



Abundancia y densidad de Jaguares en El Parque Nacional Laguna del Tigre- Corredor Biológico Central, Reserva de la Biosfera Maya 2009

José Moreira, Roan McNab, Rony García, Gabriela Ponce, Melvin Mérida, Víctor Méndez, Marcial Córdova, Gustavo Ruano, Kender Tut, Henri Tut, Francisco Córdova, Eliberto Muñoz, Eleazar González, Jesús Cholom y Antonio Xol



AFISAP



Este reporte es posible gracias al apoyo del pueblo norteamericano a través de la 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 (RBM) junto con áreas protegidas de México y Belice forman la Selva Maya, que ha sido identificada por el Programa para la Conservación del Jaguar (JCP) como una Unidad de Conservación del Jaguar. La Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS- Programa para Guatemala) ha desarrollado varias investigaciones para estimar la abundancia y densidad de jaguares dentro de la RBM utilizando trampas -cámara combinado con modelos de captura-recaptura. El objetivo de esta investigación fue estimar la abundancia de jaguares presentes en el Parque Nacional Laguna del Tigre y el Corredor Biológico Central. La investigación se realizó en la parte Este del Parque Nacional Laguna del Tigre, Sur del Corredor Biológico Central y una pequeña área dentro de la Concesión de AFISAP en la Zona de Usos Múltiples de la RBM. Utilizamos un método estándar basado en el registro fotográfico de individuos de jaguares obtenida por medio de trampas-cámaras y estimamos la abundancia utilizando el programa CAPTURE y *Density ver. 4.3*. Colocamos 24 estaciones de trampeo en un período de 49 días, del 13 de Febrero al 2 de Abril del 2009, cubriendo un polígono mínimo convexo (PMC) de 72.34 km². En cada estación de trampeo se colocó un atrayente olfativo (Obsession de Calvin Klein para hombre). Se realizó un esfuerzo de muestreo total de 1,127 trampas noche en un área efectiva de trampeo de 157.279 km² y 268.40 km² basados en el MMDM/2 y MMDM total respectivamente.

Registramos 27 fotocapturas y 21 eventos de captura de jaguares correspondientes a 9 individuos: 5 machos y 4 hembras. Basados en el Modelo nulo estimamos una abundancia de 10 (ES±1.23) jaguares. Basados en la abundancia estimada dividida entre el área efectiva de muestreo estimada en base al MMDM/2 obtuvimos una densidad de 6.36 (ES±1.66) jaguares por cada 100 km² y una mínima basados en el MMDM de 3.73 (ES±0.49) jaguares por cada 100 km². Actualmente estamos utilizando el programa *Density ver. 4.3* para obtener una estimación de densidad basada en la Máxima Probabilidad (Maximum Likelihood). En base a este método estimamos una densidad de 4.52 (ES±1.92) jaguares por cada 100 km². Esta estimación es confiable para el área, ya que el Polígono Mínimo Convexo es grande lo cual ha permitido obtener una estimación de densidad con un error estándar bajo, comparado con la primera evaluación realizada en el año 2008. La figura de acumulación de nuevos individuos muestra una asíntota con los estimadores Jack 1 y Chao 2, lo cual permite inferir que el esfuerzo realizado fue suficiente para obtener una muestra representativa del número de individuos para nuestra área de estudio.

El Parque Nacional Laguna del Tigre y el Corredor Biológico Central son áreas muy importantes para la conservación de la población de jaguares y sus presas a largo plazo, por tal motivo es importante continuar con los esfuerzos de protección que se están realizando en el área denominada “El Escudo” para disminuir las invasiones, incendios forestales y actos ilícitos, involucrando a las Concesiones Forestales de la Zona de Usos Múltiples. Recomendamos utilizar trampas cámara combinado con modelos de captura recaptura y Obsession de Calvin Klein para hombre como atrayente para obtener información sobre abundancia y densidad de jaguares dentro de la Reserva de la Biosfera Maya.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. MÉTODO	4
2.1. Área de Estudio	4
2.2. Diseño de Muestreo	6
2.3. Análisis de los Datos.....	7
3. RESULTADOS.....	9
3.1. Jaguares	9
3.1.1 Patrones Diarios de Actividad	12
3.2. Abundancia Relativa de Fauna.....	13
3.3. Acumulación de Nuevos Individuos	17
4. DISCUSIÓN	16
5. CONCLUSIONES	21
6. AGRADECIMIENTOS.....	22
7. REFERENCIAS	22

