia*, 66:289-294.
- Sanderson E., C. Chetkiewics, R. Medellín, A. Robinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber. 2002a. Un análisis geográfico del estado de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución. Pp. 551-600, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Sanderson E., C. Chetkiewics, R. Medellín, A. Robinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber. 2002b. Prioridades geográficas para la conservación del jaguar. Pp. 601-628, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Sanderson, E.W., K.H. Redford, C. Chetkiewicz, R.A. Medellín, A.R. Rabinowitz, J.G. Robinson y A.B. Taber. 2002c. Planning to save a species: the case for the jaguar, *Panthera onca*. *Conservation Biology*, 16:58-72.
- Sanderson, J. 2003. *Camera trapping protocol. Tropical Ecology, Assessment and Monitoring (TEAM) Initiative*. Consultado en internet en la página [www.teaminitiative.org/](http://www.teaminitiative.org/)
- Saunders, D.A., R.J. Hobbs y R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 5:18-32
- Schaller, G.B. 1996. Introduction: Carnivores and Conservation Biology. Pp. 2-10, In: *Carnivore Behavior, Ecology and Evolution* (J. L. Gittleman Ed.). Comstock Pu-

- blishing Associates, Ithaca, USA.
- Schaller, G.B. y P.G.Jr. Crawshaw. 1980. Movement patterns of jaguar. *Biotropica*, 1:161-168.
- Schiaffino, K., L. Malmierca y P. G. Perovic. 2002. Depredación de cerdos domésticos por jaguar en un área rural vecina a un Parque Nacional en el noreste de Argentina. Pp. 251-264, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Schumaker, N.H. 1998. *A User's Guide to the PATCH Model*. Corvallis (OR): U.S. Environmental Protection Agency. EPA/600/R-98/135.
- Scognamillo, D.G., I.E. Maxit, M. Sunquist y J. Polisar. 2003. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of the Zoological Society of London*, 259:269-279.
- Scott, M. E. 1988. The impact of infection and disease on animal populations: Implications for conservation biology. *Conservation Biology*, 2:40-56.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap). 2000. *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul*. Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología. México D.F.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap)-Subsecretaría de Recursos Naturales, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)-Dirección General de Geografía (eds.) y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Instituto de Geografía (comp.). 2001. *Inventario Forestal Nacional 2000-2001. Escala 1:250 000*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México D.F.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000. Protección ambiental, especies de flora y fauna silvestres de México, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, y lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, Lunes 16 de octubre de 2001, 1:1-62.
- Sedue. 1987. Acuerdo por el que se declara veda indefinida del aprovechamiento del Jaguar (*Panthera onca*) en todo el territorio nacional. Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología. *Diario Oficial de la Federación*, 23 de abril.
- Semarnap-Conabio. 1995. Reserva de la Biosfera Montes Azules. Pp. 66-70, en: *Reservas de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas de México*. (Semarnap y Conabio, eds.). México D.F.
- 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-Listas de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de marzo de 2002.
- Semarnat. 2003. *Manifestación de Impacto Ambiental construcción de la carretera Jala-Puerto Vallarta, tramo Jala-las Varas de km 0+000 a km 67+087 y ramal Compostela en una longitud de 13 km, en el estado de Nayarit. No de folio: 18na2003v0002*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Semarnat. 2005. *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Reservas de la Biosfera*. [www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx)
- Semarnat. 2005. *Manifestación de Impacto Ambiental Construcción de la carretera*

