



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

INSTITUTO DE ECOLOGÍA

**Uso del hábitat y conservación del jaguar
(*Panthera onca*) en un paisaje influenciado por
actividades humanas en el sur de la Península de
Yucatán.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

P R E S E N T A

HELIOT ZARZA VILLANUEVA

DIRECTOR DE TESIS: DR. GERARDO JORGE CEBALLOS GONZÁLEZ

MÉXICO, D. F.

FEBRERO, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
P r e s e n t e

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 26 de Noviembre de 2007, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** del alumno **ZARZA VILLANUEVA HELIOT** con número de cuenta **89304583** con la tesis titulada **“Uso de hábitat y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en un paisaje influenciado por actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán”**, realizada bajo la dirección del **DR. GERARDO JORGE CEBALLOS GONZALEZ**.

Presidente: DR. RODRIGO ANTONIO MEDELLÍN LEGORRETA
Vocal: DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ
Secretario: DR. GERARDO JORGE CEBALLOS GONZÁLEZ
Suplente: DR. JORGE ERNESTO SCHONDUBE FRIEDEWOLD
Suplente: DR. RODOLFO DIRZO MINJAREZ

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”
Cd. Universitaria, D.F. a, 8 de Febrero de 2008.



Dr. Juan Muñoz Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

El presente trabajo se realizó gracias al apoyo económico recibido como becario por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT; registro de beca 167284) y de la Dirección General de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México (DGEP), ambos durante el período 2002-1 a 2003-2.

El proceso de investigación fue dirigido y revisado por el siguiente Comité:

Dr. Gerardo Jorge Ceballos González (Tutor Principal)
Dra. Irma Rosa Trejo Vázquez (Miembro del Comité Tutorial)
Dr. Rodolfo Dirzo Minjarez (Miembro del Comité Tutorial)
Dr. Rodrigo Antonio Medellín Legorreta (Miembro del Jurado)
Dr. Jorge Ernesto Schoncube Friedewold (Miembro del Jurado)

Esta investigación recibió financiamiento de DGAPA-UNAM Proyecto 246602, Fondos Sectoriales SEMARNAT-CONACyT Proyecto 1424, y del Instituto de Ecología, UNAM, en especial del Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre.

Agradezco a las siguientes organizaciones e instituciones por su apoyo brindado para la realización de este trabajo a Unidos para la Conservación A. C., Ecosafari, Sierra Madre, Safari Club International, a la Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Universidad de Duke y a la American Society of Mammalogy.

Finalmente, agradezco el continuo apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por estar siempre presentes, en esos difíciles momentos de mí vida, por recordarme lo valioso que es no dejar de perseguir los sueños hasta hacerlos realidad. Gracias Bety, Salvador, Ana Paula y Ana Camila, querida familia...

A mi director de tesis, Gerardo Ceballos por creer en mí durante este largo camino que implicó la realización de este trabajo, por contribuir en mi formación académica y motivarme a seguir adelante.

Agradezco a mi comité tutorial Dr. Gerardo Ceballos, Dra. Irma Trejo y Dr. Rodolfo Dirzo por su disponibilidad y apoyo constante a lo largo de la maestría, así como a los miembros del jurado Dr. Rodrigo Medellín y Dr. Jorge Schondube por sus comentarios y sugerencias que enriquecieron sustancialmente esta tesis.

Quiero agradecer a Gerardo Ceballos, Cuauhtémoc Chávez, Carlos Manterola y Patricio Robles Gil todo su apoyo brindado en el campo. En especial a Antonio Rivera “Tony” y a Francisco Zavala “Don Pancho” por hacer posible la captura de jaguares y por su gran amistad. A la población del Ejido Caoba, a sus autoridades quienes nos permitieron realizar el trabajo en sus tierras. Del mismo modo agradezco al Dr. Stuart Pimm sus puntos de vista sobre el proyecto durante mi estancia en su laboratorio en la Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Universidad de Duke.

Agradezco la ayuda brindada a María Cristina Rodríguez Juárez, al Dr. Salvador Sánchez Colón, y Cuauhtémoc Chávez por su asesoría y discusión de los análisis para este estudio.

Un sincero agradecimiento a mis amigos del Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre y del Lab. de Ecología y Conservación de Vertebrados: Miguel Amín, Paulina Arias, Danae Azuara, Rafael Ávila, Horacio Barcenás, Segundo Blanco, Gerardo Ceballos, Gerardo Cerón, Cuauhtémoc Chávez, Juan Cruzado, Antonio de la Torre, Alejandra de Villa, Yolanda Domínguez, Osiris Gaona, Andrea Gallardo, Alejandro Gómez, Beatriz Hernández, Edmundo Huerta, Rurik List, Melissa López, Leonardo López, Erika Marce, Lourdes Martínez, Rodrigo

Medellín, Angelica Menchaca, Maria José Munoscana, Paulina Núñez, Gisselle Oliva, Pablo Ortega, Jesús Pacheco, Felipe Pimentel, Sandra Pompa, Emmanuel Rivera, Bernal Rodríguez, María Saravia, Gerardo Suzán, Nallely Sánchez, Ragde Sánchez, Georgina Santos, Jorge Vargas, Karina Tavera, y Benjamín Vieyra.

A los Tropicosos: Andrea, Marina, Vivian, Maria, Ragde, Segundo, Alejandro, Cuauhtémoc, Juan, Felipe y Bernal, por todos los buenos momentos que compartimos.

A Dalia Conde y Fernando Colchero por su apoyo, hospitalidad y gran amistad que ha existido desde que nos conocimos, por las charlas y trabajo de campo que compartimos en Calakmul y en la Universidad de Duke, gracias amigos!

A mis grandes amigos Patricia Aguilera, Roció Burgoa, Rebeca Parra, Rafael Ávila y César Rodríguez, ya que a pesar de la distancia y diversas ocupaciones la amistad perdura.

A la Familia Aguilera por su cariño, amistad y apoyo en todo momento, es un placer formar parte de la familia. Gracias por todo!

A Penélope esposa amada, por estar siempre a mi lado, por su apoyo, su amor y comprensión. Por el camino que nos falta por recorrer juntos... te amo!

Finalmente agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, mi *Alma mater*, por haberme dado tanto, por la libertad de expresión, mi más profundo agradecimiento y deuda con ella y con este país que se llama México.

ÍNDICE

	Páginas
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	<i>i</i>
ABSTRACT	<i>ii</i>
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
CAPÍTULO I. <i>Situación Actual del Jaguar en México</i>	9
CAPÍTULO II. <i>Uso de hábitat y conservación del jaguar (Panthera onca) en un paisaje influenciado por actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán</i>	35
CONCLUSIONES GENERALES	68

RESUMEN

Las poblaciones de jaguar (*Panthera onca*) han declinado en los últimos 50 años, debido a la pérdida y fragmentación de su hábitat y a la cacería furtiva. Nuestro país mantiene la segunda población más grande de jaguar del continente, localizada en las Selvas Mayas de la Península de Yucatán. Región caracterizada por su alta biodiversidad y grandes extensiones forestales, sin embargo en el último siglo se modificó el paisaje natural, a uno influenciado por actividades agropecuarias. Por tal razón, es necesario conocer los requerimientos de uso de hábitat de este felino en estos nuevos ambientes para poder diseñar estrategias de manejo y conservación. Realicé una revisión bibliográfica para evaluar la situación actual del jaguar en México. Encontré que la mayoría de los estudios se enfocaron en determinar los patrones de alimentación, uso de hábitat y áreas de actividad dentro de las áreas naturales protegidas, y escasa información en los ambientes modificados. Por lo que me propuse determinar las preferencias en el uso de hábitat y el efecto de la infraestructura humana sobre el jaguar en un ambiente modificado en el sur de la Península de Yucatán. Analicé el uso del hábitat a partir del seguimiento de jaguares con collares de GPS. Determine que el jaguar usa preferentemente las áreas con selva alta y mediana a distancias mayores a 4.5 km de las carreteras y 6.5 km de los poblados. Evita las áreas agrícolas y ganaderas. Utilice un Modelo Lineal Generalizado para modelar la probabilidad de ocurrencia de la especie, con el cual se identificaron las áreas de alta prioridad para la conservación del jaguar a largo plazo. Resalta la importancia que tienen los ejidos forestales al mantener hábitat de jaguar y funcionar como corredores biológicos. Se recomienda incluirlos en las estrategias de conservación del jaguar en las Selvas Mayas.

ABSTRACT

Jaguar populations (*Panthera onca*) for the past 50 years have declined due to habitat loss, fragmentation and poaching. The Mayan tropical forest in the Yucatan Peninsula of Mexico maintains the second most important jaguar population in the American Continent, the region characterizes by its high biodiversity and large forest extensions, however in the last century the landscape was modified by agriculture and cattle ranching activities. In order to design management and conservation strategies, it is necessary to increase our knowledge about jaguar's habitat use in this new landscape. A bibliographic review was carried out to assess the jaguar's status in Mexico. Several studies focused on diet, home range, and habitat use inside the protected areas, but few in modified landscape. To determine the preference of habitat use, we propose an analysis of the human impact effects on the habitat use patterns in a modified landscape. To achieve these we analyzed data gathered from GPS-collared jaguars and a Geographic Information System. The results indicate that jaguars prefer evergreen forests, which are the type of forests heavily used for forestry practices. In addition, forests found as far as 4.5 km from roads and 6.5 km from human settlements, were used less frequently by jaguars and tended to avoid agriculture and cattle ranching areas. To identify high-priority areas for long-term conservation programs we modeled the jaguar's occurrence probability using a Lineal Generalized Model. The forestry ejidos' roles are important because they maintain the jaguar's habitat and could be used as biological corridors. Including the forestry ejidos in the conservational strategy of the Mayan tropical forest is a main priority.

INTRODUCCIÓN GENERAL

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las poblaciones de jaguar (*Panthera onca*) en el continente han declinado a lo largo de su área de distribución en los últimos cincuenta años (Swank y Teer 1989), debido a la pérdida de su hábitat, cacería furtiva y disminución de sus presas naturales, lo que pone en riesgo la sobrevivencia de la especie a mediano y largo plazo en toda su área de distribución (Nowell y Jackson 1996, Woodroffe y Ginsberg 1998). Actualmente el jaguar se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos de Norteamérica hasta el noroeste de Argentina (Sanderson et al. 2002).

En México, el jaguar se distribuía a lo largo de la planicie costera del Pacífico, Sierra Madre Occidental, y Golfo de México (Sierra Madre Oriental) hasta el sureste mexicano (Hall 1981, Leopold 1965). Ahora su distribución se limita a las regiones relativamente aisladas y de difícil acceso en los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí, Veracruz, Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Ceballos et al. 2007, Chávez y Ceballos 2006). En los últimos años, los estudios con jaguares se han incrementado, sin embargo la mayoría se enfocan en uno o dos aspectos de su historia natural, debido a las dificultades inherentes que conlleva el trabajar con una especie críptica, de hábitos nocturnos y poco abundante (Ceballos et al. 2002, López y Brown 2002, Navarro et al. 2005, Nuñez 2000, 2002, Ortega-Huerta y Medley 1999, Rosas-Rosas y López-Soto 2002). Falta mucho por conocer de la especie y especialmente sobre sus requerimientos de hábitat, patrones de movimiento y distribución en los nuevos ambientes modificados por el hombre. Debido al cambio en el uso del suelo la incidencia de ataques de jaguar al ganado doméstico son más frecuentes. Es por ello que los pobladores locales perciben al jaguar como un peligro real para el ganado y la acción inmediata es su eliminación, siendo esta una de las

principales causas de su disminución poblacional (Hoogesteijn et al. 2002; Scognamillo et al. 2002; Polisar et al. 2003).

En el ámbito internacional, hasta la década de los 70's, la cacería del jaguar se realizaba de manera legal y tenía como objetivo básicamente la comercialización de su piel y como pieza de trofeo deportivo (Swank y Teer 1989). En 1973, se reguló su comercio por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre dentro del Apéndice I (CITES 1998). Por su parte, la Unión Internacional para la Naturaleza (IUCN) la considera una especie en bajo riesgo (LR/nt - Bajo riesgo/casi amenazado; IUCN 2006). Sin embargo, estas acciones no impidieron que se continuara cazando al jaguar de manera legal hasta los 80's debido a la demanda de su piel en el mercado (Vaughan y Temple 2002).

En México, se declara al jaguar especie “amenazada” en 1980, sin embargo se continúan otorgando permisos especiales de cacería. Fue hasta 1987, cuando se establece una veda indefinida sobre la especie (SEDUE 1987). Desde el año de 1994, la especie esta en la categoría de riesgo “en peligro de extinción” según la NOM-059 ECOL-1994 (SEMARNAP 1994) y ratificada en la NOM-059 ECOL-2001 (SEMARNAT 2002). Hasta la fecha estas acciones no han impedido la cacería furtiva en aquellas áreas donde se considera un problema para el ganado doméstico.

Nuestro país se caracteriza por mantener la segunda población más importante del continente, localizada en las Selvas Mayas de la Península de Yucatán (Ceballos et al. 2002, Sanderson et al. 2002). Esta región mantiene el mayor remanente de bosque tropical al norte del Orinoco y se considera a nivel Mundial un “Hotspot” debido a su alta diversidad biológica y endemismos (Myers et al. 2000). A principios del siglo XX, esta región experimentó los primeros cambios en su paisaje, al otorgarse las primeras concesiones de explotación forestal a compañías madereras para la extracción de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela*

odorata) y se intensificó la explotación de chicle (*Manilkara zapota*, Boege 1995, Galletti 1998). En los 60's, el gobierno federal impulsó la colonización de las tierras "improductivas" del sur de Campeche y Yucatán, lo que posteriormente se llamaría la inmigración agraria (SEMARNAP 1999). A partir de los 70's, con la conversión de los bosques tropicales a campos de cultivo y potreros se modificó la matriz natural, dando origen a una nueva matriz dominada por actividades humanas, predominando en el estado de Yucatán y en los litorales de la Península de Yucatán (Galletti 1998, Turner II et al. 2001).