1. INTRODUCCIÓN

El jaguar (*Panthera onca*) es el felino más grande que habita el continente Americano, y es la única especie del género *Panthera* que se encuentra en este continente. En tamaño es el tercer felino más grande en el mundo, solo menor al león (*Panthera leo*) y al tigre (*Panthera tigris*) (Nowell & Jackson 1996; Caso et al. 2008). Habita simpátricamente con los pumas (*Puma concolor*) en gran parte de su área de distribución en Norte, Centro y Sudamérica. Actualmente está clasificado por la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como casi amenazado (Cat Specialist Group 2002), enfrentando serias amenazas debido a la destrucción del hábitat, la persecución directa cuando interactúan con animales domésticos y por pérdida de presas (Sanderson et al. 2002). En Guatemala la Reserva de la Biosfera Maya, junto con áreas protegidas de México y Belice forman la Selva Maya, la cual es el bosque continuo subtropical mejor conservado al norte del Amazonas. La Selva Maya ha sido identificada por el Programa para la Conservación del Jaguar (JCP por sus siglas en inglés) como una Unidad de Conservación del Jaguar Tipo 1 (JCU por sus siglas en inglés)¹ (Marieb 2006). La Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS-Programa para Guatemala) ha desarrollado varias investigaciones para estimar la densidad de jaguares dentro de la Reserva de la Biosfera Maya utilizando el método de trampas-cámara combinado con modelos de captura-recaptura (García et al. 2006, Moreira et al. 2007, Moreira et al. 2008a, Moreira et al. 2008b). Este método no invasivo ha mostrado ser muy confiable para estimar abundancias y densidades de especies elusivas.

El objetivo de esta investigación fue estimar la abundancia de jaguares presentes en el Parque Nacional Laguna del Tigre-Corredor Biológico Central en la Reserva de la Biosfera Maya.

2. MÉTODO

2.1. Área de Estudio

La investigación se realizó en la parte Este del Parque Nacional Laguna del Tigre, Sur del Corredor Biológico Central y una pequeña área dentro de la Concesión de AFISAP, en la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya. El Corredor Biológico Central conecta el Parque Nacional Laguna del Tigre con la ZUM y el Parque Nacional Mirador Río Azul. En el Corredor Biológico existe conectividad en los paisajes de bosque bajo, bosque medio-alto latifoliado y humedales, lo que hace que esta área sea muy importante para la biodiversidad. El Corredor Biológico Central tiene una extensión de

¹ 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.

378 km². Dicho corredor fue concebido para mantener la conectividad del flujo genético de la biodiversidad entre el Parque Nacional Laguna del Tigre y el Parque Nacional Mirador-Río Azul (CONAP 2001).

El área de la Concesión de AFISAP tiene una extensión de 51,939.84 ha de las cuales el 56.82% corresponde a bosque alto, el 30.95% a bosque bajo, y el resto corresponde a bosques en recuperación y cuerpos de agua. La concesión de AFISAP está formada por 173 socios, 15 mujeres y 158 hombres. Dentro de la concesión existen tres campamentos habilitados para el personal, siendo estos Buena Vista y El Chablé, los cuales mantienen personal durante todo el año, y el campamento Isabelita que solamente es habilitado en la época de verano cuando se da el aprovechamiento de madera.

El territorio del Este del Parque Nacional Laguna del Tigre, Corredor Biológico Central y de la Concesión Forestal de AFISAP está constituido por Bosque Húmedo Subtropical. Schulze y Whitacre (1999) reconocieron 11 tipos de hábitat en la RBM basados en las variables de ubicación topográfica, pendiente, contenido de barro en el suelo y contenido de rocas. Estos hábitat pueden ser simplificados en tres categorías: bosque alto, bajo o 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 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 (Contreras 1999) (Fig. 1).

