



# Abundancia de Jaguares en La Gloria-El Lechugal, Zona de Usos Múltiples, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala

2007

José Moreira, Roan B. McNab, Daniel Thornton, Rony García,  
Gabriela Ponce-Santizo, Jeremy Radachowsky

WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY - Programa Guatemala  
WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY - Programa para la Conservación del Jaguar



BAREN COMERCIAL



Global Heritage Fund



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

This report is made possible by the generous support of the American people through the United States Agency for International Development (USAID). The contents are the responsibility of the Wildlife Conservation Society and do not necessarily reflect the views of USAID or the United States Government

## Contenido

Introducción .....	3
Métodos.....	4
Área de estudio .....	4
Diseño de muestreo .....	5
Análisis de los datos.....	8
Resultados.....	9
Discusión.....	12
Agradecimientos.....	14
Referencias.....	15

## Introducción

El jaguar (*Panthera onca*) es el felino más grande y majestuoso de América y presenta una gran importancia para los ecosistemas debido a su papel como depredador en el tope de la cadena alimenticia. El ámbito del jaguar ha disminuido 50% de su distribución histórica (Sanderson et al. 1999) y las poblaciones de jaguares enfrentan amenazas debidas principalmente a la pérdida de hábitat, pérdida de presas y persecución cuando interactúan con los intereses de los seres humanos. La Reserva de la Biosfera Maya (RBM) en Guatemala es una de las regiones más importantes para la conservación del jaguar en Mesoamerica, y ha sido identificada (junto con áreas protegidas de la “Selva Maya” adyacentes de México y Belice) por el Programa para la Conservación del Jaguar (*Jaguar Conservation Program -JCP-*) como Unidad para la Conservación del Jaguar (JCU)<sup>1</sup> (Marieb 2003). A pesar que se han realizado varios estudios sobre jaguares en ciertas localidades de la RBM, el estado de las poblaciones de jaguar en grandes partes de la reserva sigue siendo desconocido. Una de las áreas que tiene el potencial de mantener una población grande de jaguares debido a su ubicación remota y gran extensión de bosque continuo es el Área Natural y Cultural de Mirador-Río Azul<sup>2</sup>. Sin embargo, no existe información sobre la ecología y biología de las poblaciones de jaguar y de sus presas en esta área.

En esta investigación determinamos la abundancia de jaguares en un área de la Zona de Usos Múltiples adyacente al Parque Nacional Mirador- Río Azul utilizando trampas cámara combinado con modelos de captura-marca-recaptura. También comparamos la abundancia de jaguares encontrada en este estudio con otros sitios de la RBM que han sido estudiados utilizando metodología similar (p.ej. Parque Nacional Tikal). Estas comparaciones son de suma importancia para identificar las poblaciones de jaguares más importantes en la RBM y ayudar a identificar los factores primarios que determinan la distribución y abundancia de jaguares.

---

<sup>1</sup> JCU (Jaguar Conservation Unit): áreas identificadas como importantes para la sobrevivencia a largo plazo de los jaguares. Un área JCU se define como: *Tipo 1.* un área con una comunidad estable de presas, en la que se conoce o se cree que contiene una población residente de jaguares suficientemente grande (por lo menos 50 individuos reproductivos) para ser potencialmente auto-sostenible en los próximos 100 años, o *Tipo 2.* áreas con menos jaguares pero con un hábitat adecuado y una base de presas estable y diversa, en la que las poblaciones de jaguares pueden incrementar si se disminuyen las amenazas.

<sup>2</sup> El Área Natural y Cultural de Mirador- Río Azul está compuesta por el Parque Nacional Mirador-Río Azul, las unidades de manejo de la Zona de Usos Múltiples adyacentes al parque, y aquellas que influyen en el área por contener las rutas de acceso al parque.

Los datos colectados también serán utilizados para mejorar el modelo espacial de calidad de hábitat que está siendo desarrollado como parte del Programa de Paisajes Vivientes de WCS Programa para Guatemala. Este modelo espacial combina mapas de características biofísicas del paisaje con amenazas humanas, y puede ser utilizado como una herramienta para identificar los sitios y las amenazas principales que deben ser priorizados en las intervenciones en el campo necesarias para garantizar la presencia de jaguares a través de la zona de estudio, y de toda la RBM.

## **Métodos**

### ***Área de estudio***

La investigación se llevó a cabo en la parte norte de la Concesión Industrial La Gloria, y en la parte sur de la Unidad de Manejo El Lechugal, dentro de la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya (Fig. 1). La Concesión Industrial “La Gloria” le fue otorgada en 1999 a la empresa Baren Comercial. La Concesión tiene una extensión de 66,458 ha, de las cuales el 81.73% corresponde a bosque alto con potencial forestal maderable, el 16.44% corresponde a bosque con vegetación baja, y el resto (1,213 ha) incluye lagunas, aguadas y otras fuentes de agua (Fig. 2). El plan forestal de manejo para La Gloria permite una extracción de 1,800 a 2,500 ha al año, en un ciclo de corta de 25 años. El área de manejo El Lechugal no está siendo manejada activamente por ningún concesionario, sin embargo una significativa extracción de productos no maderables están siendo extraídos del área. El área de manejo El Lechugal comprende 24,636 ha.