Si deseamos conservar al jaguar, es necesario conocer sus requerimientos de hábitat y como las actividades humanas pueden influir en su distribución espacial en estos nuevos ambientes. Por lo tanto es necesario diseñar estrategias de manejo y conservación a diferentes escalas, involucrando a la población humana que coexiste con la especie e implementar las diferentes estrategias en base a las necesidades locales. Para así garantizar su conservación en la región y la biodiversidad que esta relacionada con el hábitat del jaguar.

Esta tesis consta de dos capítulos. En el primero de ellos, *Situación actual del jaguar en México*, describo aspectos generales de la especie como su distribución actual e histórica, amenazas, ecología, esfuerzos y acciones emprendidas en los últimos años para su conservación en el país, con el objetivo de generar un diagnóstico sobre la especie. La mayoría de los estudios de jaguar están enfocados en determinar los patrones de alimentación y movimiento, uso de hábitat y áreas de actividad en las áreas naturales protegidas. Sin embargo, el jaguar no conoce fronteras y existen poblaciones fuera de estas. Debido a ello es necesario conocer los requerimientos de uso de hábitat y como las infraestructuras humanas (e.i. asentamientos humanos, carreteras) pueden modificar la distribución espacial y ecología del jaguar en estos nuevos ambientes modificados por el hombre.

En el segundo capítulo, *Uso de hábitat del jaguar (Panthera onca) en un paisaje influenciado por actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán*, se analiza el uso del hábitat de la especie a partir del monitoreo del movimientos de jaguares con collares de GPS en un ambiente fuera de un área natural protegida. Se determinaron las preferencias en el uso de hábitat por tipos de vegetación y uso de suelo y el efecto de los poblados y carreteras sobre la distribución espacial del jaguar. Se encontró que los hábitats más usados fueron las selvas altas y medianas, evitando las zonas agrícolas y ganaderas, con respecto a los poblados y carreteras. La mayor presencia de jaguares se registró en áreas alejadas a más de 6.5 km de los poblados y 4.5 km de las carreteras. Usamos un Modelo Lineal Generalizado para estimar la probabilidad de ocurrencia de la especie, lo cual permitió identificar áreas prioritarias para la conservación del jaguar al sur de la Península de Yucatán. Así como la importancia que tienen los ejidos forestales al mantener hábitat potencial para el jaguar y servir a su vez como corredores entre las dos grandes reservas de la península (Calakmul y Sian ka'an). Es imperante incorporar dentro de cualquier estrategia de conservación a los ejidos forestales por el papel que tienen en la conservación del jaguar, mantenimiento de los procesos ecológicos y de servicios ambientales que proporcionan.

Bibliografía

Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera, C. Manterola y B. Wall. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. Pp. 403-417, in *El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación* (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W.

- Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México /Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- Galletti, H. A. 1998. La Selva Maya en Quintana Roo (1983-1996) trece años de construcción y desarrollo comunal. Pp. 53-73, en La Selva Maya, consideraciones y desarrollo (R. B. Primack, D. Bray, H. A. Galletti y I. Ponciano, eds.). Siglo Veintiuno. México, D.F.
- Hoogesteijn R. y E. Mondolfi. 1992. El jaguar, el tigre americano. Ediciones Armitano. Caracas, Venezuela.
- IUCN. 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>.
- López, C. y D. E. Brown. 2002. Distribución y estado de conservación actuales del jaguar en el noroeste de México. Pp. 379-392, in El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México /Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- Myers N., R. A. Mittermeier, G. da Fonseca, y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-854.
- Navarro, C. J., C. López y J. P. Gallo. 2005. Occurrence of jaguar (*Panthera onca*) in Sinaloa, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 50:102-106.
- 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., B. Miller y F. Lindzey. 2000. Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. *Journal of Zoology of London* 252:373-379.

- Nuñez, R., B. Miller y F. Lindzey, F. 2002. Ecology del jaguar en la rserve de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. Pp. 107-127 in El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- Oliveira, T. G. de. 1994. Neotropical cats. Ecology and Conservation. EDUFMA. Sao Luis, Brasil.
- Ortega-Huerta, M. A. y K. E. Medley. 1999. Landscape analysis of jaguar (*Panthera onca*) habitat using sighting records in the Sierra de Tamaulipas, Mexico. Environmental Conservation 26:257-269.
- Rosas-Rosas, O. C. y J. H. López-Soto. 2002. Distribución y estado de conservación del jaguar en Nuevo León. Pp. 393-402 in El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/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. 2002. Planning to save a species: the case for the jaguar, *Panthera onca*. Conservation Biology 16:58-72.
- SEMARNAP. 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Calakmul. Instituto Nacional de Ecología, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
- Seymour, K. L. 1989. *Panthera onca*. Mammalian species 340:1-9.

Swank, W. G. y J. G. Teer. 1989. Status of the Jaguar-1987. *Oryx* 23:14-21.

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.

Woodroffe, R. y J. R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected -areas. *Science* 280:2126-2128.

CAPÍTULO I

Situación Actual del Jaguar en México

Situación Actual del jaguar en México

Categoría IUCN: LR/nt (Bajo riesgo/ casi amenazado)

CITES: Apéndice I

NOM-059-ECOL 2001: P (en peligro de extinción)

Nombre científico: *Panthera onca*

Nombres comunes: jaguar, tigre, tigre real (Español); balam, chacbolay, zacbolay, chacmol (maya, Gaumer 1917); bolom (tzotzil, tzeltal), barum (maya lacandón, Aranda y March 1987).

Introducción

Durante el siglo pasado, la distribución y abundancia del jaguar (*Panthera onca*) decrecieron considerablemente en América como consecuencia de la pérdida del hábitat, la cacería furtiva, el conflicto ganadero y la expansión de los asentamientos humanos (Nowell y Jackson 1996, Medellín et al. 2002). A pesar del impacto que ha ocasionado el ser humano sobre esta especie, sus presas y su hábitat, aún se conservan grandes extensiones de vegetación natural en regiones en el Amazonas y Mesoamérica, que mantienen poblaciones de jaguar viables a largo plazo (Sanderson et al. 2002).

En Mesoamérica, las Selvas Mayas de la Península de Yucatán mantienen la segunda población más importante de jaguar del continente (Chávez y Ceballos 2006, Sanderson et al. 2002). Esta región ha sido denominada un “Hot Spot” debido a su alta diversidad biológica y endemismos en flora y fauna (Arriaga et al. 2000, Myers et al. 2000). En este estudio se pretende ofrecer una perspectiva actualizada de la distribución actual de la especie, las amenazas que enfrenta y su estado de conservación en México.

Descripción de la especie

De las 12 especies de felinos presentes en América, el jaguar es el de mayor tamaño y el más ampliamente distribuido en el Neotrópico (Wozencraft 2005). El jaguar es un animal de cuerpo

robusto con miembros cortos y musculosos, cabeza ancha, orejas pequeñas y redondeadas, cola corta, no mayor a una tercera parte de la longitud total del cuerpo. Posee un cráneo robusto y una cresta sagital bien desarrollada (Seymour 1989). La fórmula dentaria es $i\ 3/3, c\ 1/1, p\ 3/2, m\ 1/1$ (Hall 1981). La longitud total de las hembras se encuentra en el intervalo de 1,570 a 2,419 mm, siendo de menor tamaño que los machos que miden de 1,720 a 2,410 mm (Seymour 1989). El peso corporal de los machos (64 a 130 kg) es usualmente un 10-20% más grande que las hembras (45 a 82 kg; Leopold 1965). El patrón de coloración va generalmente del amarillo al rojizo, en el dorso y costados, y blanco en el vientre y la parte interna de las patas. La mayor parte del cuerpo presenta rosetas de tamaño variable, con manchas pequeñas en el centro. La gente del campo reconoce dos tipos de jaguares por la forma de las rosetas: el mariposo posee rosetas grandes y la pinta menuda tiene rosetas pequeñas, ambos pueden estar presentes en una misma región. Los jaguares negros o melánicos son comunes en Sudamérica, sin embargo en México no se tienen registros (Chávez et al. 2005).

Taxonomía

Nelson y Goldman (1933) describieron 16 subespecies de jaguar en base a la morfología del cráneo. Pocock (1939) realizó una revisión taxonómica de las subespecies del jaguar basándose principalmente en características craneales y diferencias en tamaño y coloración. Reconoció 8 subespecies, listadas de norte a sur: *Panthera onca arizonensis**, *P. o. hernandesii**, *P. o. veraecrucis**, *P. o. goldmani**, *P. o. centralis**, *P. o. onca*, *P. o. peruviana*, *P. o. paraguensis* (* presentes en México). Estas subespecies fueron reconocidas por Cabrera (1957, 1961) y Hall (1981). Larson (1997) reexaminó la taxonomía usando características morfológicas craneales. Encontró evidencias de una variación clinal entre dos grupos de jaguares: uno en su extremo

norte y otro al sur de su distribución. Recientemente, Eizirik (2001) usando ADN mitocondrial determinó que existe una alta diversidad genética entre las poblaciones de jaguares y no es posible separar a la especie a nivel subespecífico, también observó una reducción en el flujo génico de la especie a través de las barreras como el río Amazonas o el estrecho del Darien.

Distribución histórica y actual

Durante el Pleistoceno (820,000 – 10,000 años antes del presente - AP), el jaguar estuvo ampliamente distribuido en el continente americano, desde el norte de EUA hasta el sur de Chile y Argentina (Arroyo-Cabrales 2002). Fue durante el Holoceno (hace 10,000 años AP) que comenzó a contraerse paulatinamente su área de distribución hacia el sur de EUA y México (Seymour 1989, Sanderson et al. 2002, Perovic y Herrán 1998).

La distribución del jaguar en Norteamérica se redujo drásticamente durante el siglo XVIII (Daggett y Henning 1984). Los últimos avistamientos de jaguar reportados en California, Texas y Louisiana fueron a finales del siglo XIX y principios de XX (Fish and Wildlife Service 2006). Basándose en el reducido número de avistamientos y evidencias de la presencia de jaguares en el suroeste de EUA se sugiere que de haber una población en este país, ésta es pequeña y no reproductiva y estaría funcionando como sumidero de una población dispersante del noroeste de Sonora, México (Ceballos et al. 2006).

En los últimos 11 años en EUA, se han registrado 6 jaguares adultos en el sureste de Arizona y suroeste de Nuevo México (Brown y López 2001, Childs et al. 2007). En este último, en las montañas Peloncillo, condado Pima; montañas de Baboquivari, condado Cochise; condado Hidalgo (Department of the Interior 2006), y al oeste de Nogales (Department of the Interior 2004). En el 2001, se estableció el “Borderlands Jaguar Detection Project” con el objetivo de

conocer el estado actual y distribución del jaguar entre el límite de Arizona y Nuevo México (Childs et al. 2007).

En México, el jaguar se distribuye a lo largo de la planicie costera del Pacífico, en las serranías de Sonora (Sierra Madre Occidental) y Golfo de México (Sierra Madre Oriental) hasta el sureste mexicano (Hall 1981, Medellín et al. 2002). Hasta mediados del siglo pasado el jaguar era abundante en las planicies de Sinaloa, manglares de Nayarit, en los bosques tropicales de la vertiente del Golfo hasta Campeche y Chiapas (Leopold 1965). La distribución actual se limita a los bosques tropicales de Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán, y en regiones relativamente aisladas y de difícil acceso en los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz (Chávez y Ceballos 2006, Ceballos et al. 2007).

Ecología

El jaguar es una especie críptica y por consiguiente difícil de monitorear y estudiar. Debido a ello se conoce poco sobre su distribución, abundancia y ecología. En los últimos 30 años, el conocimiento biológico de la especie se ha incrementado debido al avance tecnológico, que ha permitido el uso de nuevas herramientas y técnicas de monitoreo (Sanderson et al. 2002).

Esta especie presenta una amplia plasticidad ecológica, ya que se le puede encontrar desde el bosque tropical hasta las zonas semidesérticas, y desde el nivel del mar hasta los 2000 metros de altitud (Emmons 1987, Oliveira 1994). Además, el jaguar es una especie que puede tolerar ambientes con baja intervención humana, mientras el hábitat conserve cobertura forestal y disponibilidad de presa (Emmons 1991, J. Chávez, com. pers., Capítulo II de este trabajo).

Los principales tipos de vegetación donde ha sido reportada la presencia de jaguares en nuestro país son: en Sonora, en el matorral espinoso (López y Brown 2002, Valdez et al. 2002); Sinaloa, en el bosque tropical caducifolio (Navarro-Serment et al. 2005); Nayarit, el manglar y el bosque tropical caducifolio (Leopold 1965, E. Saracho, com. pers.); costa de Jalisco, en el bosque tropical caducifolio y subperennifolio y vegetación riparia (Núñez et al. 2002); Oaxaca, es el bosque tropical perennifolio y subperennifolio (Lira y Camacho 2006); Chiapas, bosque tropical perennifolio y subperennifolio en la Selva Lacandona (Aranda 1989, Azuara 2005), y bosque mesófilo de montaña y el bosque de pino-encino para la Sierra Madre de Chiapas (Palacios 2005); Sierra de Tamaulipas, bosque tropical subperennifolio y bosque de encino (Ortega-Huerta y Medley 1999); Nuevo León, bosque de encino, bosque de pino-encino, matorral espinoso en la Gran Sierra Plegada (Rosas-Rosas et al. 2002); Campeche y Quintana Roo, bosque tropical perennifolio y subperennifolio (Ceballos et al. 2002, Chávez et al. 2006); y norte de Yucatán, bosque tropical subperennifolio y bosque tropical caducifolio (Faller et al. 2005, Pereira 2006).