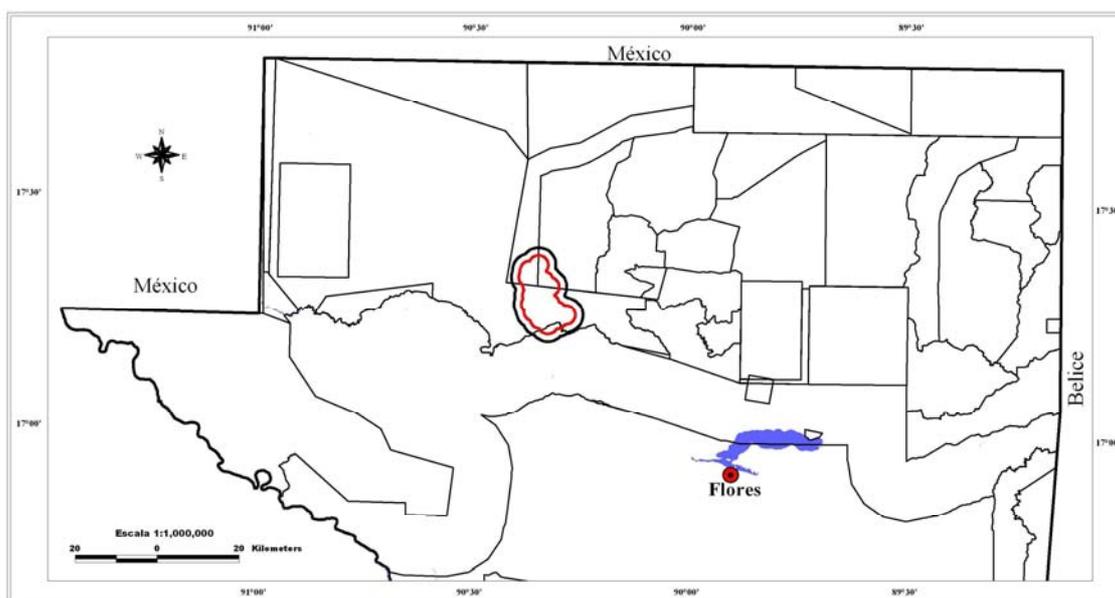


Figura 1. Mapa con la ubicación del área de estudio. En rojo y negro se muestra el área efectiva de trampeo estimada en base al MMDM/2 y MMDM total respectivamente abarcando el Parque Nacional Laguna del Tigre, Corredor Biológico Central y AFISAP.

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

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

Para medir la abundancia de jaguares utilizamos 24 estaciones de trampeo (48 trampas cámara) en un período de muestreo de 49 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 5.0m entre sí, y a una altura promedio de 45cm. Para cumplir con el supuesto que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser capturados por las trampas-

cámara, las estaciones de trapeo fueron distribuidas y espaciadas a una distancia promedio de 2.5 km entre si. 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 trapeo. La ubicación exacta de cada estación de trapeo fue seleccionada en base a la presencia de signos de animales (ej. huellas, excretas, rascados, avistamientos) como indicadores. Las estaciones de trapeo fueron colocadas sobre caminos amplios para vehículos y sobre senderos.

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 h 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. 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 trapeo. Se roció el atrayente en wipe comercial y posteriormente se amarró a una estaca. Cada estaca fue insertada en el suelo en medio de las dos trampas-cámara.

2.3. Análisis de los Datos

Para estimar la abundancia y densidad de jaguares en el área utilizamos el programa CAPTURE y *Density ver. 4.3* (Departamento de Zoología, Universidad de Otago, Nueva Zelanda, Royle et al. 2008). Estos programas han sido creados para obtener estimaciones de abundancia en base a varios estimadores como $M(h)$, $M(o)$, $M(t)$. El método ML toma en cuenta los movimientos de los individuos y creando puntos en dónde tenemos la máxima probabilidad de detectar un individuo. En este estudio reportamos los resultados de las densidades de jaguares basados en los tres métodos para futuras comparaciones.

