



Abundancia de Jaguares y Evaluación de Presas Asociadas al Fototrampeo en las Concesiones Comunitarias del Bloque de Melchor de Mencos, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala

José Moreira, Rony García, Roan McNab, Gabriela Ponce Santizo, Melvin Mérida y Gustavo Ruano
Wildlife Conservation Society, Programa para Guatemala



Este reporte es posible gracias al apoyo del pueblo norteamericano a través del U.S. Departamento del Interior y de U.S. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido es responsabilidad de la Wildlife Conservation Society y no necesariamente refleja los puntos de vista de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.

RESUMEN

En Guatemala la Reserva de la Biosfera Maya junto con áreas protegidas de México y Belice forman la Selva Maya, la cual ha sido identificada por el Programa para la Conservación del Jaguar (JCP) de WCS como una Unidad de Conservación del Jaguar Tipo 1, siendo la categoría más importante. Hasta la fecha hemos desarrollado seis investigaciones en la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) para estimar la abundancia y densidad de jaguares utilizando trampas cámara combinado con modelos de captura-recaptura. Con este estudio más reciente, nuestros objetivos fueron estimar la abundancia de jaguares presentes en un sector de manejo forestal en la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya y también utilizar la información de fauna fotocapturada, especialmente de presas potenciales del jaguar para evaluar sus patrones de actividad y que especies podrían utilizarse para evaluar su tendencia a largo plazo por medio de las frecuencias de fotocaptura. También se estimó la calidad de inventario de mamíferos medianos y mayores que se puede estimar por medio de las trampas cámara. La información subproducto del fototrampeo es importante ya que al hacer un análisis de las presas con este método de bajo costo pueda dar indicios sobre tendencias de las presas a través de tiempo, siendo importante para la conservación del jaguar y el manejo de las áreas en la Reserva de la Biosfera Maya. La investigación se realizó en el área del bloque de Melchor de Mencos, en las Concesiones Forestales Comunitarias de Árbol Verde, Custodios de la Selva y El Esfuerzo. Utilizamos el método estándar basado en el registro fotográfico de individuos y estimamos la abundancia utilizando el programa CAPTURE®. Colocamos 23 estaciones de trampeo durante 45 días cubriendo un Polígono Mínimo Convexo de 67.36 km². En cada estación de trampeo colocamos un atrayente olfativo (Obsession® de Calvin Klein para hombre). Abarcamos un área efectiva de trampeo de 198.59 km² y 411.83 km² basados en el MMDM/2 y MMDM total respectivamente. Registramos 45 eventos de fotocaptura de 9 diferentes individuos de jaguares: cuatro machos, cuatro hembras y uno de sexo no identificado, resultando en una abundancia estimada de 12 (EE±2.63) jaguares (modelo Mh sugerido por CAPTURE®). Utilizando el área efectiva de muestreo calculada con MMDM la densidad estimada fue de 2.91 (EE±0.72) jaguares por cada 100 km², y con MMDM/2 obtuvimos una densidad de 6.04 (EE±1.68) jaguares por cada 100 km². En las mismas cámaras colocadas

para detectar jaguares registramos el 72.7% de la riqueza de mamíferos medianos y mayores que son fotocapturables, obteniendo información de 16 especies. Las concesiones de Melchor de Mencos forman un área importante para la conservación de la población de jaguares y sus presas a largo plazo; no solo porque está en uno de los bloques mejor conservados de la RBM, sino porque colinda con áreas protegidas de Belice. Por tal motivo es importante continuar con los esfuerzos de protección que se están realizando en el área, fortaleciendo los puestos de control El Manantial, Yaloch y el Tigre, involucrando a las Concesiones Forestales del Bloque de Melchor de Mencos y proyectos arqueológicos. Recomendamos utilizar trampas cámara combinado con modelos de captura recaptura y Obsession® de Calvin Klein para hombre para obtener información sobre abundancia y densidad de jaguares dentro de la Reserva de la Biosfera Maya.

Palabras claves: CAPTURE, densidad, jaguar, manejo forestal, Reserva de la Biosfera Maya.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. MÉTODOS	6
2.1. Área de Estudio	6
2.2. Diseño de Muestreo	8
2.3. Análisis de los Datos	11
3. RESULTADOS	15
3.1. Jaguares	15
3.1.1 Patrones Diarios de Actividad del Jaguar	23
3.2. Presas y Fauna	24
3.2.1 Patrones Diarios de Actividad de Mamíferos	24
3.2.2 Frecuencias de Fotocapturas de Fauna	26
3.2.3 Curva de acumulación de mamíferos medianos y mayores	29
4. DISCUSIÓN	30
5. CONCLUSIONES	38
6. AGRADECIMIENTOS	39
7. REFERENCIAS	39
ANEXO 1. INDIVIDUOS DE JAGUAR (<i>PANTHERA ONCA</i>) FOTOCAPTURADOS DURANTE EL ESTUDIO.	47
ANEXO 2. ESPECIES DE OTROS FELINOS FOTOCAPTURADOS DURANTE EL ESTUDIO.	52
ANEXO 3. ESPECIES DE FAUNA FOTOCAPTURADAS DURANTE EL ESTUDIO.	54

1. INTRODUCCIÓN

El jaguar (*Panthera onca*) es el felino más grande de América y está categorizado por la Lista Roja de la IUCN como Casi Amenazado (Caso *et al.*, 2008). Aunque la distribución del jaguar en el siglo pasado se ha reducido en más del 50% (Seymour, 1989; Sanderson *et al.*, 2002) aún se encuentra distribuido desde Nuevo México y Arizona en los Estados Unidos hasta el norte de Argentina, habitando en diferentes tipos de bosque pero enfrentando diferentes amenazas que pueden afectar su supervivencia a largo plazo. Depredadores que se encuentran en el tope de la cadena alimenticia como los jaguares desempeñan un papel importante en los ecosistemas (Terborgh *et al.*, 1999) limitando el número de herbívoros y por lo tanto reduciendo la presión que ejercen sobre las plantas (Terborgh, 1988; Miller *et al.* 2001). Esta regulación hecha por los grandes depredadores mantiene la diversidad, sin embargo su eliminación reduce la riqueza de especies, aumentando la población de algunos carnívoros de talla mediana y omnívoros (Fonseca & Robinson, 1990; Miller *et al.*, 2001; Ripple & Beschta, 2006). Los jaguares son sensibles a la perturbación humana, y requieren grandes extensiones de hábitat para su supervivencia (Weber & Rabinowitz, 1996). Esto podría explicar por qué la población más importante para esta especie en Guatemala se encuentra en la Reserva de la Biosfera Maya, la cual conforma parte de una de las Unidades de Conservación del Jaguar más grandes de Mesoamérica (Marieb, 2006). La estimación de la abundancia y densidad es un requisito básico para evaluar la situación de una población. WCS-Programa Guatemala ha desarrollado cinco estudios para obtener información sobre la ecología del jaguar en la Reserva de la Biosfera Maya. Tres estudios se han realizado en Parques Nacionales, y dos en la Zona de Usos Múltiples. La presente investigación se realizó en el bloque de las concesiones comunitarias de Melchor de Mencos, abarcando parte de las áreas donde se extrae selectivamente árboles de interés comercial tales como caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*). Para el presente estudio se emplearon trampas cámara para identificar individualmente a los jaguares y se utilizó modelos de captura-recaptura para obtener la primera estimación de densidad del jaguar en las concesiones del bloque de Melchor de Mencos. Este método no invasivo ha demostrado ser útil para generar información de la riqueza de especies de vertebrados, específicamente de algunas aves y mamíferos medianos y mayores. Algunos de estos animales fotocapturables

son presas importantes del jaguar. A la vez, un análisis de la fauna presente y las frecuencias de fotocaptura puede ser útil para monitorear o comparar entre sitios como subproducto de la utilización de trampeo sobre caminos.

2. MÉTODOS

2.1. Área de Estudio

La investigación se realizó en la parte este de la Reserva de la Biosfera Maya, abarcando tres concesiones forestales comunitarias manejadas por los grupos organizados de Árbol Verde, El Esfuerzo y Custodios de la Selva, en la Zona de Usos Múltiples. Este bloque de las concesiones de Melchor de Mencos no tiene comunidades dentro. La principal ruta de acceso es la carretera que se dirige desde el municipio de Melchor de Mencos hacia el Parque Nacional Mirador-Río Azul. En esta ruta existe el puesto de control El Manantial, en el cual se encuentra personal del Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP, Ejército de Guatemala, personal comunitario de las concesiones del bloque de Melchor de Mencos, elementos de la División de Protección a la Naturaleza. El principal aprovechamiento de los concesionarios es la extracción selectiva de árboles de interés comercial como la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela odorata*). Además se extrae en base a un plan de manejo productos no maderables, siendo estos la pimienta (*Pimenta dioica*), bayal (*Desmoncus gigantecus*), chicle (*Manilkara zapota*), xate macho (*Chamaedorea oblongata*), y xate hembra (*Chamaedorea elegans*).

En base al área delimitada por el Polígono Mínimo Convexo, para el presente estudio abarcamos 3,933.41 ha (58%) en la concesión comunitaria Árbol Verde, y en las concesiones comunitarias de El Esfuerzo y Custodios de la Selva abarcamos 2,137.19 ha (32%) y 665.70 ha (10%) respectivamente.

La concesión comunitaria de Árbol Verde tiene una extensión de 64,973.37 hectáreas. La concesión colinda al norte y al oeste, con el corredor biológico que va del Parque Nacional Mirador-Río Azul hacia el Parque Nacional Tikal, al sur con el área del Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Tikal, y al este con la Unidad de Manejo de Chosquitán, y áreas libres dentro

de la Zona de Usos Múltiples. Actualmente está conformada por 345 socios. En total se cuenta con 33079.01 ha para producción de madera con Planes Operativos Anuales rotativos.

La concesión comunitaria de El Esfuerzo presenta una extensión de 25,386.48 hectáreas de las cuales se han designado aproximadamente 20,409.54 ha para el aprovechamiento de recursos maderables y no maderables; 1,527.18 ha exclusivamente para el aprovechamiento de no maderables y 3,449.76 ha de protección estricta. Limita al norte con las unidades de manejo "Río Chanchich" y "La Unión", al sur con área de la ZUM y el Ejido Municipal de Melchor de Mencos, al este con Belice y el Monumento Cultural El Pilar, y al oeste, con las unidades de manejo "Las Ventanas" y "La Unión". La sociedad El Esfuerzo se encuentra conformada actualmente por 43 socios.

La concesión comunitaria de Custodios de la Selva presenta una extensión de 21,176.34 hectáreas, de las cuales se han designado aproximadamente 15,196.59 ha para el aprovechamiento de recursos maderables y no maderables; 1,536.59 ha exclusivamente para el aprovechamiento de no maderables y 4,443.16 ha de protección estricta. Limita al norte con la unidad de manejo Chosquitán, al sur con la unidad de manejo Yaloch y la unidad de manejo Las Ventanas, al este con la unidad de manejo Río Chanchich y la unidad de manejo Yaloch, y al oeste, con la unidad de manejo Las Ventanas. La Sociedad Civil "Custodios de la Selva" está compuesta por 76 socios. En La Unión se encuentra el arroyo o riachuelo Chanchich, que atraviesa de oeste a este esta concesión, dejando en verano una serie de pozas en su recorrido. En la parte este del área, sirviendo de límite con la Unidad de manejo "Las Ventanas", se localiza el Río Azul, mas al norte de la concesión se localiza una serie de riachuelos que son afluentes del Río Azul. Al norte de la concesión se localizan los cuerpos de agua El Suampo, El Chiclero, Las Cubetas, La Lagunita, La Zarca, La Fisga, y Dos Hermanos. De ellas, La Fisga, Dos Hermanos y las Cubetas se secan en verano. Al sur se encuentra un arroyo que en verano forma una poza, ubicándose en ella el Campamento Pueblo Viejo. El territorio del este de la RBM que comprende estas tres concesiones, está constituido por Bosque Húmedo Subtropical. Sus hábitats pueden ser simplificados en tres categorías: 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 consisten en el estado intermedio entre bosque alto y bajo (Novack, 2003).

La temperatura media anual es de 23.9°C, la precipitación anual promedio es de 1,324 mm con un promedio de 165 días de lluvia. En el área se da una marcada estación seca de diciembre a abril cuando la precipitación media mensual es de 60 mm (Ponce, 2004). En general la elevación oscila entre 150 a 175 mSNM, aunque en algunas pequeñas áreas llega a 200 mSNM.