El territorio de la concesión forestal La Gloria y la unidad de manejo El Lechugal forma parte de un extenso macizo forestal constituido por bosque húmedo subtropical limitando al norte con el Parque Nacional Mirador Río Azul; al oeste con el Corredor Biológico Laguna del Tigre-El Mirador y las concesiones forestales comunitarias de AFISAP, Carmelita y La Pasadita; al este con Uaxactún; y al sur con el Parque Nacional Tikal y el Biotopo San Miguel La Palotada- El Zotz<sup>3</sup>. Schulze y Whitacre (1999) reconocieron 11 tipos de hábitat en la RBM basados en las variables de ubicación topográfica, pendiente, contenido de barro en

---

<sup>3</sup> Un Biotopo es un área protegida con la misma clasificación que un Parque Nacional. Todos los Biotopos son manejados por el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

el suelo, y contenido de rocas. Estos hábitat pueden ser simplificados en tres categorías; bosque alto, bosque bajo, y bosque de transición. El bosque alto se encuentra en áreas bien drenadas y se caracteriza por un dosel cerrado de árboles altos. El bosque bajo tiene un dosel bajo y más abierto, sotobosque espeso y se inunda estacionalmente. El bosque de transición consiste en el estado intermedio entre bosque alto y bajo (Novack 2003). La temperatura media anual es 21-24°C, y la precipitación promedio anual es 1350 mm, con una marcada estación seca de diciembre-abril cuando la precipitación media mensual es 60 mm (Ponce 2004). Durante la época seca, el agua superficial es limitada, encontrándose solamente en pequeños cuerpos de agua permanentes denominados “aguadas”. La altitud se encuentra entre los 100 a 200 msnm.

### ***Diseño de muestreo***

Los jaguares son animales elusivos y con hábitos nocturnos, lo que hace difícil estudiarlos a nivel poblacional. Métodos tradicionales usados para estimar densidades absolutas de mamíferos mayores (p.ej. Transectos lineales, conteo de huellas) son inapropiados para obtener datos confiables sobre la ecología de estas especies. Por esta razón, utilizamos un método estándar basado en el registro fotográfico de individuos de jaguares obtenida por medio de trampas cámaras (Karanth & Nichols 1998). El método para estimar densidades de animales con trampas cámara está basado en modelos tradicionales de captura-marca-recaptura de cada individuo, en donde una recaptura consiste en que el mismo individuo sea fotografiado en diferentes fechas durante un determinado tiempo de muestreo (Karanth & Nichols 1998; Karanth 1995; Otis et al. 1978). Jaguares individuales son identificados por sus patrones de manchas en forma de roseta que son obtenidas a través de las fotografías de las trampas cámaras, esta información es utilizada para desarrollar la “historia de captura” de cada individuo en el área de estudio. La historia de captura consiste en series de 1 y 0, donde 1 indica cuando un individuo fue fotografiado en un período de tiempo determinado, y 0 indica cuando no se obtuvieron fotografías en ese período de tiempo. Las historias de captura son utilizadas para el ingreso de datos en el programa estadístico de captura-marca-recaptura para estimar la abundancia. Este método ha sido perfeccionado por Karanth & Nichols (1998) para estimar abundancias de tigres (*Panthera tigris*) en la India. Actualmente, este método ha sido usado en varios países para estimar abundancias de jaguares a lo largo de su distribución (Maffei et al. 2004; Silver et al. 2004; Wallace et al. 2003; Salom-Pérez et al. 2007).

Para realizar esta investigación utilizamos el protocolo estandarizado para el muestreo de jaguares propuesto por el Programa para la Conservación del Jaguar (JCP) (Silver 2004). El diseño del estudio y el análisis de los datos se basaron en las publicaciones de Karanth & Nichols (1998) y Nichols & Karanth (2002).