El jaguar se considera un depredador de hábitos generalistas, se han reportado 22 especies de vertebrados como parte de su dieta sólo en México. Por lo general, prefieren presas con un peso corporal promedio entre 13.4 kg en Campeche hasta 15.6 kg en la costa de Jalisco (Amin 2004, Chávez et al. en prensa, Núñez et al. 2000). Entre las presas más comunes están los pecaríes (*Tayassu* spp.), venados (*Odocoileus virginianus* y *Mazama* spp.), coatíes (*Nasua nasua*), sereques (*Dasyprocta punctata*) y armadillos (*Dasypus novemcintus*) estas especies representan más del 70% de la biomasa total consumida, con menor frecuencia se reporta el consumo de aves, peces y reptiles (Amin 2004, Núñez et al. 2002, Palacios 2005).

La temporada de apareamiento varía geográficamente, en México se han reportado crías en los meses de julio y septiembre (Leopold 1965). En cautiverio, las hembras presentan un estró de 6 a 17 días (Tewes y Schmidly 1987), con un período de gestación entre 93 a 105 días. El

número de crías por camada es de 1 a 4, por lo general es de dos individuos. Las crías nacen moteadas y permanecen con la madre hasta el año y medio o dos de vida, cuando se independizan (Oliveira 1994).

Los animales adultos son solitarios, excepto en la temporada de apareamiento (Seymour 1989). Por lo general, son de hábitos nocturnos y principalmente activos en el crepúsculo (Oliveira 1994). El área de actividad es diferentes entre sexos, los machos poseen áreas de actividad de 25 a 90 km² y las hembras de 10 a 60 km² (Chávez et al. 2006, Núñez et al. 2000). Además del sexo, la edad, la disponibilidad y tamaño de las presas, el tipo de hábitat y la perturbación humana son variables que influyen en el tamaño del área de actividad (Crawshaw y Quigley 1991). Se ha sugerido que el área de actividad en las hembras esta determinada principalmente por la disponibilidad de las presas, mientras que en los machos es por la competencia intraespecífica por espacio, que incluye el acceso a las hembras y presas.

La densidad poblacional varía dependiendo del tipo de vegetación, abundancia de presas y del método de estimación usado (huellas, excretas o telemetría VHF/GPS), ya que se obtiene diferente grados de incertidumbre. Para Chamela, Jalisco se ha calculado la densidad promedio un jaguar por cada 33/km² usando el método de telemetría (Núñez, 1999); un jaguar por cada 24 a 27 km² en Calakmul, Campeche usando el método de huellas (Aranda 1998) y de uno por 15 a 30 km² para la misma región con el método de telemetría (Ceballos et al. 2002). La densidad en Cockscomb, Belice es de un jaguar por cada 13 – 16 km² con telemetría (Rabinowitz y Nottingham 1986). Los últimos tres estudios se llevaron acabo en el mismo tipo de vegetación y están geográficamente relacionados, sin embargo los sitios que usaron telemetría reportan una mayor estimación de jaguares que cuando se usaron solo huellas.

Estado de conservación

Las poblaciones de jaguares en América han declinado en los últimos 50 años en la mayor parte de su área de distribución (Swank y Teer 1987). Debido a la pérdida y fragmentación de su hábitat, la cacería ilegal y la disminución de presas como consecuencia del incremento de las actividades humanas (Sunquist y Sunquist 2001, Woodroffe y Ginsberg 1998).

En México, desde mediados del siglo pasado ya se hablaba de una disminución en la abundancia de la especie debido al cambio en el uso del suelo y a la cacería, como lo describió Leopold (1965): “como resultado de la persecución constante, los jaguares han escaseado en las áreas tropicales más dedicadas a la agricultura”. Entre 1993-2000, se han perdido cerca de 3.5 millones ha de bosques tropicales como resultado del incremento en el desarrollo de la agricultura y ganadería (SEMARNAT 2002a). Para el sur de la Península de Yucatán se tiene reportada una tasa de deforestación anual de 0.4% (Turner II et al. 2001). Otra amenaza para la especie es la cacería ilegal sobre la especie y sus presas (Chávez y Ceballos 2006). Se ha documentado que al disminuir la disponibilidad de presas en el ambiente natural, el jaguar tiende a buscar fuentes alternativas de alimento convirtiéndose el ganado doméstico en una presa de fácil acceso, agudizando el conflicto humano-jaguar (Hoogesteijn et al. 2002, Núñez et al. 2002).

Hasta 1966, el jaguar se consideró una especie cinegética en toda la República Mexicana con temporada de caza de noviembre-diciembre. De 1967 a 1972, sólo se otorgaron permisos de colecta y control de depredadores (SAG 1939, Cota 1997), sin embargo, estos permisos eran expedidos a los rancharos, quienes podían transferirlos a cualquier persona (e.g. cazadores deportivos), lo que causó abusos en el sistema. A partir de 1973 se reabre la cacería de jaguares (temporada de caza Febrero-Marzo) con permisos especiales en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Tamaulipas y Campeche, en ese entonces los estados más cotizados fueron Campeche y

Nayarit (Brown y López 2001). En 1980, el gobierno mexicano declara al jaguar especie “amenazada”, a pesar de ello continuó otorgando permisos especiales de cacería y fue hasta 1987, cuando se emite una veda indefinida sobre la especie (SEDUE 1987).

Desde 1994, la especie está en la categoría de riesgo “en peligro de extinción” según la NOM-059 ECOL-1994 (SEMARNAP 1994) y NOM-059 ECOL-2001 (SEMARNAT 2002b). Actualmente, la cacería furtiva continúa en la mayor parte del país y especialmente en las áreas donde se considera un problema para el ganado doméstico; además, no se cuenta con información para evaluar el impacto que tiene ésta actividad sobre la especie.

Esfuerzos de Conservación y Recuperación en México

En 1999, se reunió un grupo de especialistas nacionales e extranjeros que identificaron que el 70% del área de distribución actual del jaguar en América poseía las condiciones ecológicas necesarias para mantener poblaciones a largo plazo (Medellín et al. 2002). Se determinaron 51 unidades de conservación de jaguar en toda América, que representan el 13% de su distribución actual. Entre las unidades de conservación consideradas de alta prioridad están las Selvas Mayas de México, Guatemala y Belice (Sanderson et al. 2002).

En el año 2000, con la participación de especialistas, SEMARNAT y CONANP, se constituye del “Subcomité Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Manejo del Jaguar”, órgano consultivo cuyo objetivo es desarrollar y plantear las estrategias nacionales para la conservación y manejo del jaguar mediante la implementación del Programa de Recuperación de Especie Prioritaria (PREP - jaguar) que establece las bases para promover la integración y participación de todos los sectores para la conservación y manejo del jaguar en México (Ceballos et al. 2006).

En octubre de 2004, académicos y organizaciones no gubernamentales plantearon ante las autoridades de la SEMARNAT la necesidad de diseñar e integrar un “Plan Nacional de Acción de Conservación del Jaguar” a corto plazo, que culminó en una reunión de especialistas realizada en la Ciudad de México a finales de ese mismo años. Los resultados de esta reunión permitieron identificar las principales amenazas y acciones prioritarias, así como las metas esperadas a corto y mediano plazo, para cada una de las regiones prioritarias para la conservación del jaguar identificadas en el país: Región Noroeste (Tamaulipas), Noreste (Sonora), Occidente (Nayarit-Jalisco), Selva Chinanteca-Zoque (Oaxaca), Costa de Chiapas, Selva Maya (Lacandona-Calakmul) y Norte de la Península de Yucatán.

En el 2005, el gobierno federal declara ese año como el “Año del Jaguar” y la protección del jaguar paso a la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Tras una reunión con especialistas del país se propone el “Plan de Acción de Conservación del Jaguar”, el cual define prioridades regionales, unificación de protocolos de evaluación de técnicas y el diagnóstico y evaluación de enfermedades de la especie (CONANP 2006).

En ese mismo año, con apoyo de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales, la comunidad de artistas y sociedad civil oaxaqueña organizaron el foro “Importancia Ecológica del Jaguar en la Conservación de la Biodiversidad del Estado de Oaxaca”, en la ciudad de Oaxaca, con el objetivo de intercambiar experiencias sobre el manejo y conservación del jaguar, así como reconocer la importancia biológica, social y cultural del jaguar en las diversas culturas en México. Foro promovido en respuesta e interés de la sociedad civil ante el llamado “Jaguar de la Luz”, jaguar capturado por los pobladores de Cristo Rey La Selva en la Sierra de Villa Alta, debido a problemas de depredación al ganado, sin embargo al ser cazado en la noche dicho animal se ilumino y al ser contar lo sucedido al consejo de ancianos estos dijeron que era el

abuelo fundador del pueblo, por esta razón simplemente fue capturado. Después de casi un año, las comunidades zapotecas de Asunción Lachixila solicitaron de regreso al “jaguar de la luz” por considerarlo parte de sus raíces y tras negociaciones con las instancias federales el jaguar es regresado y liberado en el mismo sitio de su captura (Guadarrama 2006).

En octubre de 2005, se agrupó a especialistas en el estudio de jaguar y se realizó el primer simposio “El jaguar Mexicano en el siglo XXI: Situación Actual y Manejo” en Cuernavaca, Morelos. El objetivo de la reunión fue identificar amenazas para la especie y áreas prioritarias para su conservación. En esta reunión se establecieron protocolos de investigación y manejo para la especie, y se establecieron las bases para la estrategia de conservación a nivel nacional (Chávez y Ceballos 2006).

En el 2006, el gobierno mexicano y sus homólogos de Belice y Guatemala firmaron la iniciativa “Jaguares sin Fronteras”. Esta iniciativa se gestionó, desde el 2004, por un grupo de académicos, organizaciones no gubernamentales y representantes de los gobiernos participantes con el objetivo de promover acciones de conservación conjunta entre los tres países e identificar debilidades y amenazas sobre la especie y su hábitat en la región. A mediados de ese año, se publicó el “Proyecto para la Conservación del Jaguar en México” con el esfuerzo del Subcomité Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Manejo del Jaguar.

En noviembre de ese mismo año, se llevó a cabo el segundo simposio “El Jaguar Mexicano en el siglo XXI: Taller de Análisis de Viabilidad de Poblaciones y de Hábitat del Jaguar (*Panthera onca*) en México” en la ciudad de Cuernavaca, Morelos. Con el objetivo de evaluar la viabilidad de las poblaciones de jaguares para las regiones prioritarias (Tamaulipas, Selva Maya, Sonora, Jalisco-Nayarit, Ría Lagartos y Selva Zoque). Usando el programa Vortex se identificaron los factores con mayor peso en la probabilidad de extinción de la especie

(número de crías por camada, incremento en el número de hembras reproductivas, reducción en la edad reproductiva máxima de las hembras, y mortalidad de hembras y crías). Obteniendo como resultado que las poblaciones de jaguares de la Selva Maya y Zoque continuarían siendo viables al cabo de 100 años.

En el 2007, se llevó a cabo la reunión del Subcomité Técnico Consultivo del jaguar organizado por la CONANP, en la cual se discutió el “Programa de Acción para la Conservación del jaguar *Panthera onca* y su hábitat” que tuvo como objetivo consolidar e implementar las estrategias de conservación planteadas por el Proyecto para la Conservación y Manejo del Jaguar en México (SEMARNAT 2006). A finales de este año, se llevó a cabo el tercer simposio “El Jaguar Mexicano en el siglo XXI: Grandes retos para su conservación” en la ciudad de Cuernavaca, Morelos. Con el objetivo de discutir el diseño de muestreo, definir grupos de trabajo y las áreas que serán incluidas en el primer Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (CENJAGUAR). Este estudio generará información sobre la situación de las poblaciones de jaguar y sus presas en sitios prioritarios para su conservación. Se empleará la técnica de trampeo fotográfico automático, ampliamente usada para otros grandes carnívoros para el monitoreo. Actualmente se desarrollan 18 proyectos de investigación sobre el jaguar, en los cuales se estudian varios aspectos de la ecología de la especie como los patrones de alimentación, uso de hábitat, movimiento y dinámica poblacional, empleando diferentes métodos de muestreo (Anexo 1).

Amenazas

Los grandes carnívoros han sido identificados como uno de los grupos de mamíferos más sensible a los efectos originados por la pérdida y fragmentación de su hábitat. A esto se añade la

presión de la cacería ilegal sobre este grupo de especies y sus presas. Ambas causas han ocasionado una disminución de sus áreas de distribución y un decline de sus poblaciones a nivel mundial (Ceballos y Ehrlich 2002).

El aumento de la población humana y el incremento en la demanda de recursos naturales tienen un gran impacto sobre los ecosistemas y la vida silvestre, repercutiendo inevitablemente en el hábitat del jaguar y sobre la especie misma (Woodroffe 2000, Ceballos et al. 2007). Es necesario crear conciencia y proporcionar alternativas económicas a las comunidades locales con el fin de obtener otros beneficios de sus recursos naturales sin la necesidad de deforestar sus selvas (CONABIO 2006). Entre las alternativas de proyectos productivos compatibles con la conservación y manejo de la vida silvestre, se encuentran las Unidades de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS). Otra alternativa son los proyectos de pago de Servicios Ambientales (i.e. Protección de la Biodiversidad, Cuencas hidrológicas, captación de carbono) a cargo de la CONAFOR, por mencionar sólo algunas alternativas dentro de las políticas de conservación nacional e internacional.

Interacción humano-jaguar

En nuestro país no se tienen reportes de casos de ataque de jaguar al hombre. El conflicto humano-jaguar se debe fundamentalmente a la depredación de ganado doméstico principalmente vacuno y ovino. Los grandes felinos son perseguidos y cazados porque se les percibe como una amenaza para el ganado doméstico. Debido a esta percepción, los rancheros por lo general responden ante el ataque al ganado eliminando al depredador, por la pérdida económica que implica la pérdida de una cabeza de ganado. Debido a la transformación del paisaje natural y a la invasión de la gente a áreas cada vez más remotas y aisladas, la frecuencia y de los conflictos

entre humanos y carnívoros parece estar incrementándose en muchas áreas (Treves y Karanth 2003) y seguramente en los próximos años el conflicto se agudizara más alrededor de las áreas naturales protegidas (Sáenz y Carrillo 2002) y en los grandes macizos de vegetación natural pertenecientes a los ejidos forestales.