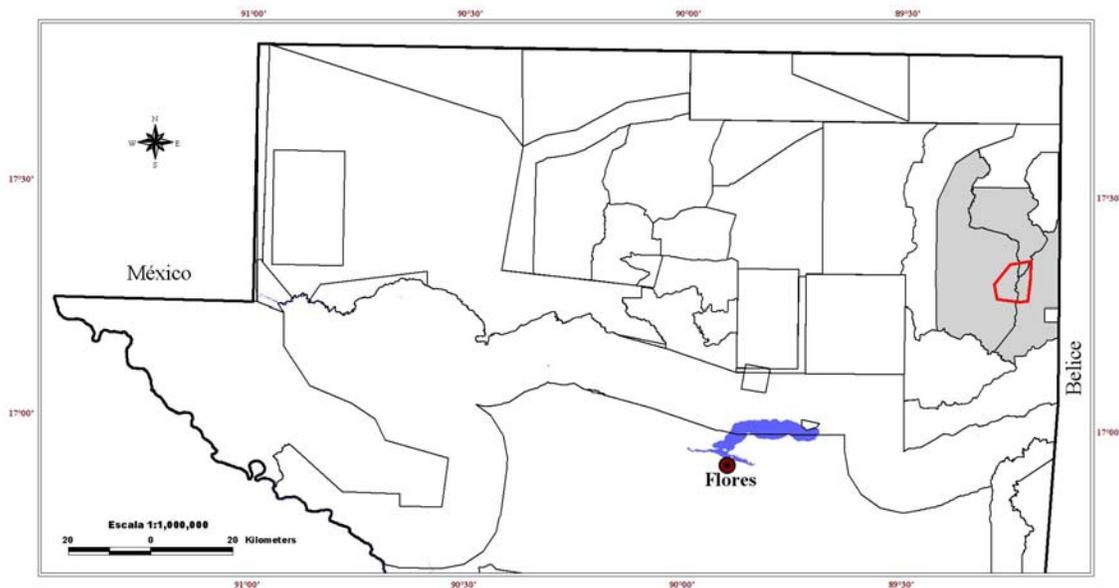


Figura 1. Mapa con la ubicación del área de estudio. En color gris se muestran las concesiones comunitarias de Árbol Verde, Custodios de la Selva y El Esfuerzo. En color rojo se muestra el área del Polígono Mínimo Convexo. Zona de Usos Múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya.

2.2. Diseño de Muestreo

Los jaguares son animales elusivos y con hábitos nocturnos y crepusculares, lo que hace difícil estudiarlos a nivel poblacional. Métodos tradicionales usados para estimar densidades absolutas de mamíferos mayores (ej. transectos lineales, conteo de huellas) son

inapropiados para obtener datos confiables de esta especie. 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-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 medio de los patrones de manchas en forma de roseta presentes en su pelaje. Esta información obtenida a través de las fotografías de las trampas-cámaras 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-recaptura para estimar la abundancia.

Este método fue desarrollado 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 (Wallace *et al.*, 2003, Maffei, Cuellar & Noss, 2004; Silver *et al.*, 2004; Moreno, 2006, Salom-Pérez *et al.*, 2007; Astete, 2008).

Para esta investigación utilizamos un protocolo estandarizado para la estimación poblacional de jaguares con trampas-cámara (Silver, 2004) con algunas variaciones planteadas para la Reserva de la Biosfera Maya tales como cámaras digitales y atrayente (Moreira, 2010). Para medir la abundancia de jaguares utilizamos 23 estaciones de trampeo (48 trampas cámara) en un período de muestreo de 45 días. Cada estación de trampeo consistió en una trampa-cámara digital con flash Infra Rojo (RECONYX™ modelo RM-45 RapidFire) y una trampa-cámara de rollo (Leaf River™ modelo C-1BU con cámara Canon© Sure Shot Owl) situadas a los costados de los caminos o senderos, permitiendo así fotografiar los dos flancos de cada

individuo. Solamente en las estaciones de muestreo número 20, 21 y 22 las dos trampas-cámara colocadas fueron de rollo (Leaf River™ modelo C-1BU con cámara Canon® Sure Shot Owl). En cada estación de trampeo se colocaron dos trampas-cámara a una distancia promedio de 5.0 m entre sí, y a una altura promedio de 45 cm. Para cumplir con el supuesto que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser capturados por las trampas-cámara, las estaciones de trampeo fueron distribuidas y espaciadas no más de 2 Km lineales. Esta distancia lineal está basada en el ámbito de hogar mínimo reportado para un jaguar hembra en Belice (Rabinowitz & Nottingham, 1986), el cual permite un distanciamiento máximo de 3.6 km (el diámetro de un círculo con superficie de 10 km²) entre estaciones de trampeo. Las estaciones de trampeo fueron colocadas sobre caminos amplios (21 estaciones de trampeo, 87.5%) para vehículos y sobre senderos (3 estaciones de trampeo, 12.5%).

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-cámara Leaf River fueron programadas para tomar fotografías las 24 horas del día, para imprimir en cada fotografía la fecha y la hora, con un intervalo entre fotografías de 1 minuto. Las trampas-cámaras RECONYX™ fueron programadas para tomar fotografías durante 24 horas, con un intervalo entre fotografías de 1 segundo y estas registraron la fecha, hora, temperatura y fase lunar en que fue tomada. Para evitar problemas con el registro de los rollos, antes de introducirlo a la cámara, anotamos el número de la trampa cámara con ayuda de un marcador indeleble marca Sharpie®.

Aunque existió un nivel alto de actividad humana en el área, cada trampa-cámara solamente fue sujeta a un árbol por medio de un cable elástico y un cincho de poliéster. Para este estudio se contrataron cuatro personas, dos comunitarios de la Sociedad Civil Árbol Verde y un comunitario de las sociedades civiles El Esfuerzo y Custodios de la Selva. La función de los comunitarios consistió en cuidar las trampas cámara, hablar con personas ajenas al estudio para explicarles los objetivos de la investigación para evitar pérdida de equipo e información. Cada 10 a 15 días se revisó el nivel de energía de las baterías (Energizer®), cambio de rollos (35mm ASA 400, Konica Minolta) y se revisó el buen funcionamiento del sensor y cámara. Además, para las trampas-cámara RECONYX™, se

descargaron los datos de la memoria a una computadora portátil (Acer Modelo Aspire One) para analizar las fotografías. Si alguna trampa-cámara se encontraba defectuosa, fue reemplazada por otra en buen estado. Desde el primer día de muestreo, se colocó un atrayente olfativo (Obsession de Calvin Klein® para hombre) en todas las estaciones de trampeo. Se roció el atrayente en estropajo comercial y posteriormente se amarró a una estaca. Cada estaca fue insertada en el suelo en medio de las dos trampas-cámara (Fig. 2).



Figura 2. El círculo muestra la ubicación del estropajo comercial atado a una estaca. En la parte de arriba se colocó la mitad de un bote plástico de 300 mL para evitar la rápida diseminación del atrayente.

2.3. Análisis de los Datos

2.3.1 Jaguares

Para estimar la abundancia y densidad de jaguares en el área de estudio se utilizó el programa CAPTURE (Otis *et al.*, 1978; Restad & Burnham, 1991). El programa CAPTURE estima la abundancia bajo siete modelos que difieren en la fuente de variación de la probabilidad de captura lo que define como p_{ij} a la probabilidad de que el individuo i sea capturado en la ocasión j . La fuente de variación en la probabilidad de captura son la heterogeneidad individual (variación en la probabilidad de captura entre individuos, es

decir, cada individuo tiene su propia probabilidad de captura), respuesta de comportamiento (cambios que ocurren en la probabilidad de captura después de la primera captura) y el tiempo (refiere a la variación en la probabilidad de captura entre ocasiones de muestreo) (Karanth & Nichols, 1998).

El modelo M_0 asume que no hay variación en la probabilidad de capturas asociadas con individuos u ocasiones, siendo el modelo de probabilidad de captura con un parámetro simple, $P_{ij} = p$. El modelo M_h permite diferentes probabilidades de captura para cada individuo, pero cada probabilidad permanece igual a través de cada ocasión de muestreo y prescindiendo de una historia de captura previa. El modelo M_b permite diferentes probabilidades de captura para animales no identificados o previamente identificados, de otra manera incluye variaciones temporales e individuales en la probabilidad de captura. El modelo M_t asume una variación en la probabilidad de captura de un muestreo al siguiente, pero no permite variación entre individuos sin una ocasión de muestreo. Adicional a estos cuatro modelos existe también la interacción entre estos los cuales incluyen dos fuentes de variación para los parámetros de probabilidad de captura M_{bh} , M_{th} y M_{tb} . Además, el programa CAPTURE presenta un estimador que permite tres fuentes de variación el cual es el más complejo M_{tbh} , e incluye además un modelo de selección de algoritmos que usa una función discriminante que provee un criterio objetivo para seleccionar el modelo más apropiado (Otis *et al.*, 1978).

Para estimar la abundancia de jaguares, los “historiales de captura” de cada uno de los individuos reportados fueron combinados en una sola matriz y analizados con el programa CAPTURE. Dada la corta duración del estudio comparado con el ciclo de vida de los felinos grandes, tenemos la certeza que el supuesto de población cerrada fue cumplido. Además, el estudio se realizó durante 45 días, la mitad del tiempo máximo recomendado¹ para muestrear una población cerrada de felinos (Karanth & Nichols, 1998; Nichols & Karanth, 2002). Para estimar las áreas de acción mínimas utilizamos el método del Polígono Mínimo Convexo (100%) uniendo los puntos extremos en donde fue fotocapturado cada individuo.

¹ Karanth & Nichols (1998) recomiendan hacer estudios con trampas-cámara para felinos grandes en períodos menores a 3 meses para evitar que existan nacimientos, muertes, migraciones y emigraciones durante el muestreo.

Los polígonos fueron realizados uniendo los puntos de los individuos con tres o más fotocapturas por medio del software Arc View 3.2. Esta información preliminar nos ayudará a generar la línea base, dándonos una idea de cuanta área pueden estar utilizando los jaguares como mínimo en el área de influencia de las trampas cámara y poder hacer comparaciones entre diferentes sitios (Moreno 2006). Para estimar la densidad de jaguares presentes en el área de estudio, dividimos la abundancia obtenida recomendada por medio del programa 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 de jaguares obtenidas en este estudio (MMDM/2 por sus siglas en inglés)² Debido a que algunos autores sugieren que la densidad estimada de esta manera se sobreestima, también reportamos la densidad basados en el promedio de las distancias máximas recorridas (MMDM) (Soisalo & Cavalcanti, 2006; Lynam *et al.*, 2008). La distancia máxima recorrida fue estimada para cada individuo que fue fotocapturado en 2 o más estaciones de trampeo. Luego calculamos el área total comprendida por todas las trampas cámara y la zona de amortiguamiento para determinar el área efectiva de trampeos basados en MMDM/2 y MMDM.

2.3.2 Fauna asociada

En base al listado de especies fotocapturables en la red de caminos, se obtuvieron frecuencias de fotocaptura de fauna. Esto se calculó por medio del número de eventos de fotocaptura por cada 24 horas, el cuál se dividió entre el esfuerzo de muestreo y se multiplicó por 100. La frecuencia de fotocaptura de cada especie se obtuvo por medio de las fotos, realizando un filtrado de éstas (una especie no se puede repetir en la misma estación un mismo día) aplicando la fórmula: (# de eventos de capturas por especie/esfuerzo de muestreo*100), el esfuerzo de muestreo está dado por (No. Trampas cámara * días de muestreo) (Moreno 2006).

Como cada trampa cámara estuvo programada para registrar hora y fecha en que fue tomada, se procedió a agrupar las fotocapturas de jaguar, tepezcuintle (*Agouti paca*), tacuazín (*Didelphis sp.*), danto (*Tapirus bardi*), armadillo (*Dasypus novencinctus*), cabrito

(*Mazama americana*), pizote (*Nasua narica*), venado (*Odocoileus virginianus*), coche de monte (*Pecari tajacu*) y cotuza (*Dasyprocta punctata*) en lapsos de dos horas y se construyó un gráfico de frecuencia utilizando el programa para Windows Microsoft Excel.