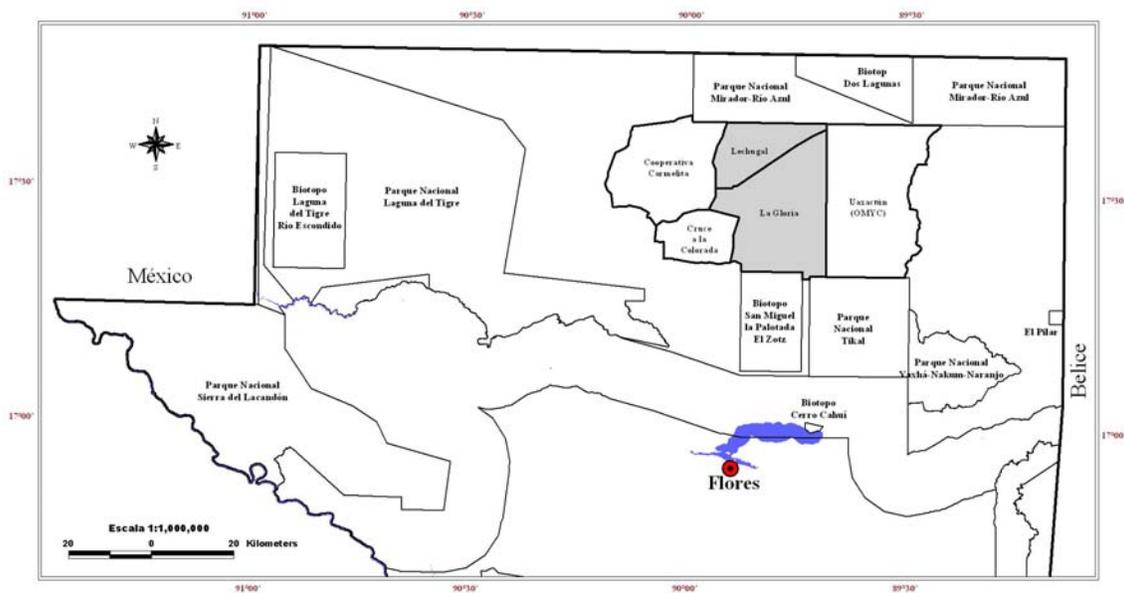


Figura 1. Mapa con las dos unidades de manejo descritas.

Para medir la abundancia de jaguares utilizamos 33 estaciones de trampeo en un período de muestreo de 46 días. Durante los primeros 20 días de muestreo solamente 30 de las 33 estaciones de trampeo fueron colocadas. Después añadimos a la red de muestreo dos estaciones más, y luego de tres días, colocamos una estación adicional, haciendo un total de 33 estaciones de trampeo. Cada estación de trampeo consiste en dos cámaras (Leaf River™ modelo C-1BU con cámara Canon® Sure Shot Owl) situadas a los costados de los caminos o senderos, permitiendo fotografiar los dos flancos de cada individuo. Para cumplir con el supuesto que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser capturados por las trampas cámaras, las estaciones de trampeo se distribuyeron espaciadas no más de 2.5 km. Esta distancia lineal está basada en el ámbito de hogar mínimo reportado para un jaguar hembra en Belice (Silver 2004). El tiempo efectivo de muestreo fue de 46 días. La ubicación exacta de cada estación de trampeo fue seleccionada en base a la presencia de signos de animales (p.ej. huellas, excretas,

rascados) como indicadores. Las estaciones de trampeo fueron colocadas sobre caminos para vehículos (17 estaciones) y senderos (16 estaciones).

Cuando un animal pasa por el área de detección de la trampa cámara, su movimiento y temperatura es detectada por un sensor, este sensor activa la cámara y se toma la fotografía. Las trampas cámaras fueron programadas para tomar fotografías durante 24 horas con un intervalo entre fotografías de 1 minuto. Para evitar problemas mecánicos en las cámaras debido a la humedad, se colocó un techo de lámina sobre cada trampa cámara. Adentro de la caja del sensor colocamos dos sobres de sílica gel desecante. Debido a los altos niveles de actividad humana en el área, cada trampa cámara fue amarrada a un árbol por medio de un cable de acero. Además, contratamos a 7 personas de la comunidad de Carmelita y los ubicamos en tres campamentos situados en las periferias del área de estudio. La función principal de los comunitarios consistió en cuidar las trampas cámara durante los 46 días de muestreo y explicar el propósito de la investigación a los cazadores y xateros que frecuentan el área.

Las trampas cámara fueron revisadas por los investigadores principales cada 5-10 días. Durante este período de tiempo se procedió a cambiar los rollos (35mm ASA 400), baterías (energizer®), y se tomó una fotografía de prueba para asegurar el buen funcionamiento del sensor y cámara. Si alguna trampa cámara se encontraba defectuosa, ésta fue reemplazada por otra en buen estado.

Después de 30 días de muestreo, colocamos un atrayente olfativo (Obsession de Calvin Klein para hombre) en 17 estaciones de trampeo seleccionadas al azar. Rociamos el atrayente en wipe comercial y posteriormente lo amarramos a una estaca. Cada estaca fue insertada en el suelo en medio de las dos trampas cámara. Para evitar la rápida diseminación del atrayente, clavamos la mitad de un bote plástico en la parte superior de la estaca, procurando que el wipe quedara protegido de la lluvia. Durante cada revisión (5-10 días), rociamos tres veces el wipe con el atrayente.