- Villa Purificación-Chamela, Subtramo Kilómetro 46+000 Al 68+000, Ubicado En El Municipio De La Huerta, Jalisco. No de folio 14JA2005VD056. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Semarnat. 2006a. *Manifestación de Impacto Ambiental: Proyecto La Huerta, Municipio La Huerta, Jalisco. No de folio. 14JA2006T0018*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Semarnat. 2006b. *Manifestación de Impacto Ambiental: Proyecto Tambora, municipio la Huerta, Jalisco. No de folio: 14JA2006T0011*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Semarnat. 2007. Manifestación de Impacto Ambiental construcción de la carretera Jala-Puerto Vallarta, tramo Jala-las Varas de km 0+000 a km 67+087 y ramal Compostela en una longitud de 13 km, en el estado de Nayarit. No de folio: 18na2003v0002. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEPLAN. 2001. *Plan estatal de desarrollo 2001-2007*. Gobierno del estado de Jalisco. [seplan.jalisco.gob.mx/?q=plan\\_estatal1](http://seplan.jalisco.gob.mx/?q=plan_estatal1).
- Seymour, K.L. 1989. *Panthera onca*. *Mammalian species*, 340:1-9.
- Sheppard, P.M., W.W. Macdonald, R.J. Tonn, y B. Grabs. 1969. The dynamics of an adult population of *Aedes aegypti* in relation to dengue haemorrhagic fever in Bangkok. *Journal of Animal Ecology*, 38:661-702.
- Shivik, J.A. 2006. Tools for the Edge: What's New for Conserving Carnivores. *BioScience*, 56:253-259.
- Silva, J.C., S. Ogassawara, C.H. Adania, F. Ferreira, S.M Gennari, J.P Dubey y J.A. Ferreira-Neto. 2001. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in captive neotropical felids from Brazil. *Veterinary Parasitology*, 102:217-224.
- Silveira, L., A. Ja'como y J. Diniz-Filhoa. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114:351-355.
- Silver, S, 2004. *Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara*. Wildlife Conservation Society, Nueva York, E.U.A.
- Silver, S., L. Ostro, L. Marsh, L. Maffei, A. Noss, M. Kelly, R. Wallace, H. Gómez y G. Ayala 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38:148-154.
- Simberloff, D. y J. Cox. 1987. Consequences and costs of conservation corridors. *Conservation Biology* 1:63-71.
- Simoneti, J. A. 1995. Wildlife conservation outside park is a disease-mediated task. *Conservation Biology*. 9:454-456.
- Smith, J.L., S.C. Ahearn y C. McDougal. 1998. Landscape analysis of tiger distribution and habitat quality in Nepal. *Conservation Biology*, 12:1338-1346.
- Soisalo, M.K. y S.M. Cavalcanti. 2006. Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation*, 129:487-496.
- Sokal R.R. y J.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. 2ª edición. W. H Freeman & Co. E.U.A.
- Solano, B.C., E. Rojas, P. Matadamas y V. López. 2001. La ganadería y las alternativas silvopastoriles. Pp. 159-176, en: *Chimalapas. La Última Oportunidad* (R. Aparicio, ed). World Wildlife Fund, Semarnap.
- Souza de, S., J.G. Sanderson y J. de Sousa. 2007. Monitoring mammals in the Caxiuana National Forest, Brazil-First results from the Tropical Ecology, Assessment and Monitoring (TEAM) program. *Biodiversity and Conservation*, 16: 857-870.
- Spencer, J.A., A.A. Van dijk, M.C. Horzinek, H. F. Egberink, R.G. Bengis, D.F. Keet, S. Morikawa y D. H. Bishop. 1992. Incidence of feline immunodeficiency virus reactive antibodies in free ranging lions of Kruger National Park and the Etosha National Park in Southern Africa detected by recombinant FIV P24 antigen. *Onderstepoort*