Para establecer si el muestreo por medio de trampas cámara en las concesiones del bloque de Melchor de Mencos fue suficiente para obtener un estimado representativo del número total de mamíferos medianos y mayores fotocapturables presentes en nuestra área, desarrollamos una curva de acumulación de especies en base al esfuerzo. Para estas estimaciones utilizamos un estimador paramétrico, el modelo de Clench (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003; Colwell & Coddington, 1994; Chao, 2005; Colwell *et al.*, 2004). El modelo se basó en datos de la frecuencia de eventos de fotocapturas de cada especie durante el muestreo. Realizamos un suavizado de los datos observados por medio del orden de entrada de las unidades de esfuerzo de muestreo aleatorizado y el número medio de especies. De esta manera, obtenemos la "curva ideal" o el promedio estadístico de adición de especies con el aumento del esfuerzo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003), esto se realizó con un remuestreo *Bootstrap* de los datos observados (1000 "*randomizations*") por medio del programa *EstimateS 7.2*. Para estimar si nuestro esfuerzo fue suficiente para obtener un inventario representativo de fotocapturas de especies de mamíferos medianos y mayores en nuestra área de estudio, realizamos un cálculo del valor asintótico de nuestra curva predicha con la ecuación de Clench (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003) con este método se tiene de cierta forma resultados más objetivos sobre la calidad de inventario que se realizó. Las estimaciones se hicieron por medio de la ecuación de Clench combinada con la función "Loss" en base al algoritmo Simplex y Quasi-Newton, todo por medio del programa STATISTICA versión 9.1 trial. Para evaluar el ajuste del modelo con los datos observados se comparó los coeficientes de determinación (R^2) (que es una medida descriptiva de la proporción de varianza explicada por la función utilizada). Sus valores van de 0 a 1, más próximos a este último cuanto mejor se ajuste la función a los datos, con este criterio se escogió la mejor función. Por último se calculó la pendiente que nos indica que si hemos logrado un inventario bastante completo y altamente fiable (Pendiente < 0.1). Por último, para encontrar la proporción de fauna registrada, lo cual también nos da una idea de la

calidad del inventario, fue necesario hacer la relación entre la asíntota y el último nivel de esfuerzo de la curva (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

3. RESULTADOS

Esta investigación se realizó del 8 de mayo al 21 de julio del año 2009. Se colocaron 23 estaciones de trapeo cubriendo un polígono mínimo convexo de 67.36 km² (Fig.1). El esfuerzo total fue de 1,035 trampas noche. Gracias a la contratación de cuatro personas de las concesiones comunitarias de Árbol Verde, El Esfuerzo y Custosel, no registramos pérdida de equipo ni de datos. El área efectiva de muestreo, incluyendo la zona de amortiguamiento para cada estación de trapeo, fue de 411.83 km² basados en el MMDM y de 198.59 km² basados en el MMDM/2 (Fig. 3).

3.1. Jaguares

En los 45 días de muestreo se obtuvieron 45 eventos de captura y 82 fotocapturas. Durante este período se identificaron 9 individuos, 4 machos, 4 hembras y 1 de sexo no identificado. El número de individuos adultos (9) se estabilizó en el día 28 de muestreo con 37 fotocapturas (Fig. 4). Los machos M1 y M2 tuvieron 10 y 18 eventos de captura respectivamente; los machos M3 y M4 tuvieron 4 y 1 eventos de captura respectivamente. Las hembras H1 y H2 tuvieron 5 y 3 eventos de captura respectivamente.

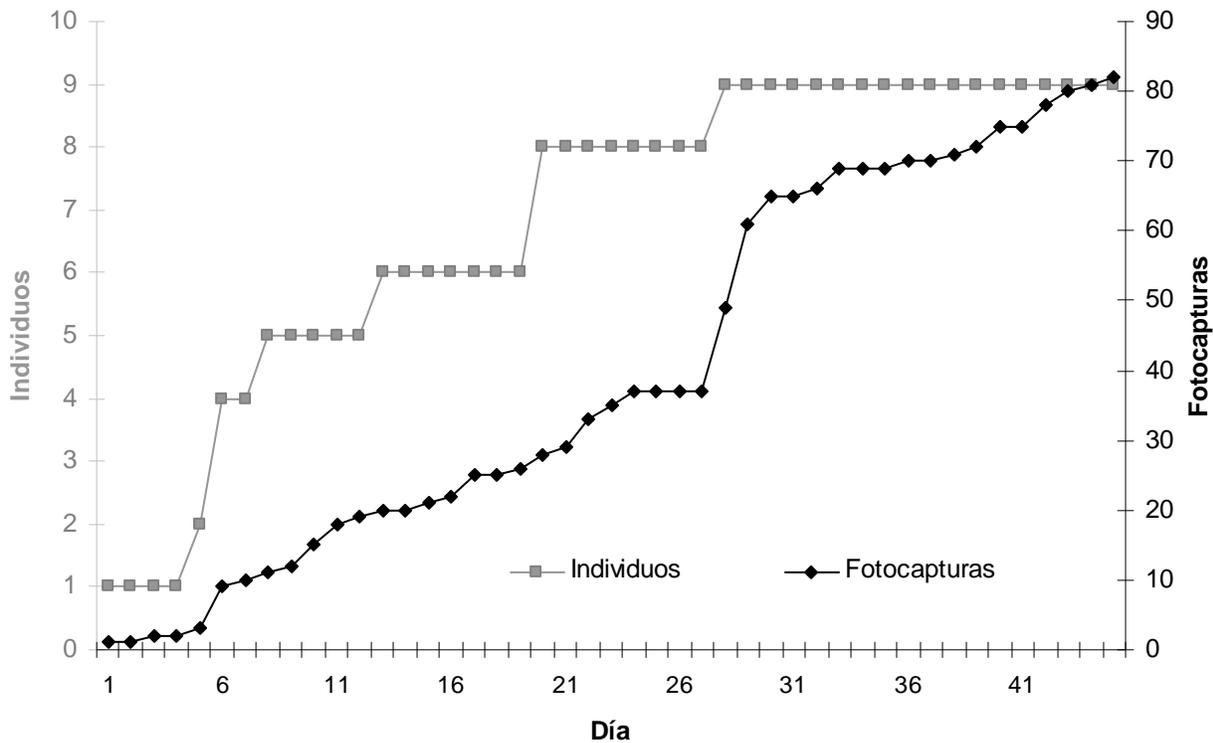


Figura 4. Frecuencia de fotocapturas de jaguar *Panthera onca* y número acumulado de individuos fotocapturados en el bloque de las concesiones de Melchor de Mencos.

Las hembras H3 y H4 tuvieron 2 y 1 eventos de captura respectivamente. El jaguar de sexo no identificado I1 tuvo 1 evento de captura. Las hembras H1, H2 y H3 registraron una distancia de movimiento máxima lineal de 7.11 km, 5.9 km y 2.48 km respectivamente. Los machos M1, M2 y M3 registraron una distancia de movimiento máxima lineal de 7.39 km, 12.37 km y 4.42 km respectivamente. El promedio de las distancias máximas de movimiento de los jaguares fue de 6.61 km y la mitad de este promedio fue de 3.30 km.

Estimamos una abundancia de 12 ($EE \pm 2.63$) jaguares según el modelo $M(h)$, con un número de individuos entre 10 a 22 con un intervalo de confianza al 95%. En el presente estudio damos dos estimaciones de densidad, una mínima y una máxima para poder hacer comparaciones, tanto en el mismo sitio como en otras áreas. Basados en la abundancia estimada por medio del programa CAPTURE y dividida entre el área efectiva de muestreo

estimada en base al MMDM/2 obtuvimos una densidad de 6.04 ± 1.68 jaguares por cada 100 km^2 y una densidad basados en el MMDM de 2.91 ± 0.72 jaguares por cada 100 km^2 .

Se obtuvieron las áreas de acción mínimas para 5 jaguares, 3 machos y 2 hembras. Los machos registraron las siguientes áreas de acción mínimas: M1= 23.74 km^2 , M2= 31.89 km^2 , M3= 5.11 km^2 . Las hembras registraron las siguientes áreas de acción mínimas: H1 3.55 km^2 y la H2 4.19 km^2 (Fig. 5).

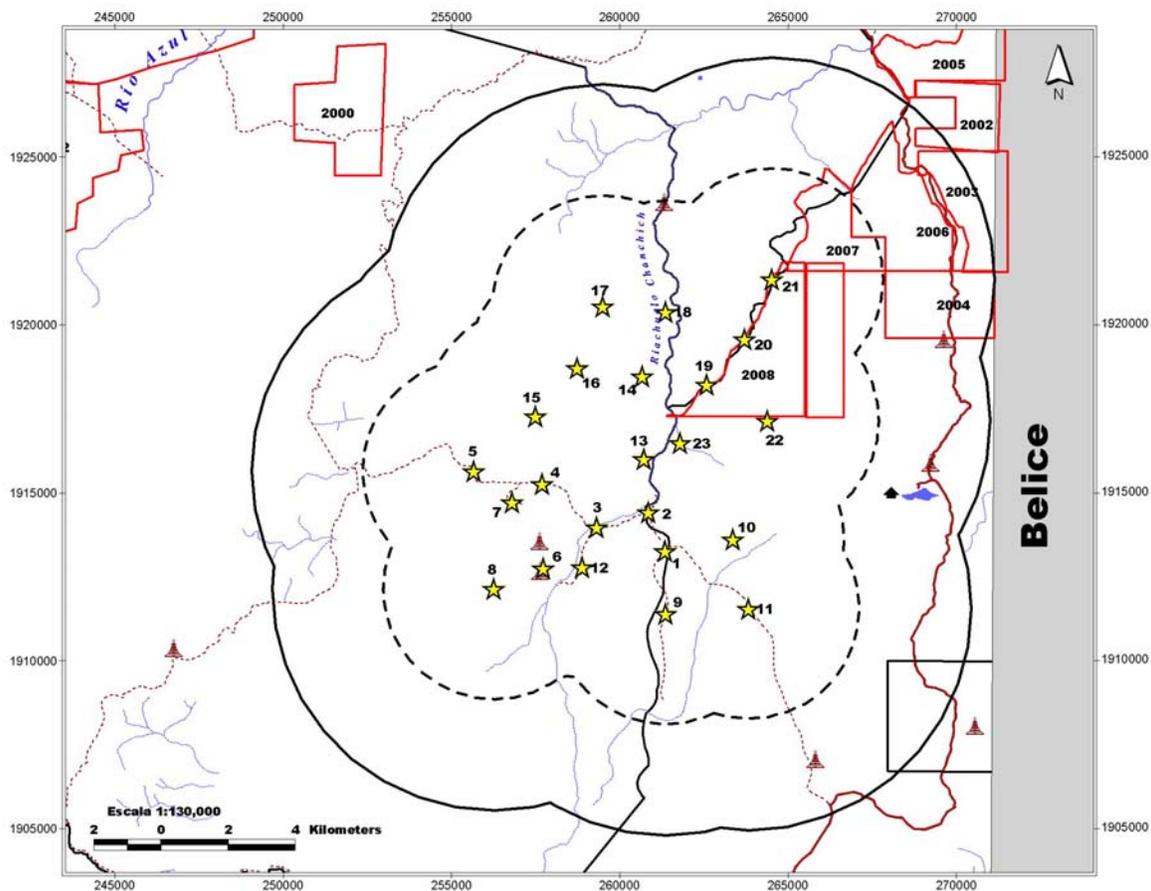


Figura 3. Área efectiva de trapeo incluyendo el buffer alrededor de cada estación de trapeo calculado utilizando MMDM/2 en línea negra discontinua. El área efectiva de trapeo incluyendo el buffer alrededor de cada estación de trapeo calculado utilizando MMDM se muestra en línea negra continua. Las áreas de aprovechamiento selectivo de madera se muestran en color rojo. Estas áreas corresponden a la Unidad de Manejo El Esfuerzo.

Durante este tiempo se registró por primera vez la presencia de dos parejas de jaguares que se encontraban en estado reproductivo. Estas parejas fueron el macho M1 con la hembra H1 y la segunda pareja estuvo formada por el macho M2 y la hembra H3 (Fig. 6 y 7). La primera pareja se registró por primera vez el 13 de mayo y el último registro fotográfico se obtuvo el 6 de junio. Por medio de las trampas cámara se obtuvo información de esta pareja la cual permaneció junta durante 24 días. La segunda pareja se registró por primera vez el 18 de junio y solamente fue fotocapturada en una estación de muestreo. Por medio de las trampas cámara RECONYX™ se obtuvo una secuencia de la segunda pareja, en donde aparece la hembra H3 agachándose y posteriormente el macho M2 se acerca para cortejarla mordiéndole la espalda, sin embargo la hembra H3 se levanta rápidamente desplazándose afuera del enfoque de la trampa cámara (Fig. 8 y 9).