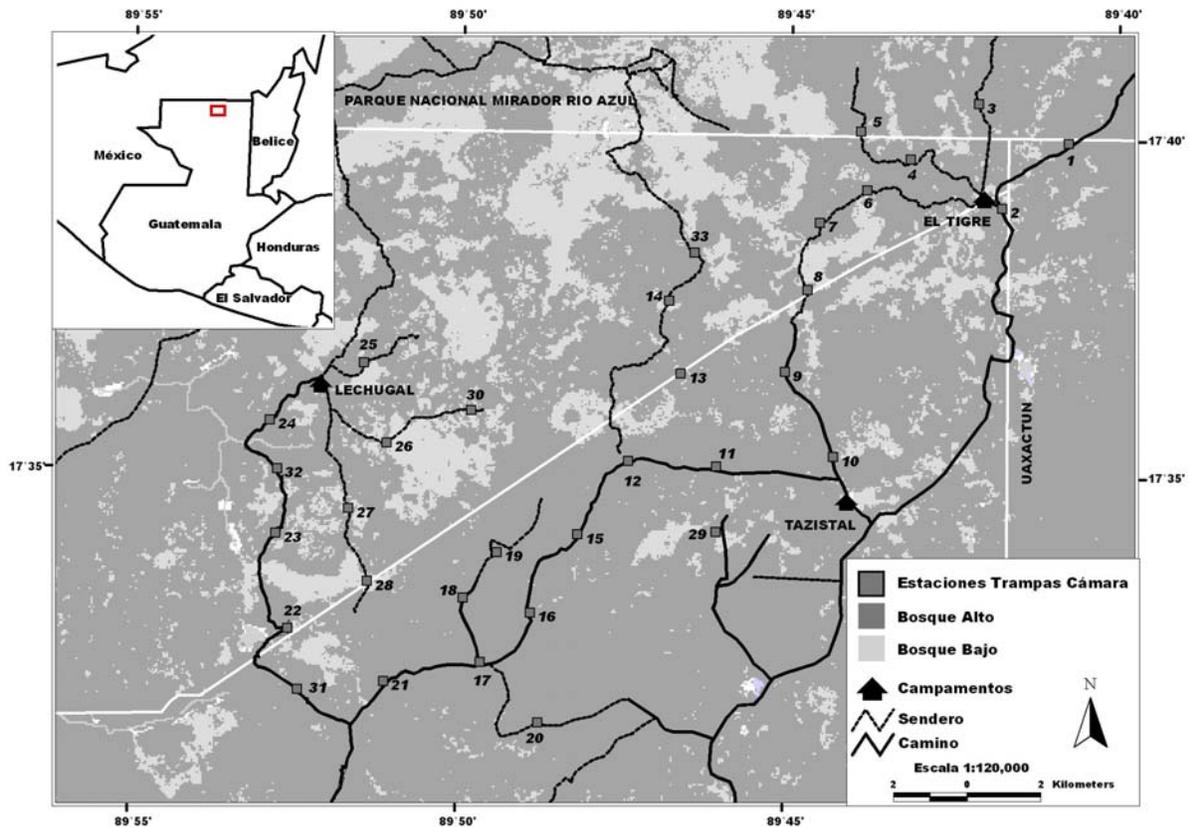


Figura 2. Ubicación de campamentos y estaciones de trampeo (numeradas) utilizadas para estimar la abundancia de jaguares en el área de La Gloria-El Lechugal. Reserva de la Biosfera Maya. Inserto mapa de Guatemala con la ubicación del área de estudio.

## **Análisis de los datos**

Los historiales de captura de cada uno de los individuos reportados fueron combinados en una sola matriz y analizados con el programa CAPTURE (Otis et al. 1978; Rexstad & Burnham 1991) para estimar la abundancia. El programa CAPTURE asume que la población es cerrada para el área de estudio, es decir, sin nacimientos, muertes, migraciones y emigraciones durante el muestreo. Dada la corta duración del estudio comparado con el ciclo de vida de los gatos grandes, tenemos la certeza que este supuesto fue cumplido. Este supuesto fue confirmado por medio del análisis realizado con CAPTURE. Además, el estudio se realizó durante 46 días, un tiempo incluso menor al recomendado para muestrear una población cerrada de felinos (Karanth & Nichols 1998; Nichols & Karanth 2002).

El programa CAPTURE aplica una serie de modelos para generar estimaciones de abundancia basándose en el número de individuos capturados y la proporción de recapturas. CAPTURE indica cuál de los modelos es el más apropiado dado el conjunto de datos. Los modelos varían de acuerdo a las fuentes de variación en probabilidad de captura, incluyendo diferencias entre individuos (p.ej. debido a sexo, edad, movimientos, dominancia, actividad), variación en el tiempo, cambios de comportamiento debido a la captura (el flash de las cámaras puede afectar su comportamiento) y combinaciones de los factores anteriores. Para mayores detalles sobre estos modelos consultar Otis et al. (1978) y Karanth & Nichols (1998).

Para estimar la densidad de jaguares presentes en el área de estudio, dividimos la abundancia (estimada con CAPTURE) entre el área efectiva de trampeo. Para estimar el área efectiva de trampeo, cada estación de trampeo fue amortiguada por un círculo con radio igual a la mitad del promedio de las distancias máximas de movimiento ( $MMDM/2$ ). La distancia máxima de movimiento fue estimada para cada individuo que fue capturado en más de una estación. Luego calculamos el área total comprendida por todas las trampas-cámara y la zona de amortiguamiento para determinar el área efectiva de trampeo.