Para estimar la abundancia de jaguares, los “historiales de captura” de cada uno de los individuos registrados fueron combinados en una sola matriz y

analizados con el programa CAPTURE y *Density ver. 4.3* (Otis et al. 1978; Rexstad & Burnham 1991). El programa CAPTURE y *Density ver. 4.3* 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 se cumplió. Además, el estudio se realizó durante 49 días, un tiempo incluso menor al máximo recomendado² para muestrear una población cerrada de felinos (Karanth & Nichols 1998; Nichols & Karanth 2002).

Para estimar la densidad de jaguares presentes en el área de estudio, dividimos la abundancia obtenida por medio del estimador $M(o)$ y la dividimos entre el área efectiva de trapeo. Para estimar el área efectiva de trapeo, cada estación de trapeo fue amortiguada por un círculo con radio igual a la mitad del promedio de las distancias máximas de movimiento obtenidas en este estudio ($MMDM/2$). 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 ($MMDM$ por sus siglas en inglés) (Lynam et al. 2008). La distancia máxima recorrida fue estimada para cada individuo que fue fotocapturado en 2 o más estaciones de trapeo. Luego calculamos el área total comprendida por todas las trampas cámara y la zona de amortiguamiento para determinar el área efectiva de trapeo basados en $MMDM/2$ y $MMDM$.

También estimamos la densidad de jaguares en el área utilizando el método de Máxima Probabilidad (ML), todas las estimaciones se hicieron con los programas CAPTURE y *Density ver. 4.3* (Otis et al. 1978; Rexstad & Burnham 1991; Departamento de Zoología, Universidad de Otago, Nueva Zelanda, Royle et al. 2008).

Para estimar la abundancia de las especies de aves y mamíferos fotocapturados durante el estudio, se calculó la abundancia relativa de cada especie. La abundancia relativa 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 capturas por especie/esfuerzo de muestreo*100), el esfuerzo de muestreo está dado por (No. Trampas cámara * días de muestreo) (Moreno 2006).

Para determinar si el esfuerzo de muestreo en el Parque Nacional Laguna del Tigre-Corredor Biológico Central fue suficiente para obtener un estimado representativo del número total de individuos presentes en nuestra área de estudio, desarrollamos una curva de acumulación de nuevos individuos en base al esfuerzo. Para estas estimaciones utilizamos estimadores no paramétricos (Colwell & Coddington 1994; Chao 2005; Colwell et al. 2004). La curva de acumulación de nuevos individuos la realizamos basados en los historiales de captura (presencia-ausencia) de los individuos durante los días de muestreo. Realizamos un ajuste de los datos utilizando la función Mao Tao

² 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.

de los datos esperados. Para estimar si nuestro esfuerzo fue suficiente para fotocapturar el total de individuos en nuestra área de estudio y para verificar si los datos llegan a una asíntota, realizamos una gráfica basados en los estimadores Jack 1, Chao 2 (Colwell & Coddington 1994). Para realizar estos análisis utilizamos el programa EstimateS 8.0 (Colwell 2005).

3. RESULTADOS

Se colocaron 24 estaciones de muestreo durante 49 días, del 13 de Febrero al 2 de Abril del 2009, cubriendo un polígono mínimo convexo de 72.34 km². El esfuerzo de muestreo total fue de 1,127 trampas noche. El área efectiva de muestreo, incluyendo la zona de amortiguamiento para cada estación de trampeo, fue de 268.40 km² basados en el MMDM y de 157.28 km² basados en el MMDM/2 (Fig. 2).

3.1. *Jaguares*

En los 49 días de muestreo se obtuvieron 27 fotocapturas de jaguares, que correspondieron a 21 eventos de captura. Durante este período se identificaron 9 individuos, 5 machos y 4 hembras. El M1 y M4 tuvieron 4 eventos de captura; M8 y H5 tuvieron 3 eventos de captura, M3 y H1 tuvieron 2 eventos de captura, M7, H4 y H6 tuvieron 1 evento de captura. La distancia máxima promedio de movimiento de los jaguares fue de 4.4 km (1.6-7.4 km).