Es imperativo encontrar alternativas de manejo que reduzcan el conflicto humano-jaguar. Entre las diferentes estrategias usadas para reducir la frecuencia en el ataque al ganado domestico se incluyen las cercas eléctricas, el uso de sustancias repugnantes en los restos del animal depredado, dispositivos con sensores remotos de movimiento con luces fuertes y sonido estridente, perros o llamas para proteger al ganado y la traslocación del animal problema. Sin embargo, la solución más efectiva es el manejo ganadero, es costumbre de los ganaderos dejen el ganado pastar libremente lo que incrementa el problema de depredación, y el cambio en las practicas de cuidado de las crías reduciendo la depredación del ganado (Zimmermann et al. 2005). Entre las recomendaciones de manejo ganadero que se han planteado son: *i*) sincronizar la temporada de nacimientos y aislar a las hembras a sitios seguros en el potrero; *ii*) mantener a las crías y juveniles alejados del borde del potrero; *iii*) el ganado debe estar bajo un sistema de encierros o rotación de potreros; *iv*) desarrollo de un seguro ganadero a nivel estatal o nacional; y *v*) proteger de la cacería furtiva a las poblaciones de fauna silvestre que constituyen las presas naturales del jaguar (Crawshaw 2002, Hoogesteijn et al. 2002).

Entre las alternativas propuestas para las poblaciones locales que coexisten con el jaguar se encuentra el establecimiento de un seguro ganadero, que consiste básicamente en cubrir el valor de la pieza depredada al rancharo o ganadero, acción no invasiva al ambiente y que el sector ambientalista esta de acuerdo con ella, pero poco viable a largo plazo a menos que se cuenten con recursos económicos estables (Ceballos et al. 2007, Crawshaw 2004). Otra propuesta es el control de “animales problemas” recurrentes a la depredación de ganado por

medio de la cacería deportiva. Un cazador paga una fuerte suma por la cacería, parte de los recursos se usan para compensar las pérdidas de los rancheros y el resto a estudios de conservación de la especie (Crawshaw 2004, Treves y Karanth 2003). El ecoturismo, cada día es más frecuente que la gente realice viajes para ver y fotografiar la Naturaleza, lo cual representa una derrama económica a las comunidades rurales que poseen dichos recursos naturales (Kiss 2004). El pago de servicios ambientales representa una nueva forma para promover la conservación de los recursos naturales entre los países de Latinoamérica. Sin embargo, es poco probable que reemplace otros mecanismos de conservación (Wunder 2006).

Programas de educación

Es necesario construir y desarrollar una cultura de conservación de los grandes carnívoros, tal es el caso del jaguar, con acciones de difusión y educación dirigidas a todos los sectores de la sociedad, pero especialmente a los pobladores locales que coexisten con el jaguar. Es importante resaltar el papel que tiene el jaguar como especie reguladora de poblaciones herbívoros y su importancia en el mantenimiento de los procesos ecológicos.

Conclusiones

Con este trabajo se obtuvo una panorámica general de la situación actual del jaguar *Panthera onca* en México. A partir de la revisión bibliográfica se identificó que la mayoría de los estudios se enfocaron en determinar aspectos de la ecología de la especie principalmente sobre los patrones de alimentación, uso de hábitat y áreas de actividad dentro de las áreas naturales protegidas. Se

evidenció la falta de información sobre la ecología de la especie en ambientes modificados por actividad humana. Es necesario contar con información científica sólida sobre los requerimientos del jaguar para la adecuada toma de decisiones y diseño de programas de conservación a nivel regional y nacional. Son necesarios estudios sobre patrones de alimentación, ámbito hogareño, enfermedades e interacción jaguar-ganado en estos nuevos ambientes. Es necesario incluir en los planes de manejo y estrategias de conservación la parte social, es imposible desligar este elemento de cualquier posible acción para la conservación de la especie en nuestros días. Finalmente, se deben implementar programas de educación para concientizar a la población local sobre la importancia que tiene el jaguar en el ecosistema, el mantenimiento de sus recursos naturales y los servicios ambientales que prestan las Selvas Mayas.

Literatura citada

- Amín, M. A. 2004. Patrones de alimentación y disponibilidad de presas del jaguar (*Panthera onca*) y del puma (*Puma concolor*) en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Aranda, M. y I. March. 1987. Guía de los mamíferos silvestres de Chiapas. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa. México.
- Aranda, M. y V. Sánchez-Cordero. 1996. Prey spectra of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in tropical forests of Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 31:65-67.

- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. CONABIO.
- Arroyo-Cabrales, J. 2002. Registro fósil del jaguar. Pp. 343-354, en El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- Azuara, S. D. 2005. Estimación de la abundancia de mamíferos terrestres en un área de la Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Brown, D. E. y C. A. López. 2001. Borderland jaguars: tigres de la frontera. University of Utah Press, Salt Lake City, UT 170 pp.
- Cabrera, A. 1957. Catalogo de los Mamíferos de América del Sur (Tomo I). Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia» 307 pp.
- Cabrera. 1961. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia», Ciencias Zoológicas 4:309-732.
- Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera, C. Manterola y B. Wall. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. Pp. 403-417, en El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D. F.

- Ceballos, G., C. Chávez., R. List, R. Medellín, C. Manterola, M. Valdez, D. Brousset y S. Alcántara (eds). 2006. Proyecto para la Conservación y Manejo del Jaguar en México. Serie: Proyectos de Recuperación de Especies Prioritarias Número 14. México D. F.
- Ceballos, G. C. Chávez, R. List y H. Zarza (editores). Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas. Conabio-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ceballos, G. y P. R. Ehrlich. 2002. Mammal population losses and the extinction crisis. *Science* 296:904-907.
- Chávez, J. 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, J. 2006. Ecología poblacional y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Childs, J. L., E. B. McCain, A. M. Childs y J. Brun. 2007. The Borderlands jaguar Detection Project: a report on the jaguar in Southeastern Arizona. *Wild Cat News* 1-9.
- CITES 2006. <http://www.cites.org/>
- Cota, E. 1997. Estudio sobre las disposiciones cinegéticas en México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Crawshaw, J. 2002. Mortalidad inducida por humanos y conservación de jaguares: El Pantanal y el Parque Nacional Iguacu en Brasil. Pp 451-463, en *El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación* (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de

Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society,
México, D. F.

Crawshaw, J. 2004. Depredation of domestic animals by large cats in Brazil. *Human Dimensions of Wildlife* 9:329-330.

CONABIO. 2006. <http://www.conanp.gob.mx/dcei/jaguar/index.php>

Daggett, P. M. y D. R. Henning. 1984. The Jaguar in North America. *American Antiquity* 39:465-469.

Department of the Interior. 2004. *Panthera onca*. Unpublished abstract compiled and edited by the Heritage Data Management System, Arizona Game and Fish Department, Phoenix, AZ. http://www.azgfd.gov/w_c/edits/hdms_abstracts_mammals.shtml

Department of the Interior. 2006. Endangered and Threatened Wildlife and Plants; 5-Year Review of 25 Southwestern Species. Fish and Wildlife Service, Federal Register 71:20714-20716.

Dirzo, R. y P. H. Raven. 2003. Global states of biodiversity and loss. *Annual Review of Environmental and Resources* 29:137-167.

Eizirik, E., J. Kim, M. Menotti-Raymond, P. Crawshaw, S. O'brien y W. Johnson. 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). *Molecular Ecology* 10:65-79

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.

Faller-Menéndez. J. C., T. Urquiza-Haas, C. Chávez, S. Jonson y G. Ceballos. 2007. Registros de Mamíferos en La Reserva Privada El Zapotal, en el noreste de la Península de Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:127-139.

- Guadarrama, F. 2006. La liberación del jaguar de luz. La Jornada Ecológica Lunes 8 de mayo 2006.
- Gaumer, G. F. 1917. Monografía de los mamíferos de Yucatán. Departamento de Talleres Gráficos de la Secretaria de Fomento, Ciudad de México, México.
- 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 183-198, en El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>.
- Jorgensen, J. P. 1995. Maya subsistence hunters in Quintana Roo, Mexico. *Oryx* 29:49-57.
- Kiss, A. 2004. Is community-based ecotourism a good use of biodiversity conservation funds? *Trends in Ecology and Evolution* 19:232-237.
- Larson, S. E. 1997. Taxonomic Re-Evaluation of the Jaguar. *Zoo Biology* 16:107-120.
- Leopold, A. S. 1965. Fauna Silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D.F.
- Medellín, R. A., C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber (compiladores). 2002. El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- Myers N., R. A. Mittermeier, G. da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-854.

- Navarro-Serment, J. C., C. A. López-González y J. P. Gallo-Reynoso. 2005. Occurrence of Jaguar (*Panthera onca*) in Sinaloa, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 50:102-106.
- Nelson, E. W. y E. A. Goldman, E.A. 1933. Revision of the jaguars. *Journal of Mammalogy* 14:221-240.
- 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.
- Oliveira, T. G. de. 1994. *Neotropical cats. Ecology and Conservation.* EDUFMA. Sao Luis, Brasil.
- Ortega-Huerta, M. A. y K. E. Medley. 1999. Landscape analysis of jaguar (*Panthera onca*) habitat using sighting records in the Sierra de Tamaulipas, Mexico. *Environmental Conservation* 26:257-269.
- Palacios, M. G. 2005. Hábitos alimentarios de *Panthera onca* linnaeus (1758) y *Puma concolor* Linnaeus (1771) en la Sierra Madre de Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Pereira, L. A. 2006. Análisis de la distribución del jaguar (*Panthera onca* L.) en el Estado de Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Perovic, P. G. y M. Herrán. 1998. Distribución del jaguar (*Panthera onca*) en las provincias de Jujuy y Sala, Noroeste de Argentina. *Mastozoología Neotropical* 5:47-52.
- Pocock, R. I. 1939. The races of jaguar (*Panthera onca*). *Novitates Zoologicae* 41:406-422.
- Rabinowitz, A. R. 1999. The present status of jaguar (*Panthera onca*) in the Southwestern United States. *The Southwestern Naturalist* 44:96-100.

- Roy Chowdhury, R. 2006. Landscape change in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico: Modelling the driving forces of smallholder deforestation in land parcels. *Applied Geography* 26:129-152.
- SAG. 1939. Acuerdo que establece las épocas hábiles para la caza o captura de las distintas especies de la fauna cinegética. Departamento Forestal y de Caza y Pesca, Secretaria de Agricultura y Ganadería. *Diario Oficial de la Federación* 22 de agosto de 1939.
- Sanderson, E. W., K. H. Redford, C. Chetkiewicz, R. A. Medellín, A. R. Rabinowitz, J. G. Robinson y A. B. Taber. 2002. Planning to save a species: the case for the jaguar, *Panthera onca*. *Conservation Biology* 16:58-72.
- Sáenz, J. y E. Carrillo. 2002. Jaguares depredadores en ganado en Costa Rica: ¿un problema sin solución? Pp. 127-137, en *El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación* (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- 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*, México, 23 de abril de 1987
- SEMARNAP. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, 16 de mayo de 1994:1-66.

- SEMARNAT. 2002a. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies de riesgo. Diario Oficial de la Federación, Segunda sección, 6 de marzo de 2002:1-80.
- SEMARNAT. 2002b. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelo, México.
- Seymour, K. L. 1989. *Panthera onca*. Mammalian Species 340:1-9.
- Sunquist, M. 2002. Historia de la investigación sobre el jaguar en el continente americano. Pp. 535-550, en El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- Swank, W. G. y J. G. Teer. 1989. Status of the Jaguar-1987. *Oryx* 23:14-21.
- Treves, A. y K. U. Karanth. 2003. Human-Carnivore conflict and perspectives on Carnivore management worldwide. *Conservation Biology* 17:1491-1499.
- 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.
- Woodroffe, R. 2000. Predators and people using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation* 3:165-173.

- Woodroffe, R. y J. R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected -areas. *Science* 280:2126-2128.
- Wozencraft, W. C. 2005. Order Carnivora. Pp. 532-628, en *Mammal Species of the World, a taxonomic and geographic reference* (D. E. Wilson y D. M. Reeder, eds). Tercera Edición. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Wunder, S. 2006. The efficiency of payments for environmental services in Tropical Conservation. *Conservation Biology* 21:48-58.
- Zimmermann, A., M. J. Walpole y N. Leader-William. 2005. Cattle rancher's attitudes to conflicts with jaguar *Panthera onca* in the Pantanal of Brasil. *Oryx* 39:406-412.

ANEXO I

Relación de los grupos de trabajo que están llevando a cabo algún estudio relacionado con el jaguar (*Panthera onca*) en México.