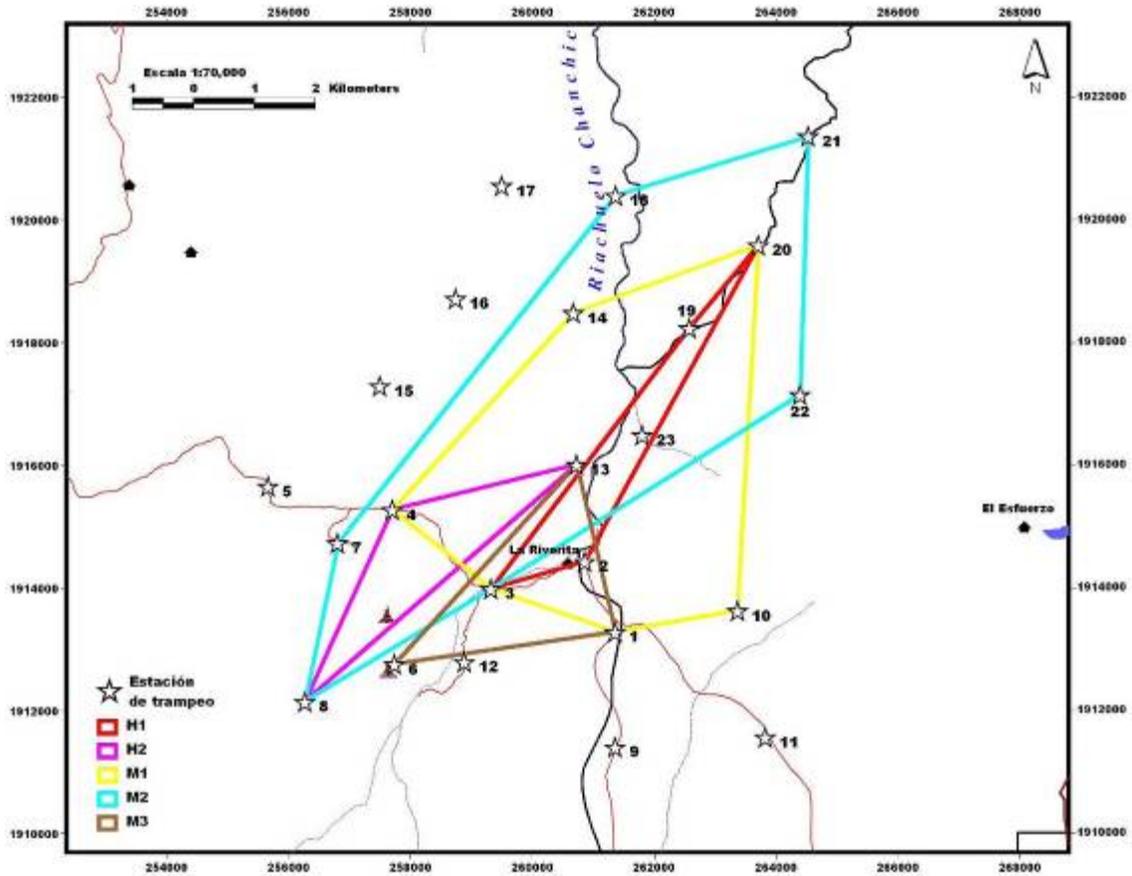


Figura 5. Mapa con las áreas de acción mínimas estimada para el M1 (línea amarilla), M2 (línea celeste), M3 (línea café), H1 (línea roja) y H2 (línea rosada).

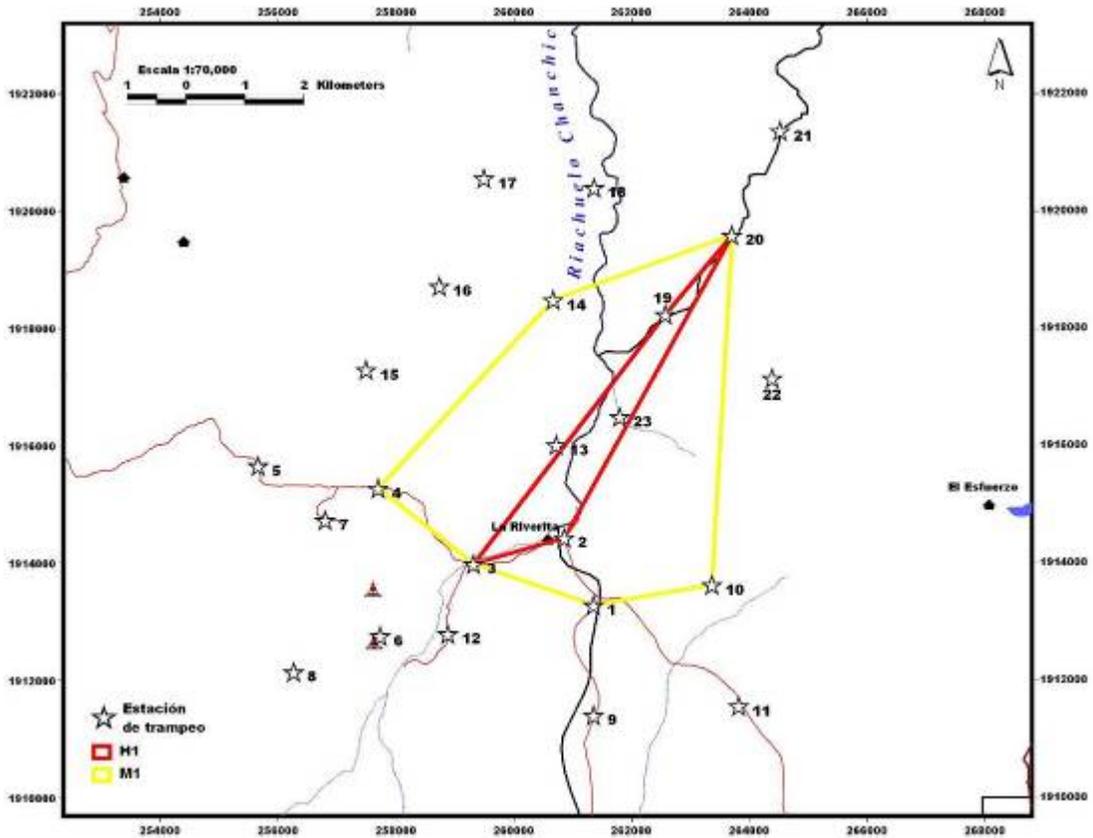


Figura 6. Mapa con las áreas de acción mínimas estimada para el M1 (línea amarilla) y la H1 (línea roja). Nótese el traslape que existe entre estos dos individuos que fueron fotografiados juntos por más de 15 días.

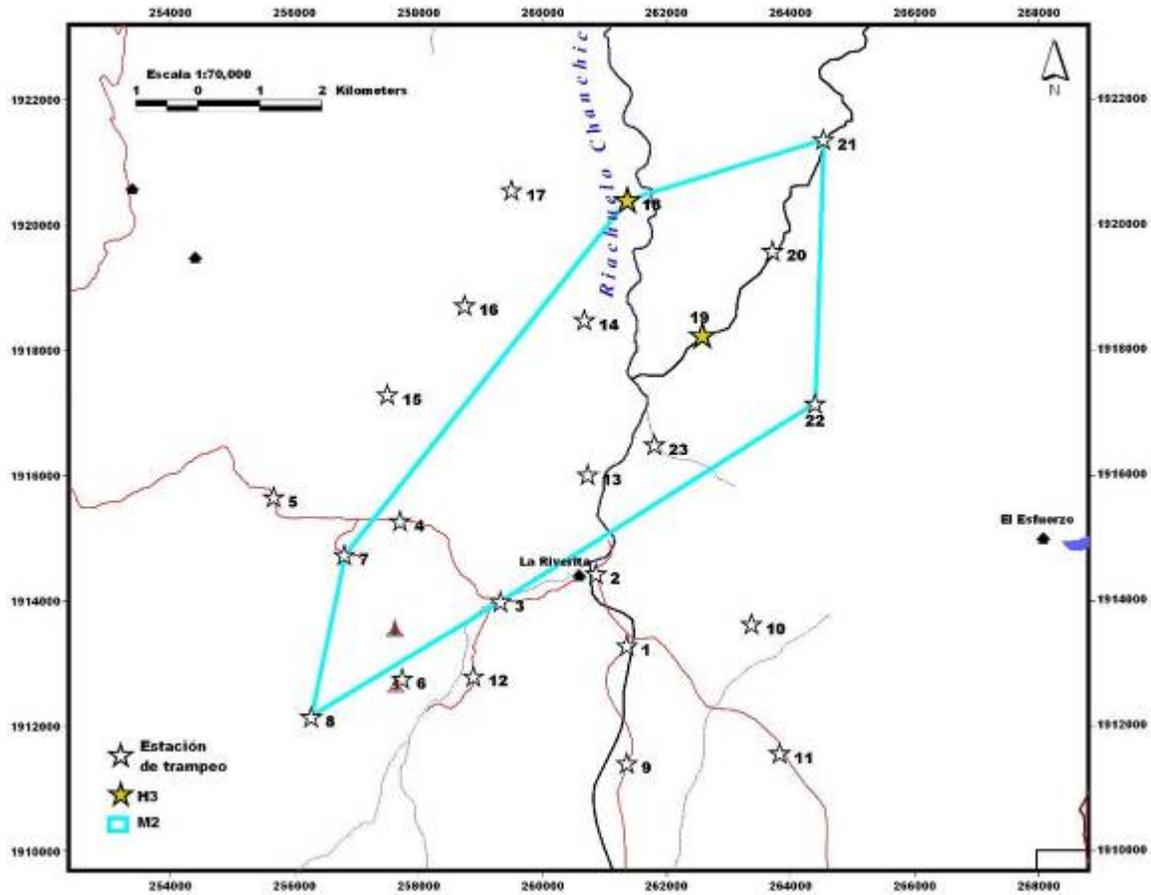


Figura 7. Mapa con las áreas de acción mínimas estimadas para el M2 (línea celeste) y la H3 (Estrellas amarillas). Nótese el traslape que existe entre las áreas de acción mínimas del M2 y de la H3 que fue fotografiada en los puntos 18 y 19.



Figura 8. El M2 y la H3 en estado reproductivo. Nótese que el M2 trata de morder a la H3 para seducirla.



Figura 9. El M2 y la H3 en estado reproductivo. Nótese que la H3 se levanta rápidamente después que el M2 trata de morderla en la espalda.

3.1.1 Patrones Diarios de Actividad del Jaguar

Se determinó el patrón de actividad de los jaguares basados en las horas registradas en las 82 fotocapturas. Los jaguares son principalmente nocturnos. De acuerdo a este análisis se observa un pico de actividad antes de la media noche (22:01-00:00), sobre todo para los machos. Los machos también presentaron picos de actividad entre las 4:01 y 8:00 horas. Las hembras fueron más activas entre las 16:01 y 18:00 horas y 22:01 y 00:00 horas. Entre las 10:01 y 14:00 horas no existió actividad de los jaguares en nuestra área de estudio (Fig. 10). Entre las 16:01 y 18:00 horas, las parejas de jaguares fueron más activas.

Los jaguares machos fueron activos durante todas las fases lunares, sin embargo presentaron un pico de actividad en la fase cuarto menguante. Este mismo patrón se dio para los jaguares hembras, presentando mayor actividad durante la fase cuarto menguante, pero con menor frecuencia comparado con los machos (Fig. 11).

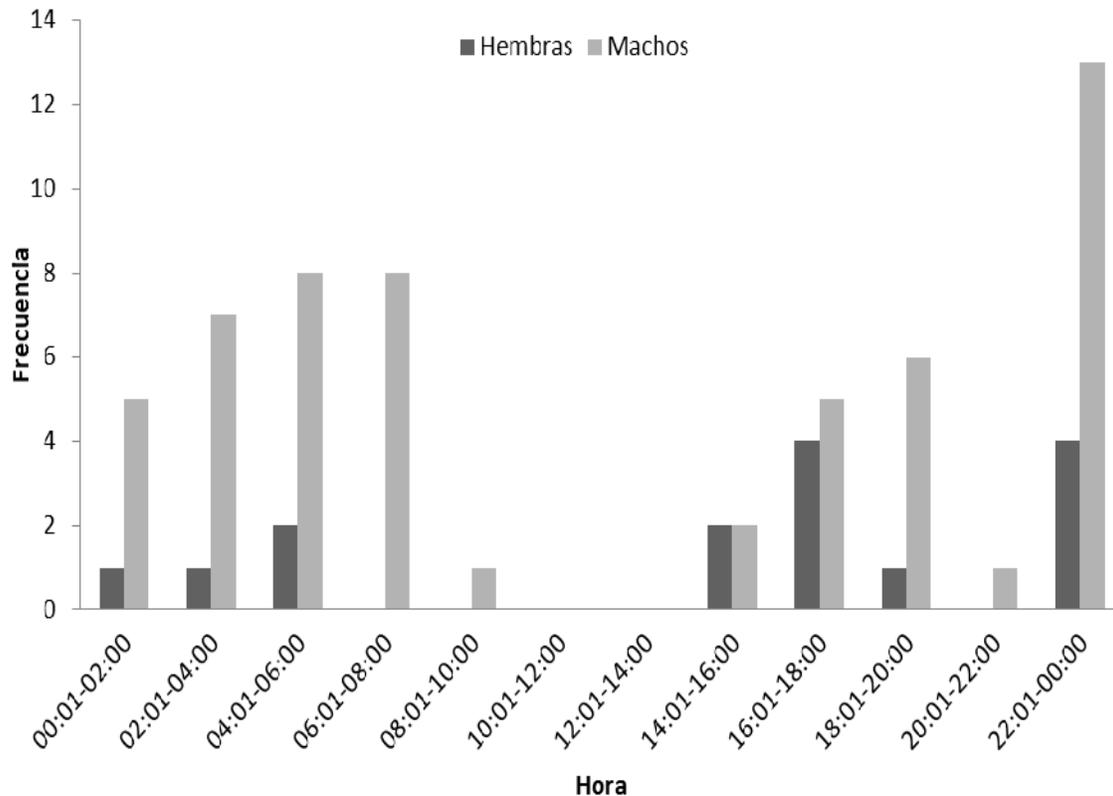


Figura 10. Patrones diarios de actividad de los jaguares hembras y machos en las concesiones del bloque de Melchor de Mencos del 8 de mayo al 21 de julio del año 2009.