Estimamos una abundancia de 10 (ES \pm 1.23) jaguares según el modelo M(o). En el presente estudio damos tres estimaciones de densidad, una mínima, una media 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 6.36 \pm 1.66 jaguares por cada 100 km² y una densidad basados en el MMDM de 3.73 \pm 0.49 jaguares por cada 100 km². Basados en la estimación por medio del método ML estimamos una densidad de 4.52 \pm 1.92 jaguares por cada 100 km². Estas estimaciones son más conservadoras y certeras comparadas con la estimación de 24.10 (\pm 4.56) jaguares por cada 100 km² que obtuvimos en el año 2008.

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. 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).

Se obtuvieron las áreas de acción mínimas para 4 individuos machos (M1= 14.7 km², M3= 3.4 km², M4= 0.9 km² y M8= 10.2 km²) (Fig. 3). Para el año 2008 se reportó un área de acción mínima para el M1 de 9.11 km². Posiblemente el

aumento del PMC permitió abarcar un área mayor del territorio de este macho, respaldando el supuesto que es importante muestrear en áreas grandes para abarcar más ámbitos de hogar de diferentes individuos y obtener una estimación confiable de densidad.

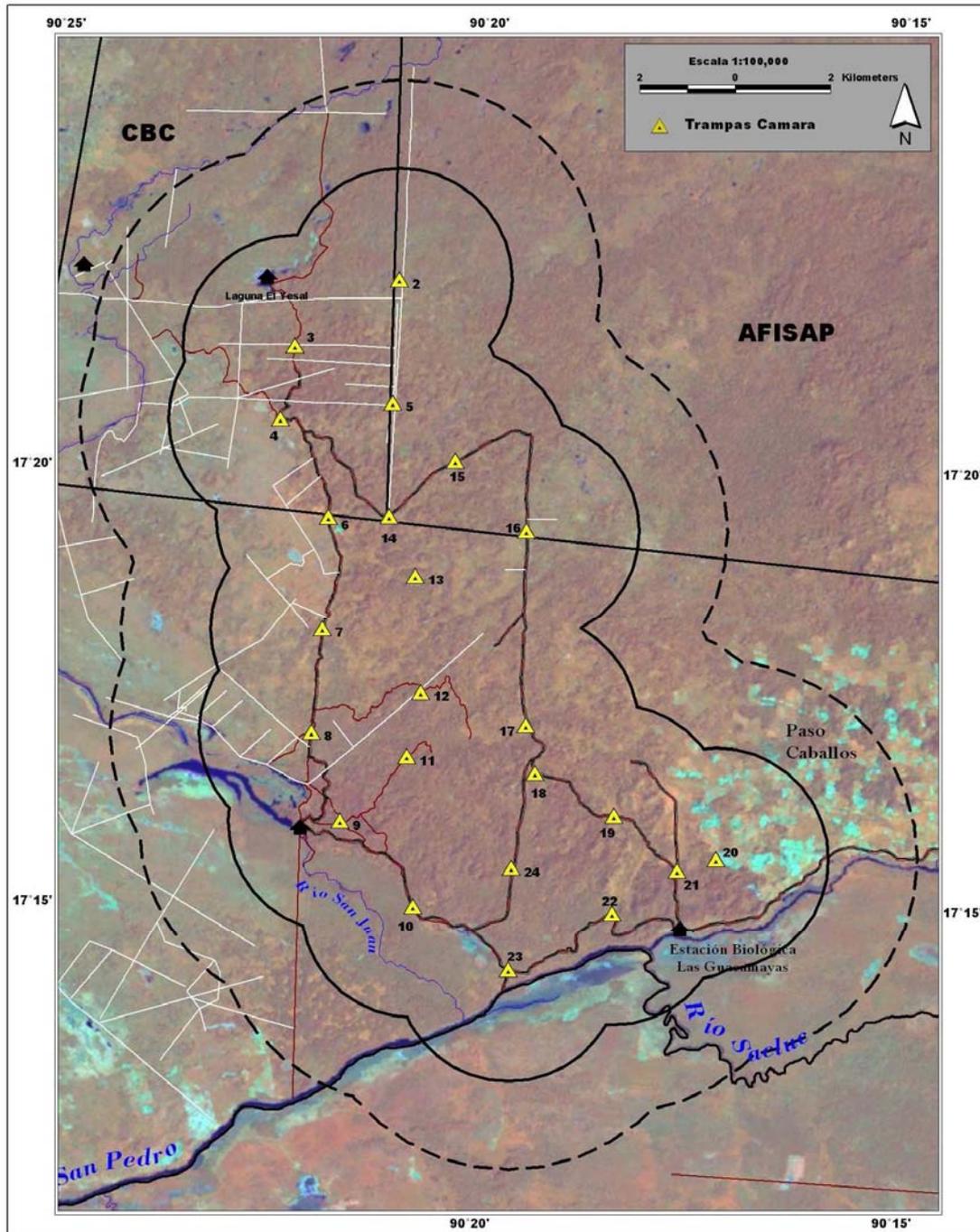


Figura 2. Área efectiva de trapeo incluyendo el buffer alrededor de cada estación de trapeo calculado utilizando MMDM/2 en línea negra continua. El área efectiva de trapeo incluyendo el buffer alrededor de cada estación de trapeo calculado utilizando MMDM se muestra en línea negra discontinua.