Para estimar si existen diferencias entre el número de foto-capturas de jaguares tomadas antes y después de colocar el atrayente olfativo, comparamos las tasas de captura (número de foto-capturas/número de trampas noche\*100) de jaguares en cada caso. Para estimar las abundancias relativas de otros mamíferos registradas durante el estudio, dividimos el número de eventos de captura entre el número total de trampas noche. Para determinar el número de eventos de foto-captura para cada especie, contamos las fotografías tomadas en la misma estación de muestreo separadas por menos de 1 hora como 1 evento. Debido a que los ocelotes (*Leopardus pardalis*) son identificados en base a sus manchas, la abundancia relativa fue calculada como el número de individuos únicos entre el número de trampas noche\*100.

## Resultados

Las trampas-cámara estuvieron activas por un período de 46 días, del 29 de abril al 13 de junio del 2007. El esfuerzo total de trampeo fue 1455 trampas/noche. Durante el estudio

colocamos 33 estaciones de trampeo cubriendo un Polígono Mínimo Convexo de 128 km<sup>2</sup>. El área efectiva de muestreo (incluyendo la zona de amortiguamiento para cada estación de muestreo) abarcó 390.33 km<sup>2</sup>.

## JAGUARES:

Registramos 22 foto-capturas de 6 individuos de jaguares (4 machos y 2 hembras). Los machos M1 y M3 fueron capturados en dos ocasiones cada uno. Los machos M2 y M4 tuvieron seis y una captura respectivamente. Las dos hembras H1 y H2 fueron capturadas una sola vez. La distancia máxima promedio recorrida por los jaguares fueron 7.22 km. 68% de las foto-capturas de jaguares fueron tomadas por trampas cámaras localizadas en caminos de vehículos, y solamente el 32% por trampas cámaras localizadas en pequeños senderos.

Para el área de estudio estimamos una abundancia de 6 (ES  $\pm 2.59$ ) individuos utilizando el modelo M(h) de CAPTURE. Este modelo presentó un criterio de selección alto (0.96), y es frecuentemente recomendado como el modelo más realista biológicamente debido a que toma en cuenta la variación en la probabilidad de captura de los individuos. El intervalo de confianza al 95% estimado para la abundancia de jaguares fue de 6 a 21 individuos.

No hubo evidencia de violación al supuesto de una población cerrada (CAPTURE  $z=0.046$ ,  $p=0.5183$ ). La probabilidad de captura fue de 0.04. La densidad estimada fue de  $1.54 \pm 0.85$  jaguares por cada 100 km<sup>2</sup>.

La tasa de captura de jaguares antes de la colocación de Obsesión fue menor que la tasa de captura después de la colocación de éste (Cuadro 1). De las 10 foto-capturas de jaguares obtenidas después de la colocación de Obsession, 7 ocurrieron en estaciones de trampeo con presencia del atrayente, y tres ocurrieron en estaciones sin presencia del atrayente.

**Cuadro 1.** Comparación entre la tasa de captura de jaguares antes y después de la colocación de Obsession como atrayente.

<b>Presencia/Ausencia de Obsession</b>	<b>Foto-capturas</b>	<b>Trampas/noche</b>	<b>Tasa de captura*</b>
Presente	10	396	2.5252
Ausente	12	1059	1.1331
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>1455</b>	

\* Tasa de captura= (Foto-capturas/trampas noche)\*100

## ESPECIES PRESAS:

Además de la presencia de jaguares, por medio de las trampas cámara registramos un total de 19 especies de mamíferos y 5 especies de aves. Las abundancias relativas de las especies de mamíferos se presentan en el Cuadro 2. Obtuvimos un número considerable de fotocapturas de pumas (*Puma concolor*) las cuales serán analizadas en un futuro para estimar la densidad de esta especie. Basados en la identificación de individuos de ocelotes y el análisis con CAPTURE obtuvimos una densidad de  $20 \pm 3.76$  ocelotes por 100 km<sup>2</sup>. Además también se obtuvo una fotografía de cabro bayo (*Mazama pandora*), que es una especie recientemente descrita por Medellín et al. (1998) y es endémica de la península de Yucatán. También obtuvimos una fotografía del zorrillo manchado (*Spilogale putorius*), un residente raro del la Selva Maya capturado por una trampa-cámara por primera vez en un estudio de WCS Programa para Guatemala.

Cuadro 2. Abundancia relativa de mamíferos registrados por medio de trampas cámara en el área de La Gloria-Lechugal.