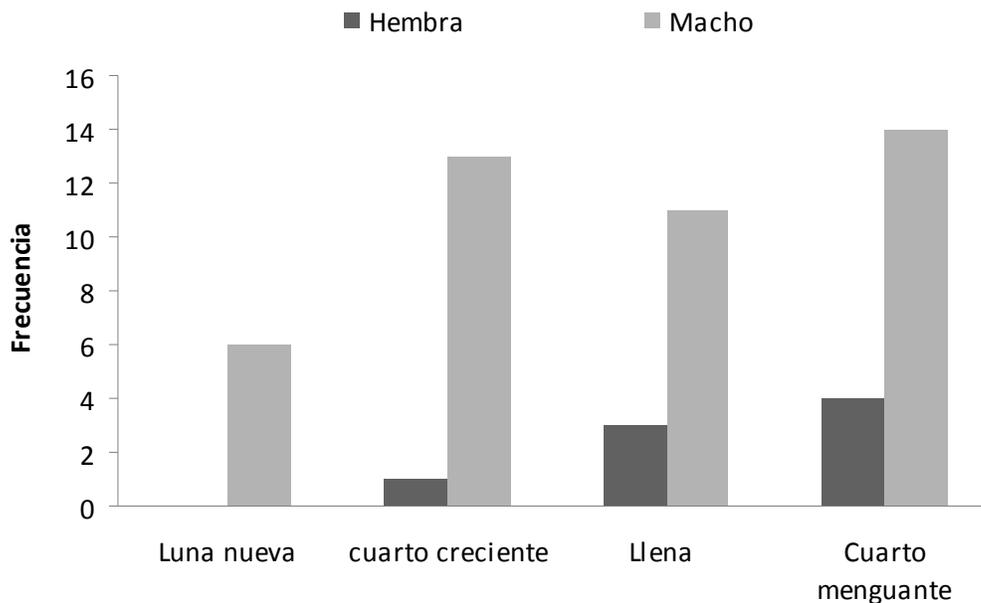


Figura 11. Patrones de actividad de los jaguares hembras y machos en base a las fases lunares en las concesiones del bloque de Melchor de Mencos.

3.2 Presas y Fauna

3.2.1 Patrones Diarios de Actividad de Mamíferos

Las especies de mamíferos como el *A. paca*, *Didelphis* sp., *T. bairdii* y *D. novemcinctus* presentaron patrones diarios de actividad principalmente nocturnos. Solamente *Didelphis* sp. presentó también actividad durante el día pero en menor frecuencia (Fig. 12).

Las especies de mamíferos como *M. americana*, *N. narica*, *O. virginianus*, *P. tajacu*, y *D. punctata* presentaron patrones diarios de actividad principalmente diurnos y crepusculares. Solamente *A. paca*, y *D. novemcinctus*, presentaron actividad exclusivamente durante la noche (Fig. 12 y 13). La actividad de estos dos mamíferos presa del jaguar se traslapan con los picos de frecuencia de la actividad de los jaguares (Fig. 10).

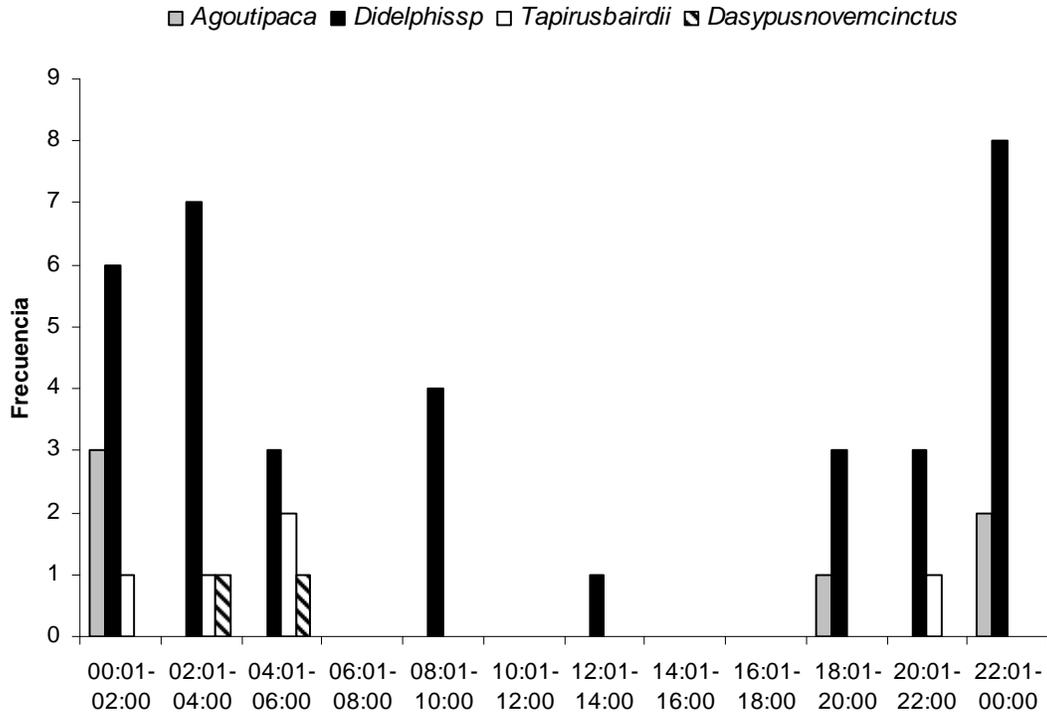


Figura 12. Patrones diarios de actividad de potenciales mamíferos presa de actividad principalmente nocturna. Concesiones del bloque de Melchor de Mencos. Reserva de la Biosfera Maya.

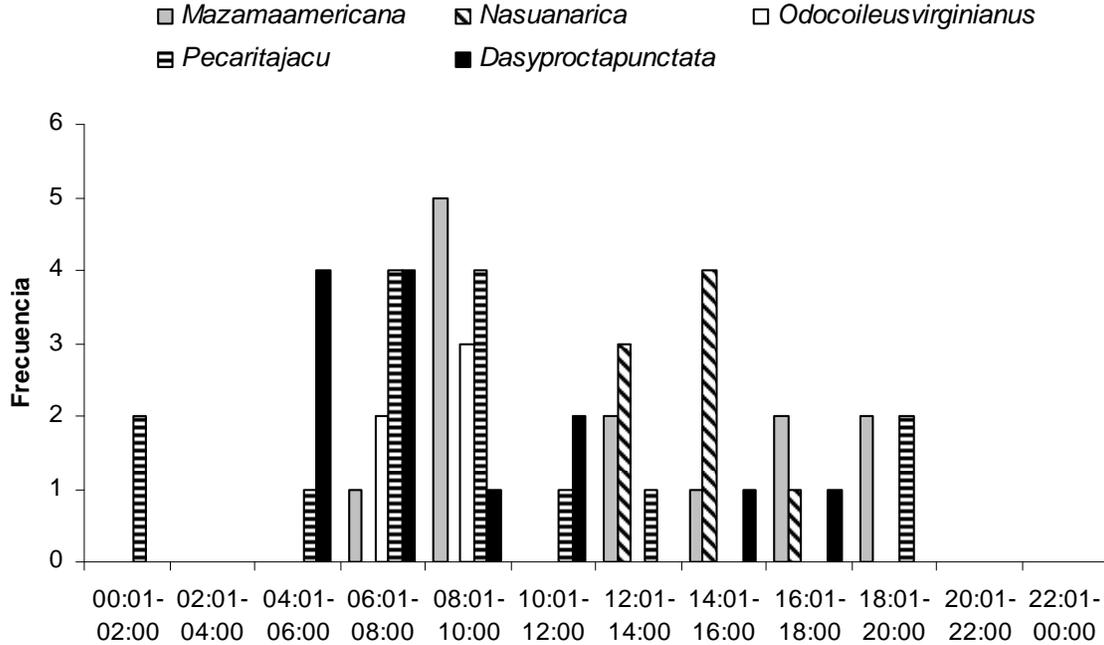


Figura 13. Patrones diarios de actividad de potenciales mamíferos presa de actividad principalmente diurna. Concesiones del bloque de Melchor de Mencos. Reserva de la Biosfera Maya

3.2.2 Frecuencias de Fotocapturas de Fauna

Durante el estudio se registraron 16 especies de mamíferos medianos y mayores incluyendo al jaguar, una especie de ardilla (*Sciurus deppei*) y 11 especies de aves. Dos especies de mamíferos se encuentran identificados en el mismo género (*Didelphis* sp.) ya que no se puede identificar directamente con las cámaras y un ave solamente fue identificada hasta género (*Leptotila* sp.). Las fotocapturas de las especies se presentan en el Cuadro 1. El ocelote (*Leopardus pardalis*), pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), puma (*Puma concolor*) coche de monte (*Pecari tajacu*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), tacuazines (*Didelphis* sp.) y faisán (*Crax rubra*) fueron las especies que presentaron mayores frecuencias de fotocapturas. Respecto a los felinos, los ocelotes presentaron la mayor frecuencia (*Leopardus pardalis*) (7.05) seguido de los pumas (*Puma concolor*) (6.09).

Los mamíferos considerados presas de los grandes felinos que presentaron más fotocapturas fueron el coche de monte (*Pecari tajacu*) (3.29), tacuazines (2.71), cotuza (*Dasyprocta punctata*) (1.26), y cabrito (*Mazama americana*) (1.06). Las frecuencias de fotocapturas no

son comparables entre las diferentes especies, solo tendrán valor al compararlas temporalmente y espacialmente dentro la misma especie.

También fue posible registrar el comportamiento de algunas especies. Registramos la presencia de un grupo de coches de monte observando la presencia de crías. La fotocaptura de los coches de monte se registró en la estación de trampeo número 12 (Fig. 14). Registramos una secuencia en donde aparece un ocelote (*Leopardos pardalis*) hembra con su cría. Esta secuencia se obtuvo en la estación de trampeo número 18 (Fig. 15).

Cuadro 1. Especies fotocapturadas durante el estudio.

No.	Especie	Eventos de Captura	Frecuencia de Fotocaptura
1	<i>Leopardus pardalis</i>	73	7.05
2	<i>Meleagris ocellata</i>	63	6.09
3	<i>Puma concolor</i>	63	6.09
4	<i>Panthera onca</i>	45	4.34
5	<i>Pecari tajacu</i>	34	3.29
6	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	29	2.80
7	<i>Didelphis</i> sp.	28	2.71
8	<i>Crax rubra</i>	23	2.22
9	<i>Leptotila</i> sp.	14	1.35
10	<i>Dasyprocta punctata</i>	13	1.26
11	<i>Mazama americana</i>	11	1.06
12	<i>Conepatus semistriatus</i>	10	0.97
13	<i>Nasua narica</i>	8	0.77
14	<i>Aramus guarauna</i>	7	0.67
15	<i>Agouti paca</i>	5	0.48
16	<i>Tapirus bairdii</i>	5	0.48
17	<i>Odocoileus virginianus</i>	4	0.39
18	<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	0.19
19	<i>Eira barbara</i>	2	0.19
20	<i>Hylocichla mustelina</i>	2	0.19
21	<i>Leopardus wiedii</i>	2	0.19
22	<i>Sciurus deppei</i>	2	0.19
23	<i>Crypturellus boucardi</i>	1	0.10
24	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	1	0.10
25	<i>Momotus momota</i>	1	0.10
26	<i>Ortalis vetula</i>	1	0.10
27	<i>Penelope purpurascens</i>	1	0.10
28	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	1	0.10

La frecuencia de las fotocapturas de las especies se calculó de la siguiente manera (no. eventos fotocapturas/esfuerzo de muestreo)*100 (Moreno 2006; O'Brien 2008).



Figura 14. Fotocaptura de un grupo de cochinos de monte (*Pecari tajacu*). En la fotografía se observa una hembra adulta, un subadulto de un año aproximado y una cría de cuatro meses aproximados.



Figura 15. Fotocaptura de un ocelote hembra (*Leopardus pardalis*) (rueda roja) con su cría (rueda amarilla).