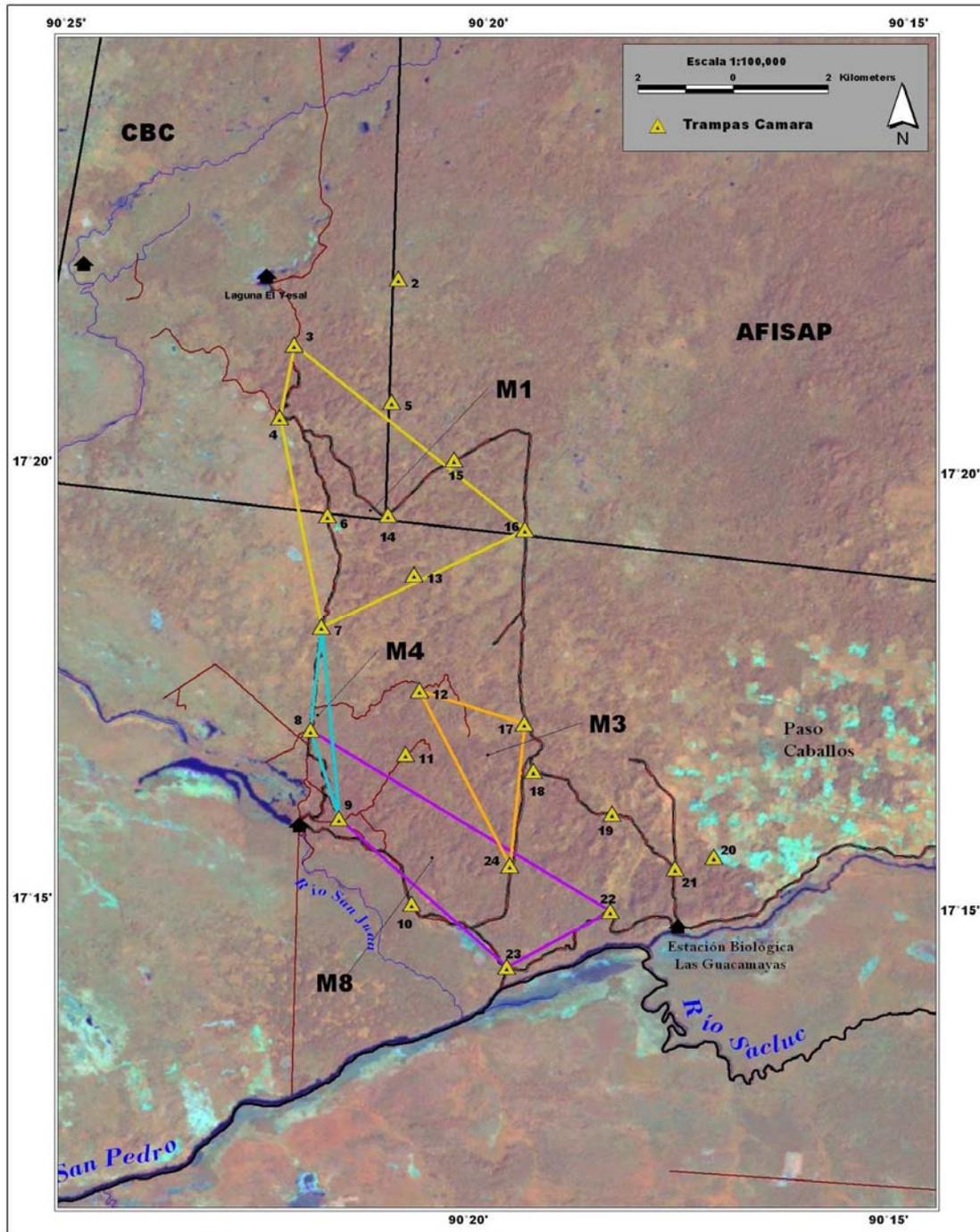


Figura 3. Mapa con las áreas de acción mínimas estimada para el M1 (línea amarilla), M3 (línea anaranjada), M4 (línea celeste) y M8 (línea rosada).

3.1.1 Patrones Diarios de Actividad

Se determinó el patrón de actividad de los jaguares basados en las horas registradas en las 27 fotocapturas. De acuerdo a este análisis se observa un pico de actividad durante la media noche (00:01-2:00) y las horas de la noche comenzando