- Journal of Veterinary*, 59:315-322.
- Srbek-Araujo, A.C. y A. Garcia. 2005. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 21:121-125.
- Steinel, A., C.R. Parrish, M.E. Bloom y U. Truyen. 2001. Parvovirus infection in wild carnivores. *Journal of Wildlife Diseases*, 37:594-607.
- Steinel, A., L. Munson, M. van Vuuren y U. Truyen. 2000. Genetic characterization of feline parvovirus sequences from various carnivores. *Journal of general Virology*, 81:345-350.
- Sunquist, M. 2002. "Historia de la Investigación sobre el jaguar en el continente americano". Pp. 535-549, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Sunquist, M. y F. Sunquist. 2002. *Wild Cats of the World*. The University of Chicago Press.
- Swank, W.G. y J.G. Teer. 1989. Estado del jaguar-1987. *Oryx* 23:14-21.
- Swank, W.G. y Teer G. 1987. *Report: Status of the jaguar*. National Fish and Wildlife Foundation, Washington, D.C. Pp. 115-125.
- Taber, A., G. Navarro y M.A. Arribas. 1997. A new park in the Bolivian Gran Chaco—an advance in tropical dry forest conservation and community-based management. *Oryx*, 31:189-198.
- Tabor, G.M. y A.A. Aguirre. 2004. Ecosystem health and sentinel species: adding an ecological element to the proverbial "canary in the mineshaft". *EcoHealth*, 1:226-228.
- Tabor, G.M., R.S. Ostfeld y M. Poss. 2001. Conservation biology and the health sciences: defining the research priorities of conservation medicine. Pp. 165-173, en: *Research Priorities in Conservation Biology*. (M. E. Soulé y G. H. Orians, eds.) 2ª edición. Island Press; Washington, D.C.
- Taylor, W.P. 1947. Recent record of the jaguar in Texas. *Journal of Mammalogy*, 28:66.
- Tewes, M.E. y D.D. Everett. 1982. Status and distribution of the endangered ocelot and jaguarundi in Texas. Pp. 147-158, en: *Cats of the world: Biology, conservation and management*. (S.D. Miller y D.D. Everett, eds.). National Wildlife Federation, Washington, D.C.
- Tewes, M.E., y D.J. Schmidly. 1987. The neotropical felids: jaguar, ocelot, margay, and jaguarundi. Pp. 697-712, en: *Wild furbearer management and conservation in North America*. (M. Novak, J. A. Baker, M. E. Obbard, y B. Mallock, eds.). Ministry of Natural Resources, Ontario, Canadá.
- Torres Colín, R. 2004. Tipos de Vegetación. Pp 105-117, en: *Biodiversidad de Oaxaca* (A. J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas, eds.). Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México.
- Torrey, E.F., J.J. Bartko, Z.R. Lun y R.H. Yolken. 2006. Antibodies to toxoplasma gondii in patients with schizophrenia: a meta-analysis. *Schizophrenia Bulletin*. November.
- Treves, A. y K.U. Karanth. 2003. Human-Carnivore Conflict and Perspectives on Carnivore Management Worldwide. *Conservation Biology*, 17:1491-1499.
- Trolle, M. 2003. Mammal survey in the Rio Jauaperí region, Rio Negro Basin, the Amazon, Brazil. *Mammalia*, 67:75-83.
- Turner II, B.L., S. Cortina, D. Foster, J. Geoghegan, E. Keys, P. Klepeis, D. Lawrence, P. M. Mendoza, S. Manson, Y. Ogneva-Himmelberger, A.B. Plotkin,, D. Pérez, R. Chowdhury, B. Savitsky, L. Schneider, B. Scmook y C. Vance. 2001. Deforestation in the southern Yucatán peninsula region: an integrative approach. *Forest Ecology and*

- Management*, 154:353-370.
- Universidad Autónoma de Nayarit. 2004. Marismas Nacionales: Hacia la creación de un área natural protegida. *Estudios previos justificativos para la creación de una Área Natural Protegida (ANP) a nivel federal en Marismas Nacionales*. Universidad Autónoma de Nayarit, México.
- Universidad Autónoma de Tamaulipas. 1991. *Propuesta para la declaratoria de la reserva de la biosfera "Sierra del Abra, Tanchipa", San Luis Potosí*. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
- Urquiza, E., y E. Ku. 2004. *Características e historia de los ejidos y comunidades vecinas de El Zapotal*. Informe técnico interno, Pronatura Península de Yucatán, A.C. Mérida, Yucatán.
- Valdez, R., A. Martínez-Mendoza, O.C. Rosas-Rosas, 2002. Componentes históricos y actuales del hábitat del jaguar en el noroeste de Sonora, México. Pp. 367-377, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Vásquez, B., Anguiano C y R. Núñez P. 2005. *Percepción social sobre la conservación del jaguar (Panthera onca) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Vallejo (RBSV), Nay*. V Congreso Delfin, Nuevo Vallarta, Jalisco.
- Valenzuela, D. y G. Ceballos. 2000. Habitat selection, home range, and activity of the white-nosed coati (*Nasua narica*) in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Mammalogy*, 81:810-819.
- Vaughan, C. y S. Temple. 2002. Conservación del jaguar en Centroamérica. Pp. 355-366, en: *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. (R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, A. Rabinowitz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F.
- Verdin, C. O. 2007. *Recuperan Ejidos 60 mil hectáreas de Sierra de Vallejo*. El sol de Nayarit. Consultado en internet en la página [www.elsoldenayarit.com](http://www.elsoldenayarit.com)
- Vester, H.F.M., D. Lawrence, J.R. Eastman, B.L. Turner II, S. Calme, R. Dickson, C. Pozo y F. Sangerman. 2007. Land change in the Southern Yucatán and Calakmul Biosphere Reserve: effects on habitat and biodiversity. *Ecological Applications*, 17:989-1003.
- Vezzani, D., D.F. Eiras y C. Wisnivesky. 2006. Dirofilariasis in Argentina: historical review and first report of *Dirofilaria immitis* in a natural mosquito population. *Veterinary Parasitology*, 136:259-273.
- Wakefield, W.W., y K. L. Smith. 1990. Ontogenetic vertical migration in *Sebastolobus altivelis* as a mechanism for transport of particulate organic-matter at continental-slope depths. *Limnology and Oceanography*, 35:1314-1328
- Wallace, R.B., H. Gómez, G. Ayala y F. Espinoza. 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi valley, Bolivia. *Mastozoología Neotropical Journal of Neotropical Mammalogy*, 10:133-13.
- Walsh, J.F., D.H. Molineaux, and M.H. Birley. 1993. Deforestation: effects on vector-borne disease. *Journal of Parasitology*, 106:55-75.
- Watts, K.J., G.R. Reddy, R.A. Holmes, J.B. Lok, D.H. Knight, G. Smith y C.H. Courtney. 2001. Seasonal prevalence of third-stage larvae of *Dirofilaria immitis* in mosquitoes from Florida and Louisiana. *Journal of Parasitology*, 87:322-329.
- Weckel, M., W. Giuliano y S. Silver. 2006. Jaguar (*Panthera onca*) feeding ecology: distribution of predator and prey through time and space. *Journal of Zoology*, 270: 25-30.