3.2.3 Curva de acumulación de mamíferos medianos y mayores

En total fotocapturamos 16 especies de mamíferos medianos y mayores que pueden ser detectables con el método de trampas cámara en diseños para estimar la abundancia de felinos mayores. La figura de acumulación de especies de mamíferos medianos y mayores muestra una asíntota de riqueza predicha de 17 especies por medio del modelo de Clench, lo cual permite inferir que el esfuerzo realizado fue suficiente para obtener una muestra representativa de la riqueza fotocapturable de especies de mamíferos medianos y mayores para nuestra área de estudio y su calidad como inventario es de 92.75%. La calidad de inventario también se evidencio en tener una pendiente baja de 0.012 (Fig. 16). Logramos obtener información de 16 especies para esta área a través del método de trampas cámara de un total de 22 especies potenciales fotocapturables². Las especies encontradas representan el 72.7% de los mamíferos medianos y mayores en la Reserva de la Biosfera Maya.

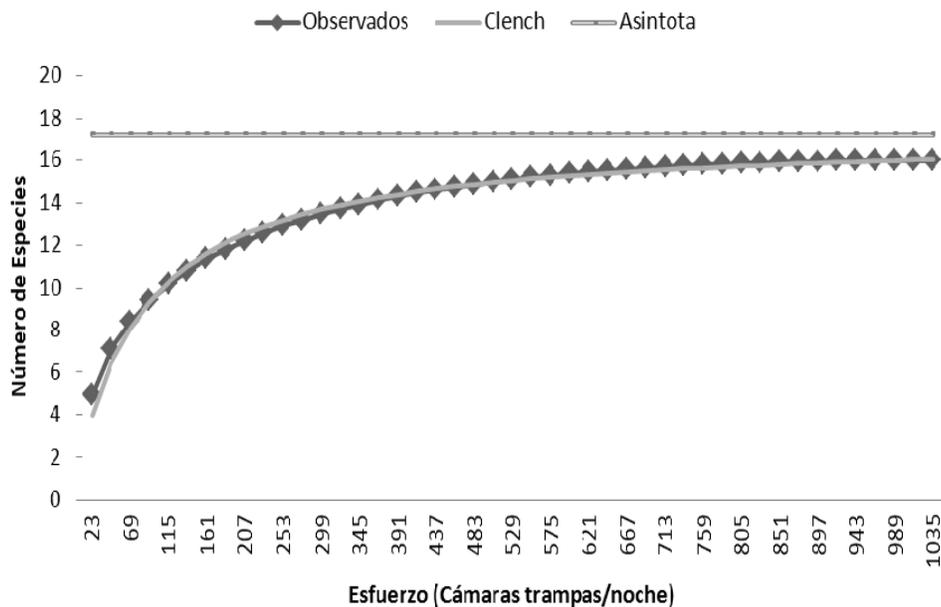


Figura 16. La figura muestra la curva de acumulación de especies de mamíferos medianos y mayores observados y ajustado con el modelo de Clench. También muestra la predicción de la asíntota. En la figura se observa un traslape entre la curva de las especies observadas, ajustándose al modelo de Clench con $R^2 = 0.99$.

² Las especies fotocapturables de mamíferos medianos y mayores que no fueron encontradas en este estudio utilizando trampas cámara fueron *Tamandua mexicana*, *Procyon lotor*, *Tayassu pecari*, *Philander opossum*, *Spilogale putorius* y *Puma yagouaroundi*.

4. DISCUSIÓN

En este estudio realizado en las concesiones comunitarias del bloque de Melchor de Mencos de la Reserva de la Biosfera Maya abarcamos un Polígono Mínimo Convexo parecido en tamaño al del Parque Nacional Laguna del Tigre-Corredor Biológico Central (PNLT-CBC) para evaluar la presencia y abundancia de jaguares en el área. Basados en este diseño obtuvimos una densidad que se encuentra entre 2.91 ± 0.72 a 6.04 ± 1.68 jaguares por 100 km², dependiendo de la forma de estimar el área efectiva de muestreo. La densidad de jaguares reportada para el bloque de Melchor de Mencos de la RBM es mayor a lo estimado en La Gloria-El Lechugal en al año 2007, también una zona de extracción forestal. Esta estimación de la abundancia (9 individuos, 4 machos, 4 hembras y 1 indefinido) demuestra la importancia de estas concesiones para la conservación de los felinos y sus presas (Cuadro 2).

Durante este estudio registramos la presencia de nueve individuos, siendo el segundo estudio en donde estimamos el mismo número de machos y de hembras. Esto puede deberse a que el estudio lo realizamos en la transición de la época seca a lluviosa. Posiblemente al iniciar las lluvias, las presas tienden a ampliar sus ámbitos de hogar repercutiendo en los movimientos de los jaguares. Este mismo patrón se observó en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, en el Parque Nacional Mirador-Río Azul. En este estudio realizado en esta misma época (transición época seca-época lluviosa) registramos el mismo número de machos (3 individuos) y hembras (3 individuos). Además, después del inicio de las lluvias aumentó considerablemente el registro de individuos y recapturas (Moreira et al. 2008b). Posiblemente durante la época lluviosa en nuestra área de estudio las hembras aumentan sus ámbitos de hogar, caminando con mayor frecuencia sobre caminos, lo que permite que su probabilidad de captura aumente, obteniendo mayores eventos de captura. Además, en nuestra área de estudio registramos dos hembras en estado reproductivo, provocando mayor actividad sobre los caminos aumentando su probabilidad de detección en esta época del año. Algo importante a tomar en cuenta en futuros estudios con trampas cámara combinados con modelos de captura-recaptura, será el desarrollo de muestreos durante el inicio de la época lluviosa, para aumentar las probabilidades de fotocapturar hembras.

Además será importante hacer estudios a lo largo del año para registrar este patrón de actividad en un mismo sitio.

Durante este estudio registramos la presencia de dos parejas de jaguares que se encontraban en celo. Las parejas fueron el macho M1 con la hembra H1 y el macho M2 con la hembra H3. La primera pareja estuvo junta por 24 días. Este registro demuestra la importancia de esta área para la reproducción de los jaguares y confirma que en esta parte de la reserva existe una población reproductiva.

Consideramos adecuada la estimación de abundancia obtenida por medio del programa CAPTURE de 12 ± 2.63 jaguares en nuestro Polígono Mínimo Convexo, debido a que obtuvimos 45 eventos de captura de los individuos durante el estudio, lo que equivale a 1 evento de captura por cada día de estudio. Esto sugiere que la estimación de la abundancia es bastante acertada, en donde el modelo que se ajustó mejor a nuestros datos fue el heterogéneo (Mh), el cual permite diferentes probabilidades de captura para cada individuo, pero cada probabilidad permanece igual a través de cada ocasión de muestreo y prescindiendo de una historia de captura previa (Otis *et al.*, 1978).

Los jaguares identificados que fueron fotocapturados por medio de las trampas cámara tuvieron una asíntota en el día 28 de trampeo, lo que sugiere un adecuado esfuerzo de muestreo. Además esta información sugiere que los jaguares no tuvieron una reacción negativa sobre las trampas cámara para evitarlas. El trabajo inicial durante el mapeo de caminos ayudó a seleccionar los mejores sitios de fototrampeo para aumentar la probabilidad de fotocapturar a los jaguares. Se considera importante hacer un buen reconocimiento del área de estudio para seleccionar los mejores sitios para colocar las trampas cámara, tomando en cuenta información sobre rastros de especies presas y de la especie en estudio, en este caso el jaguar.

El uso de trampas-cámara puede proveer insumos importantes sobre movimiento de los individuos. Este estudio de trampas cámara generó insumos para tener una estimación mínima de las áreas de acción de jaguares y otras especies cuando son fotocapturados en

más de dos estaciones de trapeo diferentes. Esta información puede ser comparada con otros estudios que hayan utilizado el mismo método, aunque pueden existir variaciones debido a la estacionalidad, tamaño de las áreas de muestreo, tipo de hábitat, la disponibilidad de presas, y probablemente la intensidad de actividades humanas y/o amenazas en el área.

Los machos presentaron mayores áreas de acción mínimas comparadas con las hembras. El M2 presentó el área de acción mínima mayor comparada con los machos M1 y M3. Las áreas de acción mínimas de los machos presentaron un alto traslape. Por el contrario, las áreas de acción mínimas de las hembras no presentaron traslape. Esto puede indicar que las hembras tienen un comportamiento de mayor territorialidad, comparado con los machos que son menos territoriales y solamente tienden a evitar a individuos de su mismo sexo.

Los ámbitos de acción mínimos reportados para los machos de este estudio (M1=23.74 km², M2=31.89 km², M3=5.11 km²) fueron mayores comparados con los estimados para el Parque Nacional Laguna del Tigre-Corredor Biológico Central los cuales se encuentran entre 0.9 km² a 14 km². El ámbito de acción mínimo reportados para las hembras (3.55 km² - 4.19 km²) fue menor a lo estimado para una hembra en el Biotopo Protegido Dos Lagunas (8.6 km²). En el Biotopo Protegido Dos Lagunas se muestreo en un Polígono Mínimo Convexo menor, lo que posiblemente provocó que solamente se registrara la información de los movimientos de una hembra, en donde la mayoría de las estaciones de trapeo abarcaron solamente el ámbito de hogar de la hembra H3.

Los patrones diarios de actividad registrados para los jaguares en las concesiones del bloque de Melchor de Mencos muestran dos picos de actividad, el primero en la noche, entre las 22:01 a 00:00 horas, y el segundo a las 06:01 a 08:00. Este patrón es similar al reportado para el PNLT-CBC en el año 2008, en donde existió mayor actividad durante la noche con un pico de actividad en el amanecer (4:01-6:00). En otros estudios se han registrado diferentes picos de actividad de los jaguares aunque sí se registra mayor actividad durante la noche. Por ejemplo en el Darién se registró una mayor actividad entre las 17:00 y 20:00 horas (Moreno, 2006). Para el Biotopo Dos Lagunas, Parque Nacional Mirador Río Azul, se registró

un pico de actividad al amanecer, entre las 4:01 y 6:00 horas (Moreira *et al.*, 2008b). Para Carmelita-AFISAP se registró un pico de actividad entre las 00:01 y 2:00 horas (Moreira *et al.*, 2008a). Es probable que los jaguares sean menos activos en los caminos entre las 8:00 y 14:00 y más activos en los cuerpos de agua como aguadas, pozas y ríos, coincidiendo con los patrones diarios de actividad de algunas presas potenciales. Especies presas como los jabalís (*Tayassu pecari*) visitan las aguadas con mayor frecuencia cuando la temperatura empieza a elevarse entre las 8:00 y 12:00 horas, posiblemente para refrescarse y darse baños de lodo (Moreira, 2009; Ruano *et al.*, 2009). Posiblemente los depredadores como los jaguares tienden a visitar estos cuerpos de agua, tanto para refrescarse como para cazar alguna presa disponible. Especies presas potenciales como los tepezcuintles, tacuazines, dantos y armadillos fueron activos con mayor frecuencia durante la noche, coincidiendo con los patrones de actividad de los jaguares. Estos patrones de actividad son similares a lo reportado por Harmsen, 2006. Basados en los patrones de actividad de especies presas como los armadillos, tepezcuintles, tacuazines y dantos, tienen una mayor probabilidad de ser depredados por jaguares. Sin embargo los patrones de actividad de otras especies presas variaron considerablemente respecto a la actividad de los jaguares. Posiblemente algunas especies presa pueden ser más fácilmente dominadas cuando están descansando, y otras especies presa pueden ser localizadas más fácilmente cuando están activas.

Cuadro 2. Densidades de jaguares por cada 100 km² registradas en varios estudios con trampas cámara en la Reserva de la Biosfera Maya. Además se muestra la abundancia, área en km² y el tamaño del Polígono Mínimo Convexo.

Sitio	Estimador	Abundancia (Mh)	Area (km ²)			Densidad * 100 km ²	
			PMC	MMDM	MMDM/2	MMDM	MMDM/2
PN Tikal	M(h)	8±3.01	61.93	260.6	120.6	3.0±1.4	6.6±3.5
ZUM La Gloria-EI Lechugal	M(h)	6±2.59	128	744.4	390.3	0.8±0.4	1.5±0.8
ZUM Carmelita-AFISAP	M(h)	13±2.6	50.89	227.9	115.2	5.7±1.2	11.2±2.5
BP Dos Lagunas	M(o)	8±2.2	41.09	132.2	72	6.0±2.1	11.1±5.1
ZUM Concesiones de Melchor de Mencos	M(h)	12±2.63	67.36	411.8	198.5	2.9±0.7	6.0±1.6
PN Laguna del Tigre-CBC	M(o)	10±1.23	72.34	268.4	157.2	3.7±0.4	6.3±1.6
Río Azul, Este, PNMRA	M(h)	15±3.35	128.8	622.8	294.3	2.4±0.6	5.0±1.58
Mirador, Oeste, PNMRA	M(o)	7±0.82	94.06	778.1	351.3	0.89±0.4	1.9±1.56

PMC: Polígono Mínimo Convexo

MMDM: Mean Maximum Distance Moved

MMDM/2: Half Mean Maximum Distance Moved

Durante el estudio se registraron presas importantes para mantener a los jaguares en este sitio. En esta investigación registramos la presencia de especies presas importantes para los felinos mayores tales como coche de monte (*P. tajacu*), cotuza (*D. punctata*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), armadillo (*Dasybus novemcinctus*) tepezcuintle (*Agouti paca*) y cabrito (*M. americana*) (Novack, 2003). Cabe resaltar los beneficios de utilizar trampas cámara digitales para obtener información adicional de comportamiento de las especies fotocapturadas, que pueden contribuir a ampliar el conocimiento de la historia natural de las especies.