Sitio de Estudio	Grupo de Trabajo / Institución	1	2	3	4	5
Aros-Yaqui, noreste de Sonora	Oscar Moctezuma Naturalia, A. C. direccion@naturalia.org.mx		x			
	Gerardo Carreón Parkswatch parkswatch@naturalia.org.mx					
Aros-Yaqui, noreste de Sonora	Carlos López Universidad Autónoma de Querétaro cats4mex@aol.com	x	x			
Cabo Corrientes, Nayarit	Eric Saracho Hojanay, A. C. hojanay@prodigy.net.mx		x			
Chamela-Cuixmala, Jalisco	Rodrigo Núñez Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala zolcoate@yahoo.com		x	x		
Costa de Michoacán	Ricardo Legaria Gobierno del Estado de Michoacán rlegaria@michoacan.gob.mx					
Los Chimalapas, Oaxaca	Iván Lira ilira_12@hotmail.com		x			
Sierra Madre del Sur, Chiapas	Epigmenio Cruz IHNE ZOOMAT, Chiapas ecruz5910@prodigy.net.mx, pimecruz5910@hotmail.com	x				
Selva Lacandona, Chiapas	Rodrigo Medellín Instituto de Ecología, UNAM medellin@miranda.ecologia.unam.mx		x			
Palenque, Chiapas	Eduardo Espinoza / Erik Torres emedinilla@slc.ecosur.mx					x
Tamaulipas	Arturo Caso Caesar Kleberg Wildlife Research Institute Texas A&M-Kingsville ksac054@tamuk.edu		x	x	x	x

Nuevo León, San Luis Potosí	Octavio Rosas Colegio de Posgraduados Campus San Luis Potosí octaviocrr@colpos.mx	x	x					
Estado de México	Octavio Monrroy Universidad Autónoma del Estado de México omv@uaemex.mx	x	x					
Querétaro	Rosa E. Jiménez Maldonado Universidad Autónoma de Querétaro roselenjm@hotmail.com	x						
Calakmul, Campeche y sur de Quintana Roo	Gerardo Ceballos / Cuauhtémoc Chávez Instituto de Ecología, UNAM gceballo@miranda.ecologia.unam.mx	x	x	x	x	x		
Estado de Yucatán	Carlos Manterola Unidos para la Conservación cmanterola@unidosparalaconservacion.org	x	x					
El Edén, norte de Quintana Roo	Marco Lazcano mlazcano@mayanature.com	x	x					
Noreste de la Península de Yucatán	Juan Carlos Faller PRONATURA Península de Yucatán, A. C. jcfaller@pronatura-ppy.org.mx, jcfaller@yahoo.com.mx	x	x			x		

-
- 1.- Huellas y excretas
 - 2.- Trampeo fotográfico
 - 3.- Telemetría
 - 4.- Patrones de alimentación
 - 5.- Genética

CAPÍTULO II

Uso de hábitat y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en un paisaje influenciado por actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán

Send proof to:
Heliot Zarza
Instituto de Ecología, UNAM
Apartado Postal 70-275
04510 México, D.F.
MEXICO
Phone: 52 (55) 5622 9004
Email. hzarza@miranda.ecologia.unam.mx

Uso de hábitat y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en un paisaje influenciado por actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán

Heliot Zarza ¹, Gerardo Ceballos ¹, Cuauhtemoc Chávez ¹, Fernando Colchero ² y Stuart Pimm ²

¹ Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-275, México, D.F. 04510, MEXICO.

² Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University, Durham, NC, 27708, USA.

Abstract: The Jaguar is the largest felid in Americas. Its populations have been steadily declining due to changes in land use and poaching. The long-term conservation of the jaguar requires information on their spatial habitat requirements in human dominated landscapes. In Mexico, the largest jaguar population is found in the south of the Yucatan Peninsula, where habitat is still plentiful but agriculture and logging are becoming a major factor for habitat loss and fragmentation. Therefore, the main goal of this study was to determine the jaguars' habitat requirements at the landscape scale in the Mayan forests of the southern Yucatan Peninsula. To achieve these we analyzed data gathered from GPS-collared jaguars and a Geographic Information System. The results indicate that jaguars prefer evergreen forests, which are the type of forests heavily used for forestry practices. In addition, forests found as far as 4.5 km from roads and 6.5 km from human settlements, were used less frequently by jaguars and tended to avoid agriculture and cattle ranching areas. To identify high-priority areas for long-term conservation programs we modeled the jaguar's occurrence probability using a Lineal Generalized Model. The forestry ejidos' roles are important because they maintain the jaguar's habitat and could be used as biological corridors. Including the forestry ejidos in the conservational strategy of the Mayan tropical forest is a main priority.

INTRODUCCIÓN

La pérdida y fragmentación del hábitat constituyen una de las mayores amenazas para la conservación de la biodiversidad del planeta (Dirzo y Raven 2003; Reed 2004). Alguna de las consecuencias de estos procesos es la desaparición de poblaciones y especies silvestres (Ceballos y Ehrlich 2002; Kinnaird et al. 2003; Wikramanayake et al. 2004). Entre las especies más afectadas por la modificación del hábitat se encuentran los grandes carnívoros, cuya desaparición tiene implicaciones profundas en la estructura y función de los ecosistemas en los que habitan (Steneck 2005), ya que contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad regulando los ecosistemas terrestres a través de diferentes procesos ecológicos (Terborgh et al. 1999; Miller et al. 2001; Terborgh 2005).

El diseño de estrategias de conservación de grandes carnívoros requiere de un entendimiento detallado de sus requerimientos de hábitat, así como de la manera en que los factores antropogénicos afectan el uso de distintos ambientes (Miquelle et al. 1999; Kie et al. 2002). Esto permitirá identificar áreas prioritarias para su conservación, diseñar reservas y corredores biológicos, y mitigar el impacto de factores antropogénicos de mortalidad. Los requerimientos de hábitat de los grandes carnívoros se han evaluado a diferentes escalas espaciales, se ha registrado que las variables biológicas correlacionadas con el uso del hábitat en los grandes carnívoros son: el tipo de vegetación (Mladenoff et al. 1995; Riley y Malecki 2001; Lyons et al. 2003; Hatten et al. 2005); la disponibilidad de presas (Mladenoff y Sickley 1998; Smith et al. 1998; Ramakrishnan et al. 1999), y en menor frecuencia la pendiente del terreno y la cercanía a cuerpos de agua (Ortega-Huerta y Medley 1999). Entre las variables antropogénicas que explican los patrones de distribución están la densidad de carreteras (Mladenoff y Sickley 1998; Kerley et al. 2002), los asentamientos humanos (Koehler y Pierce 2003; Naves et al. 2003;

Hatten et al. 2005) y la presión de cacería hacia los grandes carnívoros y sus presas (Escamilla et al. 2000; Woodroffe 2000; Novack 2003). El uso de modelos ha permitido describir de manera cuantitativa las relaciones especies-hábitat, en algunos grandes carnívoros, evaluar la calidad del hábitat y predecir la probabilidad de ocurrencia en diferentes tipos de vegetación o condiciones antrópicas a diferentes escalas espaciales (Guisan y Zimmermann 2000; Van Horne 2002; Gertsev y Gertseva 2004; Gaines et al. 2005; Guisan y Thuiller 2005).

Para el caso del jaguar, el tema del uso y selección del hábitat ha sido poco evaluado, a pesar de que esta especie enfrenta problemas de conservación en gran parte de su área de distribución (Ceballos et al. 2002; Sanderson et al. 2002). El jaguar se distribuye en una amplia variedad de ambientes desde los desiertos del suroeste de Estados Unidos de Norteamérica hasta las selvas tropicales de los Yungas al norte de Argentina (Seymour 1989). En el último medio siglo se ha perdido cerca del 60% de su distribución y las poblaciones existentes se encuentran en áreas aisladas y sometidas a una gran presión humana (Nowell y Jackson 1996; Sanderson et al. 2002). Como consecuencia de la pérdida de hábitat, se ha observado una disminución en la abundancia local, cambios en los patrones de uso del hábitat, actividad y de forrajeo (Woodroffe y Ginsberg 1998; Polisar et al. 2003).

El sur de la Península de Yucatán mantiene la mayor población de jaguar al norte del Orinoco (Ceballos et al. 2002; Sanderson et al. 2002; Chávez 2006). Sin embargo, esta región en los últimos 50 años ha estado sujeta al incremento de la colonización humana que ha promovido la deforestación y el desarrollo agropecuario (Turner II et al. 2001; Roy Chowdhury 2006; Vester et al. 2007). A pesar del gran cambio ambiental en la región, aún se mantienen grandes extensiones forestales de propiedad ejidal que permanecen en buen estado de conservación (Boege 1995). Para establecer una estrategia de conservación del jaguar en esa región se llevó a cabo una evaluación a escala local para determinar el uso diferencial del hábitat y de la

fragmentación (utilizando la distancia a las carreteras y poblados como un indicador) sobre la especie. Con esa información se desarrolló un modelo espacial para determinar las áreas prioritarias para la conservación de la especie a una escala regional. Este es el primer modelo de uso de hábitat que combina ambas escalas (local y regional).

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio a escala regional ocupa una superficie de aproximadamente 78,000 km², comprendida entre los 19° 30' y 17° 50' N y los meridianos 90° 25' y 87° 30' O (Fig. 1). Abarca las áreas protegidas de Balam Kin, Balam Ku, Balam Ka'ax y las reservas de la biosfera de Calakmul y Sian ka'an. El tipo de vegetación dominante es la selva mediana subperennifolia, seguida de la selva baja subperenifolia (Martínez y Galindo-Leal 2002). Existen en la región cerca de 523,000 habitantes distribuidos en 349 poblados con una densidad promedio de 6.7 ind/km². Las principales actividades económicas de la región son la ganadería y la agricultura (INEGI 2005).

La región de estudio presenta un relieve poco accidentado con un intervalo altitudinal entre los 100 y 300 m.s.n.m. El clima es cálido subhúmedo, la temperatura media anual mayor a 22° C, con una marcada estacionalidad. Las lluvias se concentran en el verano (junio-noviembre), siendo la precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm. Durante la temporada de lluvias alrededor de un tercio de la región permanece inundada (SEMARNAP et al. 2000; Turner II et al. 2001).

El área de estudio a escala local es un rectángulo de aproximadamente 1,100 km², ubicado en el Ejido Forestal de Caoba (18° 14' N, 89° 03' O) en la región de Calakmul, en el sur del Estado de Quintana Roo, México (Fig. 1). El tipo de vegetación dominante en la región es la selva mediana subperenifolia, seguida de la selva baja subperenifolia y selva inundable

(Semarnap 2000). En la zona hay 1,322 habitantes establecidos en dos poblados, un camino principal pavimentado y una extensa red de caminos de terracería. Es una región con impactos antropogénicos diversos, que incluyen actividades forestales, agrícolas, ganaderas y la extracción de chicle (*Manilkara zapota*). La cacería es una actividad común en la región, aunque está prohibida en el área de manejo forestal (Escamilla et al. 2000; INEGI 2005).

MÉTODOS

Captura y Telemetría

Se realizaron captura de jaguares durante la temporada seca (febrero-mayo) del 2001 al 2003 (Ver Ceballos et al. 2002 y Chávez 2006 para detalles del método de captura). A todo individuo capturado se le colocó un collar de GPS (Televilt, CA) programado para tomar 2 lecturas diarias cada tercer día.

Variables Naturales y Humanas del Paisaje

Se analizaron tres variables a escala regional para determinar las preferencias en el uso del hábitat (i.e., localizaciones de jaguares) y disponibilidad de hábitat. Estas variables fueron el tipo de vegetación y uso de suelo, proximidad a los poblados y proximidad a las carreteras, las cuales se asocian con el uso de hábitat y la fragmentación del mismo. La cobertura de vegetación y uso de suelo se obtuvieron del Inventario Forestal Nacional 2000-2001 en formato digital a escala 1:250,000 (SEMARNAP et al. 2000). Se reclasificaron las 23 clases de tipos de vegetación y uso de suelo en 9 clases: 1) selva alta y mediana, 2) selva media caducifolia, 3) selva baja, 4) selva inundable, 5) otros hábitat, 6) vegetación secundaria, 7) cultivo, 8) pastizal, y 9) urbano. En la clase de vegetación secundaria, se incluyeron todos las clases son presencia de este uso de suelo, en la clase “otros hábitat” se agruparon aquellos tipos de vegetación que representan menos del

5% del área de estudio e incluyen a la sabana, palmar, popal-tular, manglar y vegetación hálfila. Las coberturas temáticas “camino” y “poblados” fueron obtenidos del Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), en formato vectorial a escala 1:1,000,000.

Se consideró únicamente en la categoría de “camino” a las carreteras pavimentadas y autopistas, descartando los caminos de terracería, brechas y veredas, porque estas vías por lo regular son usadas por las presas y por los grandes felinos (Mladenoff et al 1998; C. Chávez com. pers.). Se seleccionaron únicamente los poblados de más de 200 habitantes, debido a que los asentamientos humanos menores se encuentran dispersos y el impacto que puede llegar a tener sobre la especie y los recursos naturales es mínimo.

Análisis Estadístico

Para determinar el uso de hábitat del jaguar a escala local se usó una base de datos con 620 registros o localizaciones procedentes de cuatro jaguares hembras adultas con collar de GPS. Se estimó un error asociado a cada registro de 15 m de radio. Las localizaciones fueron consideradas independientes si estaban separadas por al menos 24 horas (White y Garrot 1990). De las 610 localizaciones se seleccionó al azar el 50% de los registros ($n = 310$, *puntos de modelado*), para ser usados en el análisis y construcción del modelo. El 50% restante de las localizaciones (*puntos de validación*) fue usado para validar el modelo desarrollado.

Se definieron como *hábitat disponible* los nueve tipos de vegetación y usos de suelo mencionados con anterioridad. Se identificaron 3 categorías para identificar las preferencias en el uso del hábitat de acuerdo a la frecuencia de puntos registrados en cada una de las nueve clases de vegetación y uso de suelo. Las categorías son: a) *hábitat no usado* (cero registros), *hábitat usado* (usado en menor o igual proporción a su disponibilidad) y *hábitat más usado* (aquel usado en una mayor proporción a su disponibilidad). Para evaluar el efecto de poblados y carreteras, se

midió la distancia de cada registro de jaguar al poblado y carretera más cercanos mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG; ArcGIS 8.3, ESRI 1996).

Comparamos el uso del hábitat del jaguar con el hábitat disponible, usando una prueba de χ^2 de bondad de ajuste para cada variable analizada (Neu et al. 1974). Probamos la hipótesis de que los jaguares usan los 9 tipos de hábitat en proporción a su ocurrencia dentro del área de estudio. La frecuencia de localizaciones en cada tipo de hábitat fue usada para determinar el uso de hábitat del jaguar. Se aplicó una prueba Z de Bonferroni para establecer los tipos de hábitats, distancias a la carretera y/o poblado que fueron usados en mayor o menor proporción a su disponibilidad en el área de estudio (Byers et al. 1984). Todos los análisis y pruebas estadísticas fueron determinados con una $P < 0.05$.