- Welch, R.M., D.K. Ray, U.S. Nair, T. Sever y D. Irwin. 2005. *Impact of deforestation on the proposed mesoamerican biological corridor in Central America*. 19th Conference on Hydrology, 85th AMS Annual Meeting, San Diego, CA., E.U.A.
- Wikramanayake, E., M. McKnight, E. Diners-tein, A. Joshi, B. Gurung y D. Smith. 2004. Designing a conservation landscape for tigers in human-dominated environments. *Conservation Biology*, 18:839-844.
- Wilson, K.R., y D.R. Anderson. 1985. Evaluation of a nested grid approach for estimating density. *Journal of Wildlife Management*, 49:675-678
- Woodroffe, R. 2001. Strategies for carnivore conservation: lessons form contemporary extinctions. Pages: 61-92. en: *Carnivore Conservation* (J. L. Gittleman, S. M. Funk, D. Macdonald y R. K. Wayne, eds.) Cambridge University Press, Reino Unido
- Woodroffe, R. y J.R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected -areas. *Science*, 280:2126-2128.
- Yepez-Mulia, L., C. Arriaga, M.A. Peña, F. Gual y G. Ortega-Pierres. 1996. Serologic survey of trichinellosis in wild mammals kept in a Mexico City Zoo. *Veterinary Parasitology*, 67:237-246.
- Zarnke, R. L., J.P. Dubey, J.M. Ver Hoef, M.E. McNay y O.C. H. Kwok. 2001. Serologic survey for *Toxoplasma gondii* in lynx from interior Alaska. *Journal of Wildlife Diseases*, 37:36-38
- Zarza, H., C. Chávez, F. Colchero, S. Pimm y G. Ceballos. 2007. Uso de hábitat del jaguar (*Panthera onca*) a escala regional en un ambiente modificado al sur de la Península de Yucatán. Pp. 101-111, en: *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. (G. Ceballos, C. Chávez, R. List y H. Zarza, eds.) Conabio, Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Zarza, H., C. Chavez, F. Colchero, G. Ceballos y S. Pimm. 2005. *Jaguar conservation in southern México: modeling its habitat use in a human dominated landscape*. Proceedings 19th Annual Meeting of the Society for Conservation Biology. Brasilia, Brasil.
- Zimmerman, A., M. J. Walpone y N. Leader-Williams. 2005. Cattle ranchers attitude to conflict with jaguar *Panthera onca* in the pantanal of Brazil. *Oryx*, 39:406-412.



## Lista de autores

ALONSO AGUIRRE

Wildlife Trust, Nueva York, E.U.A.  
aguirre@wildlifetrust.org  
alaguirre@mindspring.com

MARCELA A. ARAIZA

Instituto de Ecología  
Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.  
marcelaaraiza@hotmail.com

DANAE AZUARA

Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de  
México-Unidos para la Conservación A.C., México, D.F.  
danae\_azuara@yahoo.com.mx

ROSA MARÍA BALVANERA

Naturaleza Sostenible Privada, San Luis Potosí.  
xplora01@prodigy.net.mx

LOUIS C. BENDER

New Mexico Cooperative Wildlife Research Unit-USGS  
New Mexico State University at Las Cruces, Nuevo México, E.U.A.  
lbender@nmsu.edu

DULCE BROUSSET

Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia  
Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.  
brousset@servidor.unam.mx

LUIS CARRILLO

Grupo Especialista para la Conservación y Cría - México, Puebla.  
cbsg\_mex@africansafari.com.mx

ARTURO CASO

Caesar Kleberg Wildlife Research  
Institute, Texas A&M, Texas, E.U.A.  
ksac054@tamuk.edu

GERARDO CEBALLOS

Instituto de Ecología

Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

gceballo@miranda.ecología.unam.mx

CUAUHTÉMOC CHÁVEZ

Instituto de Ecología

Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

cchavez@miranda.ecología.unam.mx

JUAN CORNEJO

Africam Safari, Puebla.