El coche de monte es un mamífero social que se desplaza en manadas que pueden variar de menos de 6 a más de 30 individuos en Sur América. La manada más grande que se ha estimado para la Reserva de la Biosfera Maya fue en el Parque Nacional Laguna del Tigre, en donde se contabilizaron 23 individuos (Melvin Mérida Com. Pers.). En el presente estudio por medio de las trampas cámara registramos una manada mínima compuesta por 6 individuos. El coche de monte es una especie altamente adaptable. Habita una gran variedad de hábitat, desde bosques tropicales hasta desiertos. En la parte norte de su rango de distribución, el coche de monte puede mantener poblaciones viables en áreas que presentan temperaturas inferiores a 0 ° C. La tolerancia de esta especie a las bajas temperaturas es excepcional para un animal que también vive en los trópicos (Sowls, 1997; Bodmer & Sowls, 1993, Beck *et al.*, 2008).

Para el presente estudio se registró el 72.7 % de la riqueza de especies fotocapturables de mamíferos medianos y mayores de la RBM (Reid, 1997), basados en los cálculos estimados y ajustados para evaluar el nivel de inventario de riqueza encontrado con el método de Clench (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003) encontramos una calidad de inventario de 92.7%. El registro de las especies potenciales que se distribuyen en nuestra área de estudio y que pueden ser fotocapturables en diseños para estimar la abundancia de felinos mayores se hizo en base a la revisión de literatura (Reid, 1997; Cam *et al.*, 2000). Sin embargo esto no significa que todas las especies potenciales estarán presentes en el área de estudio, ya que hay que tomar diferentes factores que podrían estar afectando la riqueza de mamíferos medianos y mayores. Por ejemplo especies como el grisón (*Galictis vitatta*) y la comadreja

(*Mustela frenata*) aún no han sido registradas dentro de la RBM por este método. Solamente han sido registradas en fragmentos ubicados al sur del lago Petén Itzá. Posiblemente su baja detección se deba al diseño que se emplea en la colocación de las trampas cámara. En los fragmentos al sur del lago Petén Itzá las trampas cámara han sido colocadas en senderos hechos por los animales, a alturas menores a 40 cm (Thornton Com. Pers.). Estas especies son sumamente raras, por lo que para registrar su presencia será necesario otro diseño de muestreo, ya que no son detectables en diseños de muestreo para estimar abundancias de felinos mayores. O'Brien (2008) recomienda un esfuerzo de 3,000 o más trampas noche para estimar la riqueza de especies totales, incluyendo especies elusivas y raras, pero también depende del sitio de estudio. El estimador paramétrico con el modelo Clench nos indicó que la asíntota se encontró en 17 especies, esto se respalda por medio de la tendencia de ingreso de nuevas especies en base al esfuerzo y la relación de la pendiente producto de este ajuste (Jiménez-Valverde & Hortal, J. 2003; Llorente & Soberón, 1993). Esta información respalda que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para obtener información representativa de las especies de mamíferos medianos y mayores presentes en nuestra área de estudio (Coldwell *et al.*, 2004) y que podría utilizarse para comparar estimados de riqueza con otras áreas.

La accesibilidad a esta área es fácil por parte de los habitantes de Melchor de Mencos. Los cazadores pueden ingresar a esta área por el camino principal que se dirige hacia el Parque Nacional Mirador-Río Azul, el cual se mantiene en buenas condiciones durante la mayoría de los meses del año. Esta actividad podría estar afectando la abundancia de especies presa/cinegéticas en el bloque de las concesiones de Melchor de Mencos, por lo que se debe poner énfasis en el monitoreo a largo plazo en esta área y otros sitios importantes dentro de la RBM. Esto no significa que no se haya registrado la presencia de especies presas importantes que puedan mantener la presencia de jaguares en el área, pero posiblemente si existe un efecto externo que podría estar afectando otros niveles tróficos y especies cinegéticas como el jabalí, especie que no fue detectada en nuestra área de estudio. Sin embargo será necesario continuar con el monitoreo en este mismo sitio para determinar si la riqueza de mamíferos medianos y mayores disminuye, sobre todo enfocado en especies

que son detectables con métodos para estimar la abundancia de felinos mayores utilizando trampas cámara.

Algunas especies presas de felinos mayores tienden a recorrer los caminos presentando altas probabilidades de captura. Según Harmsen *et al.* 2010 en estudios realizados en Belice, entre estas especies que recorren caminos podemos mencionar al jabalí, y pizote (Harmsen, 2006; Harmsen *et al.*, 2010). Estas especies suelen acomodarse a los diseños para estimar la abundancia y densidad de los grandes felinos en Belice. Sin embargo es necesario tomar esta información con cautela. En la RBM los jabalís tienden a utilizar sus propios caminos, evitando la presencia humana y atravesando los caminos estando presentes en sitios que presentan cuerpos de agua como pozas y aguadas. Una especie cinegética que recorre los caminos y tiene alta probabilidad de captura con diseños para estimar la abundancia de felinos mayores son los pavos ocelados. Esta especie puede ser utilizada como indicadora de cacería humana en la RBM. Si tomamos en cuenta que los jabalís recorren los caminos en cierto momento, sobre todo en caminos cercanos a cuerpos de agua, podrían ser fotocapturables. Posiblemente esto se deba a la biología del jabalí que ha sido mencionada como una especie nómada, lo cual podría dificultar su fotocaptura por medio de las trampas cámara y posiblemente se necesitará un esfuerzo temporal extra para detectar una especie rara en nuestra área de estudio.

Las frecuencias de fotocapturas de las especies registradas en cada sitio utilizando trampas cámara pueden ser de utilidad para comparar las tendencias de cada especie en el tiempo y espacio. Las diferencias en las probabilidades de captura entre especies se debe principalmente al comportamiento de cada una de estas ante la presencia de caminos antiguos o nuevos, hábitos terrestres o arbóreos, diferentes tamaños de ámbito de hogar y la altura de las trampas cámara (Harmsen *et al.*, 2010; Tobler *et al.*, 2008). Pero la información producto de las trampas cámaras si puede ser comparada entre datos de la misma especie en un mismo sitio en años diferentes. También puede ser útil para medir la tendencia de algunas especies como ocelote, puma, pavo ocelado, coche de monte, zorra gris con otro sitio que tenga el mismo esfuerzo de muestreo utilizando el mismo método, y

preferiblemente con la colocación de las estaciones de trapeo distribuidas en la misma proporción entre trocopases amplios y establecidos y senderos peatonales más estrechos.

Para maximizar el uso de información producto de las trampas cámaras se podría empezar a utilizar un Índice de diversidad fotográfica (WIP por sus siglas en inglés) basado en modelos de ocupación que podría ser un método complementario para reportar un cambio en la dinámica de la diversidad temporal y espacial en áreas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya. Esta información también nos ayudará a evaluar la riqueza de especies en cada sitio, para compararla con otras áreas y determinar qué especies han sido extirpadas o no de ciertas áreas (O'Brien, 2010). En la actualidad se sigue estudiando la robustez de este índice y su precisión con datos simulados, pero su utilidad podría ser prometedora para evaluar el estado de las especies.

Los resultados obtenidos durante este estudio demuestran la importancia de las concesiones del bloque de Melchor de Mencos para la conservación de la población de jaguares en la RBM. El área de muestreo abarcó parte de los sitios donde se extrae selectivamente árboles de interés comercial. Basados en la estimación de la abundancia y densidad de jaguares en este sitio, la extracción selectiva de madera en si aparentemente no representa una amenaza directa para los jaguares. En el presente estudio registramos la presencia de los machos M1 y M2 y de la hembra H1 en las áreas de extracción selectiva de madera del año 2008. Sin embargo es necesario mantener el control de los caminos que facilitan acceso al área, y fortalecer la vigilancia para evitar la cacería de presas potenciales para los jaguares y que también son apetecidas por los humanos. A pesar de estar expuesta a amenazas, la abundancia de jaguares y fauna en general registrada en el área hace del bloque concesionario de Melchor de Mencos una región importante para fortalecer los esfuerzos de conservación. Estos esfuerzos deben estar enfocados en establecer campamentos permanentes con personal de varias instituciones que permita fortalecer los patrullajes de control y vigilancia en el área, sobre todo fortaleciendo los puestos de control El Manantial, Yaloch y El Tigre. Consideramos muy importante elaborar planes de patrullajes para evitar actos ilícitos en esta parte de la Reserva de la Biosfera Maya.

5. CONCLUSIONES

Para el área de las concesiones del bloque de Melchor de Mencos estimamos una densidad entre 1.37 ± 0.69 a 6.04 ± 1.68 jaguares por cada 100 km^2 . Registramos dos parejas de jaguares en celo, afirmando la importancia del bloque de las concesiones de Melchor de Mencos para la conservación de esta especie.

Consideramos importante continuar el monitoreo de las abundancias y densidades de jaguares a lo largo del tiempo utilizando trampas cámara. Este método no invasivo permite obtener resultados útiles para la conservación de esta especie, también para estimar frecuencias de fotocapturas de especies presa. Estas frecuencias de fotocapturas pueden ser comparadas por especie preferiblemente en sitios que presenten los mismos esfuerzos y las mismas modalidades de muestreo y temporalidad. Estudios con trampas cámara deben de ser combinados con colecta de excretas en los mismos sitios para comparar las abundancias registradas con ambos métodos no invasivos y poder estimar la dieta de los carnívoros, tanto con trampas cámara como con excretas. Asimismo para determinar la dinámica de las poblaciones de jaguares en la Reserva de la Biosfera Maya.

En el presente estudio registramos un 72.7% de la riqueza de mamíferos medianos y mayores presentes en la RBM, que puede ser fotocapturable con métodos para estimar la abundancia de felinos mayores.

La presencia de especies que son detectables en inventarios con el método de trampas cámara en diseños para estimar la abundancia de grandes felinos podría servir como indicador para evaluar el estado de conservación en áreas de interés dentro de la Reserva de la Biosfera Maya. Este indicador podría ayudar a evaluar el efecto del impacto de la presencia humana. A la vez se podría utilizar la tendencia de eventos de fotocapturas para evaluar algunas especies de mamíferos en el área.

Consideramos viable combinar el uso de trampas cámara digitales con trampas cámara de rollo. Gracias a la alta capacidad de almacenaje de las trampas cámara digitales, se puede obtener información del comportamiento de la fauna, registro de épocas de nacimiento y celo para varias especies. La combinación de trampas cámara de rollo con digitales tiene la ventaja que se puede abarcar mayor área de muestreo y por ende, se abarcan más ámbitos de hogar de diferentes individuos, lo cual permite obtener una estimación confiable de la abundancia y densidad.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la U.S. Department of the Interior y U.S. Agency for International Development (USAID/GCPII) por el financiamiento para esta investigación. Agradecemos 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), Concesiones Forestales del bloque de Melchor de Mencos, Proyecto Arqueológico Holmul y a la Asociación BALAM por las facilidades brindadas para llevar a cabo este estudio. Agradecemos a ROMANO pizzería, en especial a Christian Rossell y a The Nature Conservancy por todo el apoyo brindado a WCS-Guatemala. Agradecemos al Centro de Monitoreo y Evaluación del CONAP por el apoyo técnico para la elaboración de los mapas, en especial a Víctor Hugo Ramos y Nery Solís. Agradecemos a Merlina Barnes y Jacob Kay por su amable colaboración en la clasificación y escaneo de las fotografías. Agradecemos el apoyo de los técnicos de campo de WCS-Guatemala por su colaboración en el mapeo de caminos y revisión de las trampas cámara.

7. REFERENCIAS

Altrichter, M. & G. Boaglio. 2004. Distribution and relative abundance of peccaries in the Argentine Chaco: associations with human factors. *Biological Conservation* 116: 217-225.