Nombre científico	Número de Eventos	Abundancia Relativa**
<i>Agouti paca</i>	10	0.687
<i>Conepatus semistriatus</i>	3	0.206
<i>Dasyprocta punctata</i>	21	1.443
<i>Didelphis sp</i>	44	3.024
<i>Eira barbara</i>	1	0.068
<i>Leopardus pardalis</i> (Ind)*	38	2.611
<i>Leopardus wiedii</i>	3	0.206
<i>Mazama americana</i>	4	0.274
<i>Mazama pandora</i>	1	0.068
<i>Nasua narica</i>	7	0.481
<i>Odocoileus virginianus</i>	2	0.137
<i>Panthera onca</i> (Ind)*	6	0.412
<i>Panthera onca</i>	22	1.512
<i>Pecari tajacu</i>	5	0.343
<i>Philander opossum</i>	1	0.068
<i>Puma concolor</i>	41	2.817
<i>Sciurus deppei</i>	6	0.412
<i>Spilogale putorius</i>	1	0.068
<i>Tapirus bairdii</i>	8	0.549
<i>Tayassu pecari</i>	1	0.068
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	44	3.024

\*Individuos

\*\*Abundancia Relativa: (Eventos de captura/1455)\*100 trampas noche

## Discusión

La densidad de jaguares estimada para el área de La Gloria-El Lechugal es la más baja reportada para jaguares hasta ahora (Cuadro 3). El Parque Nacional Tikal en Guatemala tuvo una densidad estimada aproximadamente tres veces mayor a la encontrada en este estudio. Varios factores pueden ser los determinantes de las grandes diferencias en las densidades estimadas entre estos dos sitios. Tikal es uno de los parques nacionales mejor protegidos en toda Guatemala, con un grupo de guardaparques que monitorea las actividades dentro del área protegida durante todo el año. Esta vigilancia reduce la presión de cacería para las presas de jaguares en Tikal, especialmente en el corazón del parque donde el estudio de trampas-cámara se llevo a cabo en el año 2005. Por el contrario, el área de La Gloria-EL Lechugal es un sitio sin monitoreo y con fácil acceso en vehículo durante la época seca. Durante el corto período de tiempo del estudio (46 días), encontramos varios grupos de cazadores y evidencia de cacería. Reportes adicionales de cazadores ingresando al área fueron informados por personal del comité de control y vigilancia de Uaxactún, antes, durante y después del estudio. Se ha encontrado que densidades altas de carnívoros están frecuentemente relacionadas con las densidades de presas (Karanth et al. 2004). Altos niveles de presión de cacería en La Gloria-El Lechugal podrían estar diezmando la abundancia de presas y jaguares.

Diferencias en la proporción de tipos de hábitat entre las dos localidades también pueden ser un factor que influye en las densidades de jaguar. Se considera que el hábitat preferido por los jaguares en la región es el bosque alto, y Tikal contiene una mayor proporción de bosque alto que La Gloria (91% a 82%). Además, la presencia de agua superficial en La Gloria-El Lechugal es menor que en Tikal, lo cual puede disminuir las densidades de jaguar y sus presas. Durante la época seca (en la que se realizó este estudio), el agua es un factor muy limitante y las presas del jaguar pueden expandir sus rangos de movimiento en busca de agua. Esto puede provocar que los jaguares se muevan en un área mayor para cazar, resultando en cambios estacionales en las densidades.

**Cuadro 3.** Estimación de densidades de jaguares (individuos por 100km<sup>2</sup>) en varios sitios a lo largo de su distribución con su correspondiente método.

Sitios	Densidad (100 km <sup>2</sup> )	Método	Cita
<b>La Gloria-Lechugal</b>	<b>1.54±0.85</b>	<b>Trampas-cámara</b>	<b>Este estudio</b>
Pantanal, Brasil	1.4	Radio-Telemetría	Crawshaw & Quigley 1991
Chamela-Cuixmala, México	1.7	Radio-Telemetría	Núñez et al. 2002
Mirador Río Azul, Guatemala	1.7	Trampas-cámara	Novack 2003
Darien, Panamá	1.8 & 4.8	Trampas-cámara	Moreno 2006
Madidi, Bolivia	2.84±1.78	Trampas-cámara	Wallace et al. 2003
Tucavaca, Bolivia	3.93±1.30	Trampas-cámara	Maffei et al. 2004
Cerro Cortado, Bolivia	5.11±2.10	Trampas-cámara	Maffei et al. 2004
Pantanal, Brasil	6.6	Telemetría-GPS	Soisalo & Cavalcanti 2006
PN Tikal, Guatemala	6.63±3.57	Trampas-cámara	García et al. 2006
Corcovado, Costa Rica	6.98±2.36	Trampas-cámara	Salom-Pérez et al. 2007
Chiquibul, Belice	7.48±2.74	Trampas-cámara	Kelly 2003
Cockscomb, Belice	8.80±2.25	Trampas-cámara	Silver et al. 2004
Gallon Jug Estate	11.28±2.66	Trampas-cámara	Miller & Miller 2005

Registramos un mayor número de foto-capturas de pumas que jaguares, lo que sugiere que los pumas tienen mayores abundancias que los jaguares en nuestro sitio de estudio. El puma es una especie muy flexible en términos de uso de hábitat y dieta, y posiblemente es capaz de lidiar con la mezcla de bajo y bosque transicional que está presente en el área de estudio. Pumas y jaguares no difieren mucho en el uso de presas en la RBM (Novack 2003), por lo que los potenciales altos números de pumas en nuestro sitio de estudio sugieren que la disponibilidad de presas puede no ser un factor limitante. Esto da soporte a la idea que las bajas densidades de jaguares en el área de estudio pueden ser debido a la falta de hábitat preferido o algún otro factor como la perturbación humana que disminuye las densidades de jaguar pero no influye al puma.