Grupo Especialista para la Conservación y Cría - México, Puebla.

jcornejo@africamsafari.com.mx

EPIGMENIO CRUZ

Instituto de Historia Natural y Ecología

Zoológico Miguel Álvarez del Toro, Chiapas.

cruz5910@prodigy.net.mx

ERIKA CUÉLLAR

Wildlife Conservation Society, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

ecuellar@wcs.org

JUAN CARLOS FALLER MENÉNDEZ

Pronatura Península de Yucatán, A.C., Yucatán.

jcfaller@pronatura-ppy.org.mx

MARCELINO GÜIRIS

Instituto de Historia Natural y Ecología

Zoológico Miguel Álvarez del Toro, Chiapas.

dmguiris@hotmail.com

LISSETTE LEYEQUIÉN

Naturaleza Sostenible Privada, San Luis Potosí.

lleyequien@gmail.com

IVÁN LIRA TORRES

Universidad del Mar-Campus Puerto Escondido, Oaxaca.

ilira\_12@hotmail.com

RURIK LIST

Instituto de Ecología  
Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.  
rlist@miranda.ecología.unam.mx

CARLOS A. LÓPEZ GONZÁLEZ

Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro.  
Cats4mex@aol.com

LEONARDO MAFFEI

Wildlife Conservation Internacional, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.  
leomaffei@yahoo.com  
lmaffei@wcs.org

CARLOS MANTEROLA

Unidos Para La Conservación, A.C., México, D.F.  
manterola@unidosparalaconservacion.org

RODRIGO MEDELLÍN

Instituto de Ecología  
Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.  
medellin@mirandaa.ecología.unam.mx

OCTAVIO MONROY-VILCHIS

Estación Biológica Sierra Nanchititla  
Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México.  
omv@uaemex.mx

CARLOS J. NAVARRO SERMENT

Onca Maya A.C., Quintana Roo.  
navarrosc@hotmail.com

ANDREW NOSS

Wildlife Conservation Society, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia  
anoss@wcs.org

RODRIGO NÚÑEZ PÉREZ.

Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, Jalisco.  
zolcoate@yahoo.com

PATRICIA OROPEZA

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas  
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.  
poropeza@conanp.gob.mx

MARÍA GABRIELA PALACIOS

Instituto de Historia Natural y Ecología  
Zoológico Miguel Álvarez del Toro, Chiapas.  
gabypalacios78@hotmail.com

JOSÉ JUAN PÉREZ RAMÍREZ

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas  
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Quintana Roo.  
jjperez@ine.gob.mx

O. ERIC RAMÍREZ BRAVO

Universidad de Querétaro, Querétaro.  
aebio\_03@yahoo.com  
aebio@mail.udlap.mx

OSCAR M. RAMÍREZ FLORES

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas  
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.  
oscar.ramirez@semarnat.gob.mx

GABRIEL RAMOS FERNÁNDEZ

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo  
Integral Regional, Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca.  
ramosfer@psych.upenn.edu

JOSÉ FRANCISCO REMOLINA SUÁREZ

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas  
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Quintana Roo  
remolina@conanp.gob.mx

ANTONIO RIVERA

Ecosafaris, S.A., Quintana Roo.  
jaguarprogram@yahoo.com.mx

CLARITA RODRÍGUEZ-SOTO

Estación Biológica Sierra Nanchititla

Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México.

omv@uaemex.mx

OCTAVIO C. ROSAS ROSAS

Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, San Luis Potosí.

octaviocrr@colpos.mx

ERIC E. SARACHO A.

HOJANAY, A.C. Nayarit.

hojanay@prodigy.net.mx

VICENTE URIOS

Fundación Terra Natura, Alicante, España.

omv@uaemex.mx

RAUL VALDEZ

Departamento de Ciencias de la Vida Silvestre

New Mexico State University at Las Cruces, Nuevo México, E.U.A.

rvaldez@NMSU.edu

MARTHA ZARCO-GONZÁLEZ

Estación Biológica Sierra Nanchititla

Universidad Autónoma del Estado de México, Estado de México.

omv@uaemex.mx

HELIOT ZARZA

Instituto de Ecología

Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

hzarza@miranda.ecología.unam.mx





EcoCiencia S.C.



COMISION NACIONAL  
DE AREAS NATURALES  
PROTEGIDAS