- Astete, S. 2008. Ecología da onça-pintada nos Parques Nacionais Serra da Capibara e Serra das Confusoes, Piauí. Tesis de Maestría, Universidad de Brasilia. 105 pp.
- Beck, H., Taber, A., Altrichter, M., Keuroghlian, A. & Reyna, R. 2008. *Pecari tajacu*. In: IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 February 2010.
- Bodmer, R. E. & SOWLS, L. K. 1993. The Collared Peccary (*Tayassu tajacu*). In: W. L. R. Oliver (ed.), Pigs, Peccaries, and Hippos: Status Survey and Conservation Action Plan, IUCN, Gland, Switzerland.
- Bustamante, A. 2008. Densidad y uso de hábitat por los felinos en la parte Sureste del área de amortiguamiento del Parque Nacional Corcovado, Península de Osa, Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad Nacional. Sistema de Estudios de Postgrado Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre.
- Cam, E., Nichols, J. D., Sauer, J. R., Hines, J. E., & Flather, C. H. 2000. Relative Species Richness and Community Completeness: Birds and Urbanization in the Mid-Atlantic States. *Ecological Applications*, 10(4), 1196-1210.
- Carrillo, E., Fuller, T., & Saenz, J. 2009. Jaguar (*Panthera onca*) hunting activity: effects of prey distribution and availability. *Journal of Tropical Ecology*. 25;263-267.
- Caso, A., Lopez-Gonzalez, C., Payan, E., Eizirik, E., de Oliveira, T., Leite-Pitman, R., Kelly, M. & Valderrama, C. 2008. *Panthera onca*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 28 November 2008.
- Cat Specialist Group 2002. *Panthera onca*. In: IUCN 2007. 2007 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 05 June 2008.
- Chávez, C. & 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.
- Colwell, R. & Coddington, J. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 345, 101-118.

- Colwell, R. Chang, X. & Chang, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* (85) 2717-2727.
- Colwell, R. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Contreras, J. 1999. Plan General de Manejo, Concesión Forestal San Andrés. En SI-CONFOR.
- Crawshaw, P. & Quigley, H. 1991. Jaguar spacing, activity y habitat use in a seasonally flooded environment in Brazil. *J.Zool. (Lond.)* 223: 357-370.
- Di Bitetti, M., Paviolo, A. & De Angelo, C. 2006. Density, habitat use y activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology* 270: 153-163.
- Estrada, C. 2006. Dieta, uso de hábitat y patrones de actividad del puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) en la Selva Maya. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Biología. 54 pp.
- Fragoso, J. 1997. Desapariciones locales del baquiro labiado (*Tayassu pecari*) en la Amazonía: migración, sobre-cosecha o epidemia? En: T. Fang, R. Bodmer, R. Aquino y M. Valqui (Eds.). Manejo de fauna silvestre en la Amazonía. UNAP, Universidad de Florida UNDP/GEF e Instituto de Ecología. La Paz, Bolivia. 309-312 pp.
- Fonseca, G.A.B. & Robinson, J.G. 1990. Forest size and structure: competitive and predatory effects on small mammal communities. *Biological Conservation*, 53, 265-294.
- García, R., McNab R., Soto, J., Radachowsky, J., Moreira, J., Estrada, C., Méndez, V., Juárez, D., Dubón, T., Córdova, M., Córdova, F., Oliva, F., Tut, J., Tut, K., González, E., Muñoz, E., Morales, L. & Flores, L. 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.
- Harmsen, B. J. 2006. The use of camera traps for estimating abundance and studying the ecology of jaguars (*Panthera onca*). Tesis de Doctorado. Universidad de Southampton. 275 pp.

- Harmsen, B. J., Foster, R. J., Silver, S., Ostro, L., & Doncaster, C. P. 2010. Differential Use of Trails by Forest Mammals and the Implications for Camera-Trap Studies: A Case Study from Belize. *Biotropica*, 42(1), 126-133.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?Codigo=787222>.
- Karanth, K. 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera Trap data using capture recapture models. *Biological Conservation* 71: 333-338.
- Karanth, K. & Nichols, J. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79, 2852-2862.
- Kelly, M. 2003. Jaguar monitoring in the Chiquibul forest, Belize. *Caribbean Geography*. 13(1): 19-32.
- Maffei, L., Cuéllar, E. & Noss, A. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) In Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. *Journal of Zoology* 262: 295-304.
- Maffei, L., Noss, A., Cuéllar, E. & Rumiz, D. 2005. Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behaviour in the dry forest of Eastern Bolivia: data from camera trapping. *Journal of Tropical Ecology* 21:349-353.
- Marieb, K. 2006. Jaguars in the New Millennium Data Set Update: The State of the Jaguars in 2006. A report prepared for Wildlife Conservation Society's Jaguar Conservation Program. 75 pp.
- Maffei, L. & Noss, A. 2008. How small is too small? Camera trap survey areas and density estimates for ocelots in the Bolivian Chaco. *Biotropica* 40(1): 71-75.
- Miller, B., Dugelby, B., Foreman, D., Martínez del Río, C., Noss, R., Phillips, M. et al. 2001. The importance of large carnivores to healthy ecosystems. *Endangered Species Update*, 18, 202-210.
- Miller, C. & Miller, B. 2005. Jaguar density in la Selva Maya. Report for Wildlife Conservation Society. 13pp.
- Moreira, J., Balas, R., Thornton, D., García, R., Méndez, V., Vanegas, A., Ical, G., Zepeda, E., Senturión, R., García, I., Cruz, J., Asij, G., Ponce-

- Santizo, G., Radachowsky, J., & Córdova, M. 2007. Abundancia de jaguares en La Gloria-El Lechugal, Zona de Usos Múltiples, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Informe interno. Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS-Guatemala), Programa para la Conservación del Jaguar. 17 pp.
- Moreira, J., McNab, R., García, R., Méndez, V., Barnes, M., Ponce-Santizo, G., Vanegas, A., Ical, G., Zepeda, E., García, I., & Córdova, M. 2008a. Densidad de jaguares dentro de la concesión comunitaria de Carmelita y de la Asociación Forestal Integral San Andrés Petén, Zona de Usos Múltiples, Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala. Informe interno. Wildlife Conservation Society, Programa para Guatemala. Programa para la Conservación del Jaguar. 22 pp.
- Moreira, J., McNab, R., García, R., Méndez, V., Ponce-Santizo, G., Córdova, M., Tun, S., Caal, T. & Corado, J. 2008b. Densidad de jaguares en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Parque Nacional Mirador Río Azul, Petén, Guatemala. Informe Interno WCS-Programa para Guatemala. 19 pp.
- Moreira, J., McNab, R., García, R., Ponce-Santizo, G., Mérida, M., Méndez, V., Córdova, M., Ruano, G., Tut, K., Tut, H., Córdova, F., Muñoz, E., González, E., Cholom, J. & Xol, A. 2009. Abundancia y densidad de jaguares en el Parque Nacional Laguna del Tigre-Corredor Biológico Central. Reserva de la Biosfera Maya. Informe Interno WCS-Programa para Guatemala. 35 pp.
- Moreira, J. 2009. Patrones diarios de actividad, composición, tamaño y abundancia relativa de manadas de jabalí *Tayassu pecari* (Link, 1795), en el Parque Nacional Mirador - Río Azul, Petén, Guatemala. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Biología. 70 pp.
- Moreira, J. 2010. Protocolo para estimar la abundancia y densidad de jaguares dentro de la Reserva de la Biosfera Maya por medio de trampas cámara. Wildlife Conservation Society Programa para Guatemala. Jaguar Conservation Program. 25 pp.
- Moreno, R. 2000. Atrayentes para los felinos silvestres. *Scientia* 15 (1):115-117.
- 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.

- Moreno, R. 2008. Información preliminar sobre la dieta de jaguares y pumas en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá. *Tecnociencia*, vol. 10, No.1. 115-126pp.
- Nichols, J. & Karanth, U. 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.
- Nowell, K. & Jackson, P. 1996. *Wild cats: status survey and conservation action Plan*. Gland, Switzerland.
- Núñez, R., Miller, B. & Lindzey, F. 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. Taber. *El jaguar en el nuevo milenio*. Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México, Wildlife Conservation Society. 107-126.
- O'Brien, T. 2008. On the use of automated cameras to estimate species richness for large and medium sized rainforest mammals. *Animal Conservation* 11: 179-181.
- O'Brien, T. G., Baillie, J. E., Krueger, L., & Cuke, M. 2010. The Wildlife Picture Index: monitoring top trophic levels. *Animal Conservation*, no-no. doi: 10.1111/j.1469-1795.2010.00357.x.
- Otis, D, Burnham, K., White, G. & Anderson, D. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monograph* 62: 1-135.
- Ponce-Santizo, G. 2004. Dispersión de semillas por mono araña (*Ateles geoffroyi*), saraguate negro (*Alouatta pigra*) y escarabajos coprófagos en el Parque Nacional Tikal, Guatemala. Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 92 pp.
- Ponce-Santizo, G., McNab, R., García, R., Moreira, J., Méndez, V., Córdova, M., Tut, H., Muñoz, E. & Xol, A. 2008. Abundancia de jaguares en El Burreal, Corredor Biológico Central, Reserva de la Biosfera Maya: Estimación invierno 2008. Informe Interno WCS-Programa para Guatemala. 30 pp.

- Rabinowitz, A. & Nottingham, B. 1986. Ecology and behavior of jaguar in Belize, Central America. *Journal of Zoology*. (Lond.) 210, 149-159.
- Reid, F. 1997. A field guide to the mammals of Central América & Southeast México. Oxford University Press. New York. 334 pp.
- Rexstad, E. & Burnham, K. 1991. User´s guide for interactive program CAPTURE: abundance estimation of closed animal populations. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
- Reyna-Hurtado, R. & G. Tanner. 2005. Habitat Preferences of Ungulates in Hunted and Nonhunted Areas in the Calakmul Forest, Campeche, Mexico. *Biotropica* 37: 676-685.
- Ripple, W.J. & Beschta, R.L. 2006. Linking a cougar decline, trophic cascade, and catastrophic regime shift in Zion National Park. *Biological Conservation*, 133, 397- 408.
- Ruano, G., Moreira, J., García, R., McNab, R., Ponce-Santizo, G., Méndez, V. & Córdova, F. Monitoreo de Manadas de jabalí y dantos que visitan las aguadas de la región este del Parque Nacional Mirador-Río Azul. Informe Interno Wildlife Conservation Society-Programa para Guatemala. 16 pp.
- Salom-Pérez, R., Carrillo, E., Sáenz, J. & Mora, J. 2007. Critical condition of the jaguar *Panthera onca* in Corcovado Nacional Park, Costa Rica. *Oryx*, 41(1), 51-56.
- Seymour, K.L. 1989. *Panthera onca*. *Mammalian Species*, 340, 1-9.
- Schulze, M. & Withacre, D. 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., Ostro, L., Marsh, L., Maffei, L., Noss, A., Kelly, M., Wallace, R., Gómez, H. & Ayala, G. 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.
- Soberón, J. & J. Llorente. (1993). Accumulation The Use of Species for the Prediction Functions of Species Richness. *Conservation Biology*, 7(3).
- Soisalo, M. & Cavalcanti, S. 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.
- Sowls, L. 1997. *Javelinas and other Peccaries: Their, Biology, Management, and Use*. The Texas A&M University Press. College Station. 321 pp.
- Terborgh, J. 1988. The big things that run the world—a sequel to E.O. Wilson. *Conservation Biology*, 2, 402-405.
- Terborgh, J., Estes, J.A., Paquet, P.C., Ralls, K., Boyd-Heger, D., Miller, B. & Noss, R. 1999. Role of top carnivores in regulating terrestrial ecosystems. In *Continental Conservation: Design and Management Principles for Long-Term, Regional Conservation Networks* (eds M.E. Soulé & J. Terborgh), pp. 39-64. Island Press, Washington, DC, USA.
- Tobler, M. W., Carrillo-percastegui, S. E., Pitman, R. L., Mares, R., & Powell, G. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large and medium sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, 11, 169-178.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=787222>.
- Wallace, R., Gomez, H., Ayala, G. & Espinoza, F. 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *Mastozool. Neotropical* 10, 5-11.
- Weber, W. & Rabinowitz, A. 1996. A global perspective for large carnivore conservation. *Conservation Biology*, 10, 1046-1054.
- Wildlife Conservation Society. 2008. Reporte Final 2007-2008. Monitoreo de la Integridad Ecológica de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Reporte de la WCS-Programa para Guatemala.

Anexo 1. Individuos de jaguar (*Panthera onca*) fotocapturados durante el estudio.



Macho M1, lado izquierdo



Hembra H1 y macho M1, lado izquierdo



Macho M2, lado izquierdo



Macho M3, lado izquierdo



Macho M4, lado izquierdo



Hembra H2, lado izquierdo



Hembra H3, lado izquierdo



Hembra H4, lado derecho



Individuo de sexo no identificado I1, parte trasera

Anexo 2. Especies de otros felinos fotocapturados durante el estudio.



Margay, *Leopardos wiedii*



Puma, *Puma concolor*



Ocelote, *Leopardus pardalis*

Anexo 3. Especies de fauna fotocapturadas durante el estudio.



Zorrillo, *Conepatus semistriatus*



Venado cola blanca, *Odocoileus virginianus*



Danto, *Tapirus bairdii*