Basados en el número de foto-capturas, los jaguares prefieren utilizar caminos amplios para vehículos que pequeños senderos. Los jaguares comunican información sobre la propiedad de su territorio, sexo, estatus social y estado reproductivo principalmente por medio de rugidos, rasguños en el suelo, heces y marcas de olor en caminos (Rabinowitz & Nottingham 1986). Posiblemente estos signos permanecen durante más tiempo y son más visibles en caminos amplios, y les permite a los jaguares recorrer estas rutas y demarcar y vigilar su territorio en un corto período de tiempo comparado con los pequeños senderos.

El atrayente olfativo Obsession ha sido recomendado para incrementar la probabilidad de captura de jaguares, sin embargo hay pocos estudios empíricos que evalúen su utilidad. En

el presente estudio, se utilizó Obsession para aumentar la tasa de captura de jaguares, y también sirvió como atrayente para otras especies como ocelotes, pumas, tacuazines (*Didelphis* sp.) y tapires (*Tapirus bairdi*). En Panamá, Obsession ha sido utilizado exitosamente para atraer gatos y otros mamíferos a estaciones de trampas-cámara (Moreno 2000). La capacidad de Obsession para aumentar las tasas de captura es muy importante, pues uno de los mayores retos en los estudios de trampas-cámara con jaguares es obtener suficientes foto-capturas de individuos para lograr estimaciones fiables de abundancia. Sin embargo, se debe tener precaución al interpretar los resultados sobre la efectividad de Obsession como atrayente. Otros factores pueden haber influido paralelamente con la colocación de Obsession sobre los movimientos de los jaguares y las tasas de captura. Por ejemplo, la disminución en la presencia humana o el cambio en la cantidad de lluvia que ocurrió durante el mismo tiempo en el que se colocó Obsession en el área de estudio. De esta forma, estos otros factores pueden ser responsables del incremento de las tasas de captura observadas independientemente de la acción del atrayente olfativo. Además, Obsession puede no ser recomendable para estudios de trampas-cámara pues podría tener la tendencia de atraer jaguares que se encuentran fuera del área de estudio. Esto violaría el supuesto del análisis de captura-marca-recaptura y resultaría en un estimado erróneo de la densidad. Se necesitan más estudios para determinar si el uso de Obsession u otros atrayentes olfativos pueden ser útiles para estudios con trampas-cámara, sin embargo, los resultados iniciales de este estudio prometen incrementos en las tasa de captura utilizando este método.

Consideramos extremadamente importante vincular a personas comunitarias en la realización de futuros estudios con trampas cámara en la Reserva de la Biosfera Maya. Gracias al arduo trabajo de 7 miembros de Carmelita, en la presente investigación no tuvimos pérdidas de equipo por vandalismo. En comparación, 6 trampas cámara fueron robadas en el Parque Nacional Tikal durante los 35 días de muestreo, estudio durante el cual no existió presencia permanente de personas que revisaran las estaciones de trampeo. Los 7 comunitarios contratados desempeñaron un papel fundamental en el cuidado y protección de las trampas cámara, hablando con cazadores y personas ajenas al estudio para evitar la pérdida de datos y equipo.

El área de La Gloria-El Lechugal se encuentra en el centro de la Reserva de la Biosfera Maya, por lo que es de suma importancia continuar con los esfuerzos de protección del

hábitat para la integridad de toda la reserva. A pesar que los jaguares no presentan densidades altas en esta área, el gran número de fotocapturas de otras especies importantes como pumas, ocelotes, tapires, e incluso, fotocapturas de especies raras en caminos como jabalís (*Tayassu pecari*) y una especie endémica como el cabro bayo, demuestran la importancia ecológica del área de La Gloria-El Lechugal. Recomendamos seguir utilizando el método de trampas cámara para obtener información sobre abundancia y densidad de jaguares, ya que es una técnica no invasiva que permite obtener resultados robustos y confiables sobre patrones de actividad y abundancias relativas de numerosas especies.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Global Heritage Fund y al Jaguar Conservation Program de la Wildlife Conservation Society por el soporte financiero y técnico brindado para la realización de la presente investigación. Agradecemos al Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), al Instituto de Antropología e Historia (IDAEH), a la Concesión Industrial BAREN Comercial, a la Cooperativa Carmelita y a la Asociación BALAM por las facilidades brindadas para llevar a cabo este estudio. Agradecemos al Centro de Monitoreo y Evaluación del CONAP por el apoyo técnico para la elaboración de los mapas. Agradecemos a Josie Thompson y Donna Fertig por su paciencia y ayuda en el traslado de las trampas cámara de los EEUU a Guatemala y a Merlina Barnes por su amable colaboración en la clasificación y escaneo de las fotografías. Agradecemos en especial a Donna Fertig por la revisión preliminar de las trampas cámara y por el levantamiento de la base de datos para el control de las mismas. Agradecemos el apoyo de los técnicos de campo de WCS-Guatemala Francisco Córdova y Jeovany Tut, por su colaboración en el mapeo de caminos. Agradecemos el apoyo de la Agency for International Development (USAID/Guatemala). Finalmente quisiéramos agradecer al Lic. Carlos Barrios Quan y al Ing. Carlos Díaz por el interés mostrado en la realización de este estudio, su apoyo fue fundamental para culminar esta investigación.