Usamos un Modelo Lineal Generalizado (GLM, McCullagh y Nelder 1989) para desarrollar un modelo predictivo sobre la disponibilidad de hábitat del jaguar. La variable dependiente fue la presencia de jaguares a partir de las localizaciones y las variables independientes fueron el tipo de vegetación y uso de suelo, distancia al poblado y carretera más cercana. Como sólo de disponía de presencias fue necesario generar “pseudo-ausencias”, puntos seleccionados aleatoriamente a una distancia mayor a 1 km de una presencia dentro del área de estudio (Milne et al. 2006; Oliver y Wotherspoon 2006).

El GLM se ejecutó con el programa R (Versión 2.5, R Development Core Team 2004). Se consideraron todas las variables e interacciones posibles: tipo de vegetación (V), distancia a la carretera (C), distancia al poblado (P), interacción distancia carretera-poblado (C*P), interacción distancia carretera-vegetación (C*V) e interacción poblado-vegetación (P*V):

$$\text{logit}(P) = b_0 + b_1 * C + b_2 * P + b_4 * V + b_5 * C * P + b_6 * C * V + b_7 * P * V$$

donde p es la probabilidad de ocurrencia de jaguar.

Se busco el modelo más sencillo y parsimonioso, a partir del proceso llamado paso a paso *stepwise* (Mladenoff et al. 1995; Naves et al. 2003; Gaines et al. 2005), para seleccionar las variables que más reducen la devianza con respecto al modelo nulo cuando se adecuan todas las variables (Agresti 1990). Los valores de logit (P) fueron transformados en valores de probabilidad de ocurrencia de la variable de respuesta (presencia de jaguar) usando la ecuación siguiente:

$$\text{Probabilidad de ocurrencia} = \frac{\exp'}{1 + \exp'}$$

Se usó la extensión Idrisi Image Calculador (IDRISI) para generar un mapa de probabilidad de la distribución del hábitat del jaguar para la región de Caobas y se realizó una extrapolación a escala regional usando los valores de probabilidad de presencia de jaguar en base al modelo obtenido para el sur de la Península de Yucatán. El hábitat favorable se consideró para aquellas áreas con una probabilidad >0.5 de acuerdo al modelo usado. La validación del modelo se llevó a cabo usando los *puntos de validación*, para lo cual se evaluó el error de omisión y comisión del modelo.

RESULTADOS

Para el área de estudio se observó, en ambas escalas, que la selva alta y mediana ocupa la mayor superficie (46 y 45%, local y regional respectivamente), seguido de la selva inundable (17.5 y 17.1%) y vegetación secundaria (16 y 11%), mientras que la categoría de urbano y cultivo posee la menor superficie (Cuadro 1). No se encontraron diferencias significativas entre las proporciones de los diferentes tipos de vegetación y uso de suelo en ambas escalas ($t = 0.00006$ $P = 0.9999$, $P > 0.05$).

Uso de hábitat

Se encontraron diferencias significativas en el uso de hábitat del jaguar entre los ambientes con cobertura forestal y los ambientes modificados ($X^2 = 38.3$, $P < 0.05$, Cuadro 2a), la ocurrencia de jaguares fue mayor a lo esperado en los ambientes forestales (e.g. selva alta y mediana, selva inundable, $n = 239$, 77%) que en los ambientes modificados (e.g. cultivo, pastizal).

Los jaguares no usan los 9 tipos de hábitat en proporción a su ocurrencia dentro del área de estudio ($X^2 = 82.1$, $P < 0.05$). La presencia de jaguares fue alta en la selva alta y mediana – *hábitat más usado* (58%), mientras que la vegetación secundaria y la selva inundable fueron las categorías usadas en base a su disponibilidad – *hábitat usado* (18% y 21% respectivamente), por último las categorías pastizal, cultivo y urbano, fueron usadas en menor proporción a su disponibilidad – *hábitat no usado*.

Los poblados y carreteras mostraron tener un efecto negativo sobre la distribución del jaguar (Cuadro 3). Se registró más del 80% de las localizaciones a una distancia >6.5 km de los poblados y se evitaron áreas a una distancia menor a 1 km de los poblados ($X^2 = 75.6$, $P < 0.05$); con respecto a las carreteras más del 80% de las localizaciones se registraron a una distancia mayor a 4.5 km de la carretera. Se observó que los jaguares usan con menor frecuencia a lo

esperado áreas próximas a las carreteras (<3 km), en cambio las áreas comprendidas dentro del intervalo entre 3 a 7 km son usadas en función de su disponibilidad, no así las áreas ubicadas a una distancia mayor a 7 km las cuales son usadas con mayor frecuencia.

Los coeficientes estimados y los errores estándar del modelo obtenidos de las variables analizadas se presentan en el Cuadro 4. La presencia de jaguares está positivamente relacionada con la distancia a las carreteras y poblados, y con la relación carretera:selva alta y mediana. Por otra parte, negativamente relacionada con la interacción carretera:poblados. El modelo más parsimonioso no incluyó la interacción poblado*vegetación, quedando el modelo se la siguiente forma: $\text{logit}(P) = b_0 + b_1 * \text{Carretera} + b_2 * \text{Poblado} + b_4 * \text{Vegetación} + b_5 * \text{Carretera} * \text{Poblado} + b_6 * \text{Carretera} * \text{Vegetación}$.

Durante el proceso de verificación, el 78% de los puntos de jaguar ($n = 284$) fueron correctamente clasificados para el modelo considerando el punto de corte. Para la validación del modelo, se emplearon los *puntos de validación*, se observó que el 75% de las ocurrencias de jaguares ($n = 190$) estaban incluidas dentro de las áreas propuestas como hábitat de jaguar (*hábitat más usado y usado*), tal como lo predice el modelo.

El mapa de probabilidad de ocurrencia de jaguar generado para la región de Caoba (escala local), muestra que el hábitat favorable se encuentra dentro del área de manejo forestal y en pequeños fragmentos aislados de selva mediana y alta madura que no son usados por los pobladores locales. A escala regional, se observa que el estado de Campeche posee una mayor superficie de hábitat favorable que Quintana Roo (Figura 2), localizada en su mayor parte en la Reserva de la Biosfera de Calakmul y en las reservas estatales Balam Kú y Balam Kin formando un gran macizo de cobertura vegetal continua. A diferencia de Quintana Roo, donde se puede apreciar que el hábitat favorable del jaguar se encuentra fragmentado y muy aislado, como resultado de la actividad agrícola y ganadera presente en la región.

DISCUSIÓN

Los resultados indican que los jaguares tienen un uso diferencial del hábitat. Si bien el jaguar no es de hábitos específico a un tipo de vegetación, sí muestra preferencias hacia ciertas asociaciones vegetales, que tienen que ver con una cobertura forestal densa en comparación con los ambientes modificados por las actividades humanas. Estos resultados apoyan la hipótesis de Gehring y Swihart (2003) y Lidicker y Koenig (1996) quienes proponen que los carnívoros de masa corporal grande y mediana perciben el paisaje de manera homogénea, debido a su capacidad de dispersión. Por lo tanto pueden usar y desplazarse en más tipos de vegetación en comparación con las especies de masa corporal pequeña. Este mismo patrón se ha observado en tigres (*Panthera tigris*) y lobos (*Canis lupus*) quienes pueden desplazarse a través de toda la matriz del paisaje, sin embargo usan con menor frecuencia aquellos ambientes modificados por el hombre donde la disponibilidad de sus presas naturales es menor y están más expuestos a ser cazados (Mladenoff et al. 1995; Miquelle et al. 1999a; Smith et al. 1998).

En nuestro estudio, el uso del hábitat del jaguar en ambientes modificados está determinado principalmente por la densidad de la vegetación y la presencia de humanos. Los jaguares tienen la capacidad de moverse y usar una gran variedad de ambientes, sin embargo el *hábitat más usado* fue la selva alta y mediana, en comparación con la selva inundable y la vegetación secundaria que fueron usados de acuerdo a su disponibilidad en la región. Se ha observado en otros estudios con grandes carnívoros (e.g. tigres, pumas, osos) que la variable biológica que mejor predicen el hábitat disponible es la vegetación (Miquelle et al. 1999; Ramakrishnam et al. 1999; Gaines et al. 2003; Koehler y Pierce 2003, Lyons et al. 2003). Nuestros resultados concuerdan con este punto, al observar que la vegetación es la variable de mayor peso que determina la selección en el uso de hábitat para el jaguar.

Son varias las razones que explican el mayor uso de la selva alta y mediana por parte de los jaguares, al ser sitios que ofrecen refugio y al mantener una mayor abundancia de sus presas naturales (Emmons 1984). Se ha observado que el jaguar permanece más tiempo en un área en función de la abundancia de sus presas en Brasil (Polisar et al. 2003), esta misma conducta se ha observado en otros grandes carnívoros (Durant 1998). Entre las especies principales en la dieta del jaguar para el área de estudio se encuentra especie de masa corporal grande y mediano como el coatí (*Nasua narica*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), pecaris (*Tayassu pecari* y *T. tajacu*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, C. Chávez, comm. pers.). Karanth y Sunquist (1995) sugirieron que la dominancia de especies con masa corporal pequeña en la dieta del tigre puede ser atribuida a la falta de especies grandes por efecto de la cacería humana. Esto puede ser usado como un elemento indicador de la intensidad de cacería que existe en el Ejido Caoba, la cual no debe ser intensa al registrar especies de tamaño mediano y grande en la dieta del jaguar.

En cambio, los ambientes modificados por actividades humanas (pastizales, cultivos y asentamientos humanos) fueron evitados o usados con menor frecuencia, patrón observado en otros grandes carnívoros en Norteamérica, África y Asia (Woodroffe y Ginsberg 1998). En los últimos años, el conflicto humano-carnívoro se ha incrementado en estos nuevos ambientes, debido a la reducción del hábitat y la disponibilidad de presas naturales. La trasgresión más allá de los límites de las áreas forestales continúa provocando la muerte de individuos y en algunas veces la declinación de la población (Woodroffe 2000). Sin embargo, la mayoría de los casos de felinos problemas se relaciona con la edad de los animales, estado de salud y al deficiente manejo ganadero del rancho (Hoogesteijn et al. 2002; Polisar 2003).

El impacto de la infraestructura humana sobre las poblaciones de los grandes carnívoros ha sido ampliamente discutido alrededor del Mundo (Woodroffe 2000). Los efectos negativos de las carreteras sobre los carnívoros han sido documentados ampliamente: 1) incrementan la

mortalidad de los individuos por colisión vehicular; 2) disminuyen el éxito reproductivo en aquellos individuos donde sus territorios incluyen carreteras; 3) facilitan el acceso a cazadores, y 4) aceleran la fragmentación del ambiente (Smith et al. 1998; Kerley et al. 2002). Mostramos el efecto que tienen las carreteras sobre la distribución espacial del jaguar al usar preferentemente áreas alejadas de las carreteras (4.5 km de distancia), y evitar áreas cercanas a las carreteras (500 m). Esta conducta puede deberse, a las numerosas actividades humanas que se realizan en la región como la extracción y recolección de madera, la cacería y apicultura por parte de la población local, el tráfico vehicular y la perturbación auditiva (Escamilla et al. 2000; Kerley et al. 2002). Por ejemplo, los osos grizzly (*Ursus arctos*) evitan marcadamente áreas menores a 500m de distancia de la carretera y sitios con un alto tráfico vehicular (>100 vehículos/hr., Waller y Servheen 2005). Los lobos (*Canis lupus*) en la región de los Grandes Lagos, seleccionan áreas con una baja densidad de caminos (Mladenoff et al. 1995, 1998).

También se ha documentado el efecto que tienen los asentamientos humanos sobre la fauna silvestre: 1) modifican a corto plazo el paisaje circundante, 2) afectan la abundancia y distribución de los carnívoros y de sus presas, y 3) facilitan la cacería (Woodroffe 2000; Koehler y Pierce 2003; Naves et al. 2003). Se ha documentado que el aumento de asentamientos humanos, no sólo tienen repercusiones a escala local en las poblaciones de tigres (*Panthera tigris*) sino también a escala del paisaje, limita su distribución al reducir su hábitat y la disponibilidad de presas en la región (Smith et al. 1998). Nuestros resultados apoyan lo anterior, al observar que los jaguares evitan las áreas cercanas a los poblados en un radio menor a 6.5 km, por lo que sugerimos que este patrón de actividad y de uso de hábitat, se debe principalmente a la disminución en la abundancia de presas en los primeros kilómetros como resultado del cambio en el uso del suelo y por el efecto de la cacería de subsistencia. En las Selvas Mayas, se ha documentado que la cacería tiene un impacto en un radio de 6 a 12 km de distancia del poblado

más cercano (Jorgensen 1995). Escamilla et al. (2000) consideraron una distancia de 6 km para Calakmul, Campeche, porque es una distancia en que el cazador puede moverse a pie y regresar al poblado cargando la presa cazada el mismo día.

En relación a la disponibilidad de hábitat más usado, a escala local (Caobas), éste se encuentra dentro del área asignada de manejo forestal y en pequeños fragmentos aislados de selva conservada. Si bien la extracción forestal representa una perturbación al hábitat, al ser está selectiva (e.g. caoba, maderas duras) permite que se mantenga gran parte de la cobertura forestal como son las 30,000 ha que tiene el ejido destinadas a esta actividad y la abundancia de las principales presa del jaguar.

Implicaciones para la conservación

La conservación de los grandes carnívoros representa todo un gran reto para la Biología de la Conservación, porque su éxito dependerá de integrar en una misma estrategia regional los intereses humanos y las necesidades ecológicas de los grandes carnívoros. Se han llevado a cabo algunas acciones para su conservación, como la formación de reservas y se han propuesto y desarrollado métodos para mitigar el conflicto humano-carnívoro en Norteamérica, África y Asia (Treves y Karanth 2003; Shivik 2006).

Las Selvas Mayas del sureste Mexicano forman un mosaico heterogéneo de ambientes naturales y modificados por el hombre (e.g. potreros, zonas de cultivo), y es precisamente en estos nuevos ambientes donde debe coexistir la fauna silvestre con el hombre de una manera coherente y sustentable para garantizar su conservación a largo plazo (Daily et al. 2003).

Una de las medidas a corto plazo es detener la expansión y/o formación de nuevos poblados y la creación de infraestructuras humanas en los últimos remanentes de vegetación natural y hábitat del jaguar. Es necesario fortalecer los esquemas de zonificación y ordenamiento

ecológico territorial para generar una estrategia regional con la cual se reduzca el conflicto humano-carnívoro (Treves y Karanth 2003).

Lamentablemente las áreas naturales protegidas son insuficientes en número y en superficie para mantener poblaciones viables de grandes carnívoros a largo plazo (Woodroffe y Ginsberg 1998). Por consiguiente, es necesario identificar las áreas prioritarias de conservación fuera de las áreas protegidas y proponer una red de sitios considerando tanto los requerimientos biológicos mínimos de las especies y las necesidades del desarrollo socioeconómico de la región en particular.

Para el caso del sur de la Península de Yucatán, se identificaron varias áreas que mantienen cobertura forestal y hábitat para el jaguar, algunas de las cuales se encuentran bajo protección federal como las reservas de las biosfera Calakmul y Sian Ka'an, y las reservas estatales Balam Kin y Balam Kun y sus zonas de amortiguamiento, entre otras. Estas áreas en su mayor parte ausentes de carreteras y asentamientos humanos, deben ser consideradas de alta prioridad para la conservación del jaguar. En dichas áreas se debe mitigar el efecto de borde e impacto humano a lo largo de sus fronteras y no debe desarrollarse ninguna megainfraestructura como autopistas, asentamientos humanos u otro tipo de obras, que fragmentaría inevitablemente el área.

Además de las áreas antes mencionadas se identificaron otras áreas dentro de la nueva matriz modificada por las actividades humanas, como es el caso de los ejidos forestales Noh Bec, Petcacab, Caobas, Tres Garantías, por mencionar algunos de ellos, los cuales mantienen grandes extensiones forestales. Estos ejidos forestales poseen un nivel de perturbación bajo, comparado con los ejidos ganaderos o agrícolas, lo que permite mantener la diversidad biológica y los procesos ecológicos, como se ha observado en otros sistemas agroforestales sustentables (Daily et al. 2003). Además de mantener el hábitat del jaguar estas áreas pueden ser usadas como

corredores biológicos, lo que favorece el libre movimiento entre las especies, especialmente de aquellas que poseen amplias áreas de actividad y garantizar así la continuidad de los procesos ecológicos en la región.

En este tipo de áreas presentan algunos caminos y asentamientos humanos, se recomienda que mantengan la mayor superficie forestal con un continuo, sin aumentar su efecto de borde y fragmentación. El tipo de desarrollo permitidos en estas áreas son aquellos de bajo impacto compatible con la conservación de los recursos naturales que no modifiquen el paisaje, en todos los casos se deben tener medidas de mitigación contempladas sin importar el tamaño de la obra.

Con respecto al conflicto hombre-jaguar éste representa un gran reto en la región, por la percepción negativa que tienen los ganaderos sobre el jaguar, por la falta de un manejo ganadero donde no se controlan los nacimientos ni los sitios para pastar, y por consiguiente la depredación del ganado doméstico es cada más frecuente. Es necesario promover y difundir acciones enfocadas en reducir la depredación de ganado entre la población que coexiste con esta especie. El gobierno federal ha impulsado algunos proyectos mediante estímulos económicos, por ejemplo la SEMARNAT esta apoyando la conservación de las selvas, la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales. Por otro lado, la SAGARPA promueve con incentivos las actividades agrícolas y pecuarias, sin importar que se talen las selvas para abrir nuevas áreas para estas actividades. Se necesita contar con un ordenamiento territorial del país, para que los diferentes programas no se contrapongan para lo cual es necesaria la coordinación entre las diferentes instituciones de gobierno que promueven el desarrollo rural sustentable.

Finalmente, a pesar del deterioro ambiental en la Península de Yucatán, aún se conservan grandes extensiones de vegetación natural, fuera de las áreas protegidas. Que pertenecen a comunidades rurales las cuales deben ser incorporadas dentro de una estrategia regional de manejo del jaguar mediante el establecimiento de políticas públicas de conservación y el

desarrollo de proyectos productivos compatibles con la protección de los recursos naturales de la región, tales como la agricultura orgánica, ecoturismo, pago de servicios ambientales, entre otros. Donde ellos puedan obtener beneficios económicos sin que tengas que perder sus derechos sobre sus tierras a la par que se conservan los recursos naturales y se garantiza la conservación del jaguar a largo plazo.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo y financiamiento otorgado por Unidos para la Conservación, Sierra Madre, Safari Club International, DGAPA-UNAM Proyecto 246602, SEMARNAT-CONACyT Proyecto 1424, y a la Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University. H. Zarza fue apoyado con la Latin American Student Field Research Award de la American Society of Mammalogy y con la beca de posgrado de CONACYT (Becario # 167284). Finalmente, se agradece el continuo apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México.

LITERATURA CITADA

- Agresti, A. 1990. Categorical data analysis. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- Boege, E. 1995. The Calakmul Biosphere Reserve (Mexico). Working Paper No. 13. UNESCO (South-South Cooperation. Programme). Paris, Francia.
- 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.
- Ceballos, G., y P. R. Ehrlich. 2002. Mammal population losses and the extinction crisis. *Science* 296:904-907.
- Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera, C. Manterota, y B. Wall. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. Pp. 403-417, en *El jaguar en el nuevo milenio: una evaluación de su condición actual, historia natural y prioridades para su conservación* (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B.

- Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson, y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- Chávez, J. C. 2006. Ecología poblacional y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Daily, G., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzan, y A. López. 2003. Countryside Biogeography of Neotropical Mammals: Conservation Opportunities in Agricultural Landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* 17:1-11.
- Dirzo, R., y P.H. Raven. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources* 28:137-167.
- Durant, S. M. 1998. Competition refuges and coexistence: and example from Serengeti carnivores. *Journal of Animal Ecology* 67:370-386.
- Emmons, L. H. 1984. Geographic variation in densities and diversities of Non-flying mammals in Amazonia. *Biotropica* 16:210-222.
- Environmental Systems Research Institute. 1996. ArcView GIS. Redlands, CA.
- 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.
- Gaines, W. L., A. L. Lyons, J. F. Lehmkuhl, y K. J. Raedeke. 2005. Landscape evaluation of female black bear habitat effectiveness and capability in the North Cascades, Washington *Biological Conservation* 125:411-425.

- Gehring, T. M., y R. K. Swihart. 2003. Body size, niche breadth, and ecologically scaled responses to habitat fragmentation: mammalian predators in an agricultural landscape. *Biological Conservation* 109:283-295.
- Gertsev A.I., y V.V. Gertseva. 2004. Classification of mathematical models in ecology. *Ecological Modeling* 178:329-334.
- Guisan, A., y W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution, offering more than simple habitat model. *Ecology Letters* 8:993-1009.
- Guisan, A., y N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modeling* 135:147-186.
- Hatten, J. S., A. Averill-Murray, y W. Van Pelt. 2005. A spatial model of potential jaguar habitat in Arizona. *Journal of Wildlife Management* 69:1024-1033.
- 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 condición actual, historia natural y prioridades para su conservación* (R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewics, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson, y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura/Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, México, D. F.
- INEGI. 2005. II Censo de población y vivienda 2005.
<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/conteos/conteo2005>
- Jorgensen, J. P. 1995. Maya subsistence hunters in Quintana Roo, Mexico. *Oryx* 29:49-57.
- Karanth, K. U., y M. E. Sunquist. 1995. Prey selection by tiger, leopard, and dhole in tropical forests. *Journal Animal Ecology* 64:439-450.

- 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.
- Kie, J. G., R. T. Bowyer, M. C. Nicholson, B. B. Boroski, y E. R. Loft. 2002. Landscape heterogeneity at differing scales: effects on spatial distribution of mule deer. *Ecology* 83:530-54.
- 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.
- 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.
- Lidicker Jr. W. Z., y W. D. Koenig. 1996. Responses of terrestrial vertebrates to habitat edges and corridors. Pp. 85-109, en *Metapopulations and wildlife conservation* (D. R. McCullough, ed.). Island Press, Washington, D.C.
- Lyons, A., W. L. Gaines, y C. Servheen. 2003. Black bear resource selection in the northeast Cascades, Washington. *Biological Conservation* 113:55-62.
- Martinez. M., y C. Galindo-Leal. 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: Clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica* 71:7-32.
- McCullagh, P., y J. A. Nelder. 1989. *Generalized Linear Models*. Segunda edición. Chapman & Hall, Londres.
- Miller, B., B. Dugelby, D. Foreman, C. Martinez del Río, R. Noss, M. Phillips, R. Reading, , M. Soulé, J. Terborgh, y L. Willcox. 2001. The Importance of Large Carnivores to Healthy Ecosystems. *Endangered Species UPDATE* 18:202-210.

- 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.
- Milne, D.J., A. Fisher, y C. R. Pavey. 2006. Models of the habitat associations and distributions of insectivorous bats of the Top End of the Northern Territory, Australia. *Biological Conservation* 130:370-385.
- 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.
- 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. *Conservation Biology* 17:1276-1289.
- 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.
- 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.

- Oliver, F., y S. J. Wotherspoon. 2006. Modelling habitat selection using presence-only data: Case study of a colonial hollow nesting bird, the snow petrel. *Ecological Modelling* 195:187-204.
- Ortega-Huerta, M. A., y K. E. Medley. 1999. Landscape analysis of jaguar (*Panthera onca*) habitat using sighting records in the Sierra de Tamaulipas, Mexico. *Environmental Conservation* 26:257-269.
- 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.
- R Development Core Team. 2004. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, en: <http://www.R-project.org/>.
- 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.
- Reed, D. H. 2004. Extinction risk in fragmented habitats. *Animal Conservation* 7:181-191.
- Riley, S. J., y R. A. Malecki. 2001. A landscape analysis of cougar distribution and abundance in Montana, USA. *Environmental Management*, 28:317-323.
- Roy Chowdhury, 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.
- Sanderson, E. W., K. H. Redford, C. Chetkiewicz, R. A. Medellín, A. R. Rabinowitz, J. G. Robinson, y A. B. Taber. 2002. Planning to save a species: the case for the jaguar, *Panthera onca*. *Conservation Biology* 16:58-72.

- 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.). 2000. 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), Distrito Federal, México.
- Seymour, K. L. 1989. *Panthera onca*. Mammalian Species 340:1-9.
- Shivik, J. A. 2006. Tools for the edge: what's new for conserving carnivores. *BioScience* 56:253-259.
- 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.
- Steneck, R. S. 2005. An Ecological Context for the Role of Large Carnivore in Conserving Biodiversity: Pp. 9-33 en *Large Carnivores and the Conservation of Biodiversity* (J. C. Ray, K. H. Redford, R. S. Steneck, y J. Berger. Eds). Island Press, Covelo CA.
- Terborgh, J., J. Estes, P. Paquet, K. Ralls, D. Boyd, B. Miller, y R. Noss. 1999. Role of top carnivores in regulating terrestrial ecosystems. Pp. 39-64 en *Continental conservation: Scientific foundations of regional reserve networks* (M. Soulé y J. Terborgh, eds). Island Press, Covelo CA.
- Terborgh, J. 2005. The green world hypothesis Role of top carnivores in regulating terrestrial ecosystems. Pp. 82-99 en *Large Carnivores and the Conservation of Biodiversity* (J. C. Ray, K. H. Redford, R. S. Steneck, y J. Berger. Eds). Island Press, Covelo CA.

- Treves, A., y K. U. Karanth. 2003. Human-carnivore conflict and perspectives on carnivore management worldwide. *Conservation Biology* 17:1491-1499.
- 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.
- Van Horne, B. 2002. Approaches to habitat modelling: The tensions between pattern and process, and between specificity and generality. Pp. 63-72, en *Predicting species occurrences* (J. M. Scott, P. J. Heglund, M. L. Morrison, J. B. Haufler, M. G. Raphael, W. A. Wall, y F. B. Samson, eds). Island Press. Washington, D. C.
- 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.
- Waller, J. S., y C. Servheen. 2005. Effects of transportation infrastructure bears in Northwestern Montana. *Journal of Wildlife Management* 69:985-1000.
- White, G. C., y R. A. Garrot. 1990. *Analysis of Wildlife Radio-tracking Data*. Academic Press, San Diego, CA.
- Wikramanayake, E., M. McKnight, E. Dinerstein, A. Joshi, B. Gurung, y D. Smith. 2004. Designing a conservation landscape for tigers in human-dominated environments. *Conservation Biology* 18:839-844.
- Woodroffe, R. 2000. Predators and people using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation* 3:165-173.

Woodroffe, R., y J. R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected -areas. *Science* 280:2126-2128.

Cuadro 1. Composición de los principales tipos de vegetación y uso de suelo en la región de Caoba (escala local) y en el sur de Campeche y Quintana Roo (escala regional).

Tipo de Vegetación y Uso de Suelo	Registros de Jaguar		Escala Local		Escala Regional	
	<i>n</i>	%	Superficie (km ²)	%	Superficie (km ²)	%
Vegetación Natural						
Selva Alta y Mediana	188	60.6	495.0	46.0	20210.8	45.0
Selva Mediana Caducifolia					3781.3	8.4
Selva Baja					212.6	0.5
Selva Inundable	46	14.8	188.0	17.5	7676.7	17.1
Otros hábitat	0	0	30.3	2.8	2733.3	6.1
Ambientes Modificados						
Vegetación secundaria	72	23.2	171.9	16.0	4945.8	11.0
Pastizal	4	1.3	155.0	14.4	3776.2	8.4
Cultivo	0	0	31.1	2.9	1233.9	2.7
Urbano	0	0	3.4	0.3	66.0	0.1
Área sin vegetación aparente					22.8	0.1
Cuerpo de Agua			1.8	0.2	238.0	0.5
Total	310		1076.4		44897.5	

Cuadro 2. Selección del uso de hábitat por tipo de vegetación y uso de suelo. Prueba de Z de Bonferroni indican: E = evitado, P = proporción y S = seleccionado.