## **Referencias**

Crawshaw, Jr. & H. Quigley. 1991. Jaguar spacing, activity, and habitat use in a season-ally flooded environment in Brasil. *Journal of Zoology*. 223:357-370.

Informe de auditoria anual 2006 de Manejo Forestal de Barrios enlace Comercial Cia. Limitada. En: Unidad de Manejo La Gloria, Zona de Usos Múltiples, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Smartwood-Rainforest Alliance. 14 pp.

García, R., R. McNab, J. Soto, J. Radachowsky, J. Moreira, C. Estrada, V. Méndez, D. Juárez, T. Dubón, M. Córdova, F. Córdova, F. Oliva, G. Tut, K. Tut, E. González, E. Muñoz, L. Morales & L. Flores. 2006. Los jaguares del corazón del Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. Informe interno. Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS-Guatemala). 12 pp.

Karanth K. 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71: 333-338.

Karanth, K. & J. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79, 2852-2862.

Karanth, K., J. Nichols, N. Kumar, W. Link & J. Jines. 2004. Tigers and their prey: Predicting carnivore densities from prey abundance. *PNAS*, vol. 101, no 144854-4858.

Kelly, M. 2003. Jaguar monitoring in the Chiquibul forest, Belize. *Caribbean Geography*. 13(1): 19-32.

Maffei L., E. Cuéllar & A. Noss. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. *Journal of Zoology* 262: 295-304.

Marieb K. 2006. Jaguars in the New Millenium Data Set Update: The State of the Jaguars in 2006. A report prepared for Wildlife Conservation Society's Jaguar Conservation Program. 75 pp.

Medellín, R., A. Gardner & J. Aranda. 1998. The taxonomic status of the Yucatan brown brocket, *Mazama pandora* (Mammalia: Cervidae). In: *Proceedings of the Biological Society of Washington* 111:1-14.

Miller, C. & B. Miller. 2005. Jaguar density in la Selva Maya. Report for Wildlife Conservation Society. 13 pp.

Moreno, R. 2006. Parámetros poblacionales y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá. Tesis de Maestría. Universidad Nacional, Costa Rica. 136 pp.

Nichols J. & K. Karanth. 2002. Statistical concepts: Estimating absolute densities of tigers using capture-recapture sampling, in Karanth K. & J. Nichols. 2002. *Monitoring Tigers and their Prey :A Manual for Researchers, Managers and Conservationists in Tropical Asia*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India :1 2 1-1 37.

Novack, A. 2003. Impacts of subsistence hunting on the foraging ecology of jaguar and puma in the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. Tesis de Maestría. Universidad de Florida. EEUU. 38 pp.

Núñez, R., B. Miller & F. Lindzey. 2002. Ecología del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. Pág 107-126 en: Medellín, R., A. Rabinowitz, C. Chetkiewicz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson & A.

Otis D, K. Burnham, G. White & D. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildlife Monograph 62: 1-135.

Ponce, G. 2004. Dispersión de semillas por mono araña (*Ateles geoffroyi*), saraguato negro (*Alouatta pigra*) y escarabajos coprófagos en el Parque Nacional Tikal, Guatemala. Tesis, Departamento de Biología, Universidad del Valle de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 92 pp.

Rabinowitz, A. & B. Nottingham. 1986. Ecology and behavior of jaguar in Belize, Central America. Journal of Zoology. (Lond.) 210, 149-159.

Rexstad E. & K. Burnham. 1991. User's guide for interactive program CAPTURE: abundance estimation of closed animal populations. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.

Salom-Pérez, R., E. Carrillo, J. Sáenz & J. Mora. 2007. Critical condition of the jaguar *Panthera onca* in Corcovado National Park, Costa Rica. Oryx, 41(1), 51-56.

Sanderson, E., K. Redford, C. Chetkiewicz, R. Medellín, A. Rabinowitz, J. Robinson, & A. Taber. 1999. Planning to save a species: the jaguar as a model. Conservation Biology 16(1):58-72.

Schulze, M. & D. Withacre. 1999. A classification and ordination of the tree community of Tikal National Park, Petén, Guatemala. Bull. Flor. Mus. Nat. Hist. 41(3) 169:297.

Silver, S., L. Ostro, L. Marsh, L. Maffei, A. Noss, M. Kelly, R. Wallace, H. Gómez & G. Ayala. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. Oryx, 38(2), 148-154.

Silver S. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. Wildlife Conservation Society. 27 pp.

Soisalo, M. & S. Cavalcanti. 2006. Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio telemetry. Biological Conservation 129:487-496.

Wallace, R., H. Gomez, G. Ayala & F. Espinoza. 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. Mastozool. Neotropical 10, 5-11.