Variable del Paisaje	Registros %	Z de Bonferroni		
		Esperado	Observado	
a)				
Ambientes Naturales	77.1	0.599	0.771	S
Ambientes Modificados	22.9	0.401	0.229	E
$X^2= 38.3, gl = 1, P < 0.05$				
b)				
Tipos de Vegetación y Uso de Suelo				
Selva alta y mediana	58.7	0.461	0.587	S
Selva inundable	18.4	0.110	0.184	S
Otros hábitat	0.0	0.028	0.000	E
Vegetación secundaria	21.6	0.225	0.216	P
Potrero	1.3	0.144	0.013	E
Cultivo	0.0	0.029	0.000	E
Urbano	0.0	0.003	0.000	E
$X^2= 82.1, gl = 6, P < 0.05$				

Cuadro 3. Efecto de la carretera y poblados sobre la selección del uso de hábitat del jaguar en la región de Caoba (escala local). Prueba Z de Bonferroni indican: E = evitado, P = proporción y S = seleccionado.

Distancia (m)	Carretera ¹		Z de Bonferroni			Poblados ²		Z de Bonferroni		
	n	%	Observado	Esperado	E	n	%	Observado	Esperado	E
500	2	0.7	0.007	0.065	E	0	0.0	0.000	0.004	E
1000	4	1.5	0.015	0.063	E	1	0.4	0.000	0.011	E
1500	6	2.2	0.022	0.062	P	1	0.4	0.005	0.018	E
2000	9	3.3	0.033	0.062	P	0	0.0	0.000	0.026	E
2500	4	1.5	0.015	0.062	E	1	0.4	0.009	0.033	P
3000	6	2.2	0.022	0.061	P	8	3.4	0.005	0.041	P
3500	11	4.1	0.041	0.061	P	5	2.1	0.028	0.046	P
4000	9	3.3	0.033	0.061	P	7	2.9	0.037	0.050	P
4500	16	5.9	0.059	0.061	P	4	1.7	0.023	0.055	P
5000	16	5.9	0.059	0.060	P	10	4.2	0.056	0.060	P
5500	14	5.2	0.052	0.060	P	9	3.8	0.042	0.066	P
6000	18	6.6	0.066	0.058	P	11	4.6	0.042	0.071	P
6500	20	7.4	0.074	0.053	P	20	8.4	0.074	0.077	P
7000	16	5.9	0.051	0.049	S	23	9.7	0.065	0.082	P
7500	27	10.0	0.100	0.046	S	38	16.0	0.158	0.088	P
8000	42	15.5	0.155	0.042	S	36	15.1	0.167	0.089	P
8500	30	11.1	0.111	0.038	S	29	12.2	0.116	0.091	S
9000	21	7.7	0.077	0.036	S	35	14.7	0.172	0.093	S

¹ $\chi^2 = 209.49$, gl = 16, $P < 0.05$

² $\chi^2 = 75.6$, gl = 16, $P < 0.05$

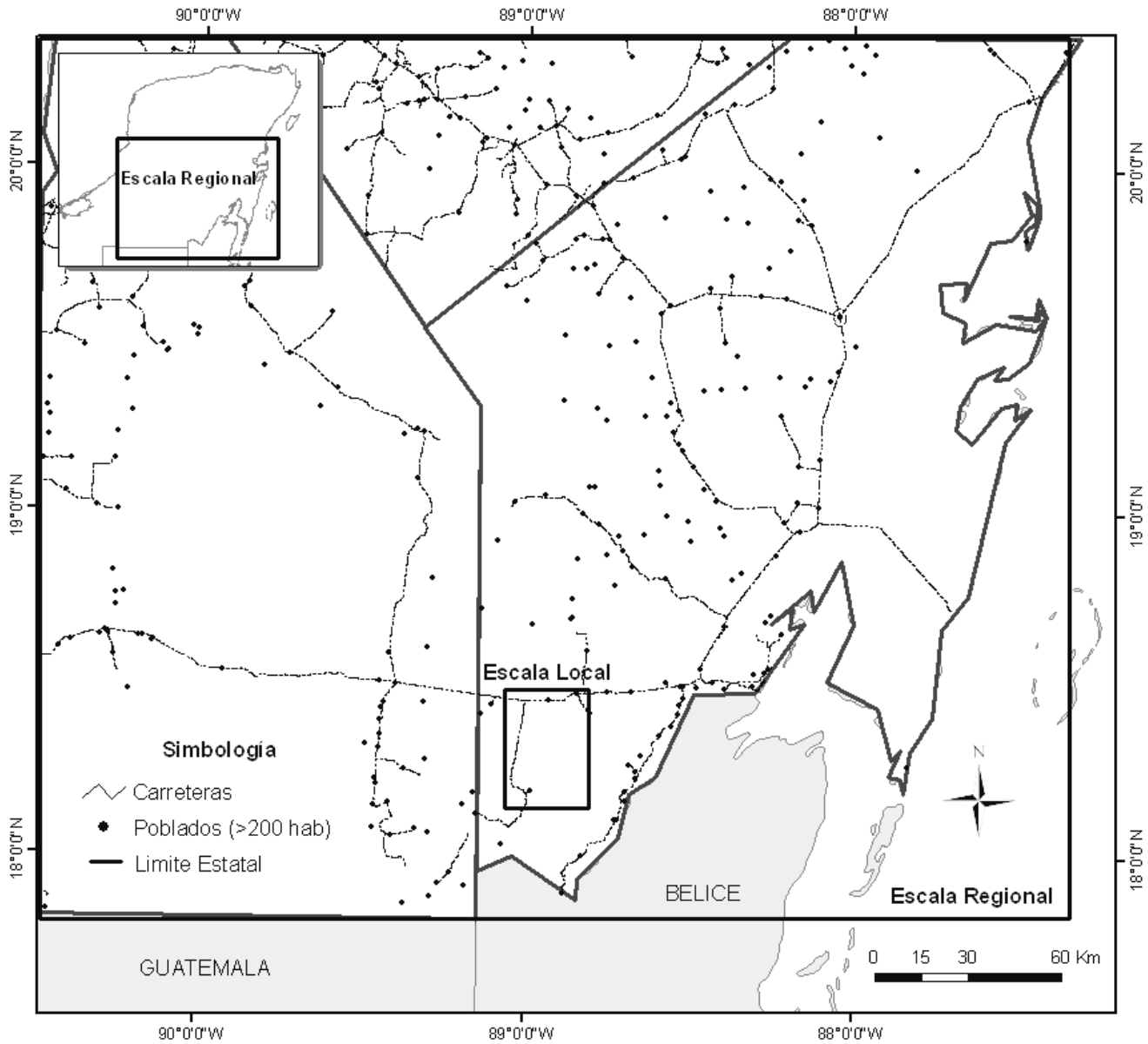
Cuadro 4. Estimados de los parámetros del Modelo Lineal Generalizado generado para estimar la probabilidad de ocurrencia de jaguar en el sur de la Península de Yucatán.

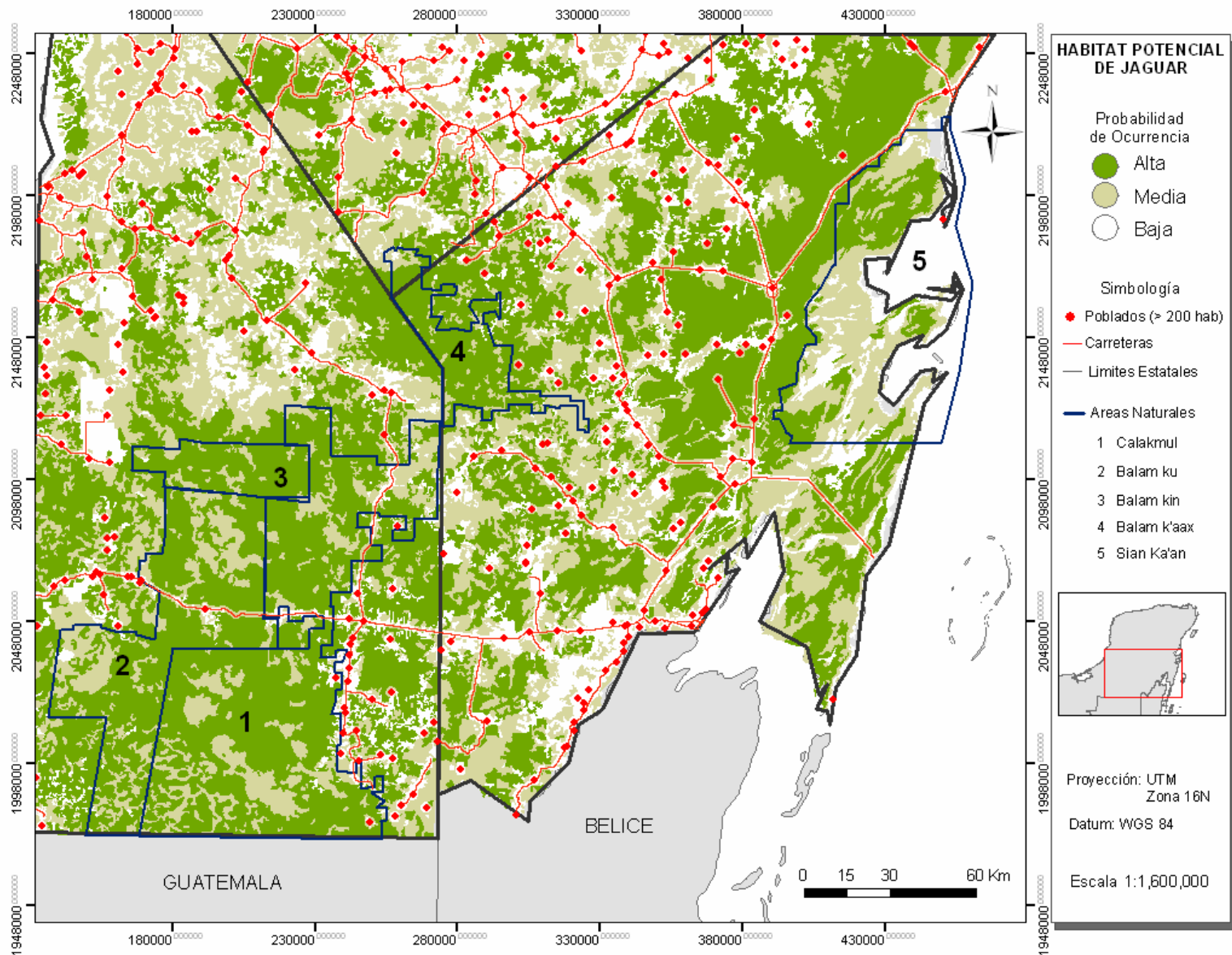
Termino	Coficiente	S.E.	P
Constante	-3.973e+00	9.673e-01	0.000040
Carretera	8.237e-04	2.327e-04	0.000400
Poblado	3.111e-04	7.997e-05	0.000100
Vegetación			
Ambientes modificados	0.0	0.0	--
Bajo	1.056e+00	1.132e+00	0.350905
Otros Hábitat	-1.723e+01	1.394e+03	0.990136
Selva Alta y Mediana	5.820e-02	9.593e-01	
Vegetación Secundaria	1.879e-01	1.079e+00	0.861750
Carretera:Poblado	-1.069e-07	1.472e-08	3.80e-13
Carretera:Vegetación (Bajo)	6.391e-05	2.402e-04	0.790193
Carretera:Vegetación (Otros Hábitat)	7.678e-04	1.160e-01	0.994720
Carretera:Vegetación (Selva Alta y Mediana)	4.269e-04	2.152e-04	0.047348
Carretera:Vegetación (Vegetación Secundaria)	3.606e-04	2.230e-04	0.105879
Devianza total = 859.5 g.l. = 619			
Devianza residual = 663.5 g.l. = 608			

Leyenda de Figuras

Figura 1. Localización del área de estudio a escala local (Ejido Caoba) y escala regional (sur de Campeche y Quintana Roo) al sur de la Península de Yucatán, México.

Figura 2. Distribución del hábitat potencial disponible para el jaguar en el sur de la Península de Yucatán, México.





CONCLUSIONES GENERALES

- La mayoría de los estudios con jaguar se han enfocado en los patrones de alimentación, uso de hábitat y ámbito hogareño de jaguar en el interior de las áreas protegidas.
- General información científica sólida sobre los requerimientos de hábitat del jaguar en los nuevos paisajes modificados por el hombre es fundamental para el diseño de estrategias de conservación del jaguar.
- El jaguar usa con mayor frecuencia ambientes con cobertura forestal, como las selvas altas y medianas y evita ambientes modificados con alto impacto humano como los campos agrícolas o pecuarios.
- Las carreteras y poblados tienen un efecto negativo sobre la distribución espacial del jaguar.
- El hábitat potencial del jaguar presenta un gradiente de suroeste a noroeste en el sur de la Península de Yucatán. La mayor superficie de hábitat se localiza en el sur de Campeche, debido al bajo desarrollo en infraestructuras en comparación con el sur de Quintana Roo.
- Se reconoce el papel que tienen los ejidos forestales en la Península de Yucatán en el mantenimiento de la cobertura forestal y en la conservación del jaguar.

- Los componentes social y de educación deben ser considerados siempre en toda estrategia de conservación. La población humana que coexiste con el jaguar debe ser reconocida como parte del problema y de las soluciones y ser considerada en la toma de decisiones.
- Es necesario reforzar los esquemas de zonificación y ordenamiento territorial, para evitar el desarrollo de infraestructuras próximas a un área prioritaria de conservación del jaguar.