desde el atardecer (18:00), con una disminución de actividad entre las 8:01 y 12:00 h del día, posiblemente debido a la elevada temperatura (Fig. 4).

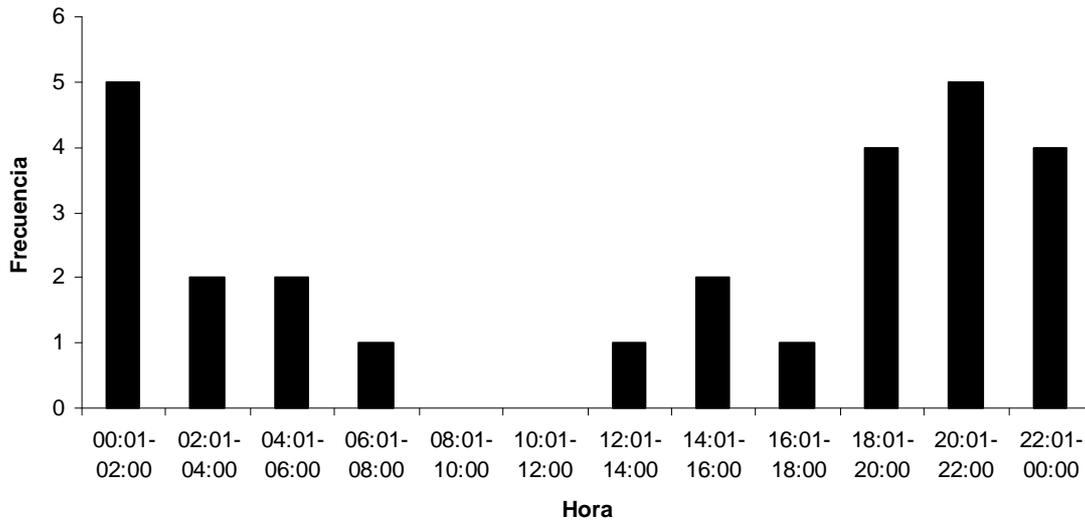


Figura 4. Frecuencia de fotocapturas de jaguares durante las horas del día.

También se analizó si existía algún patrón de actividad relacionado con las fases lunares. Se encontró una mayor frecuencia de fotocapturas de jaguares durante la fase cuarto menguante (Fig. 5).

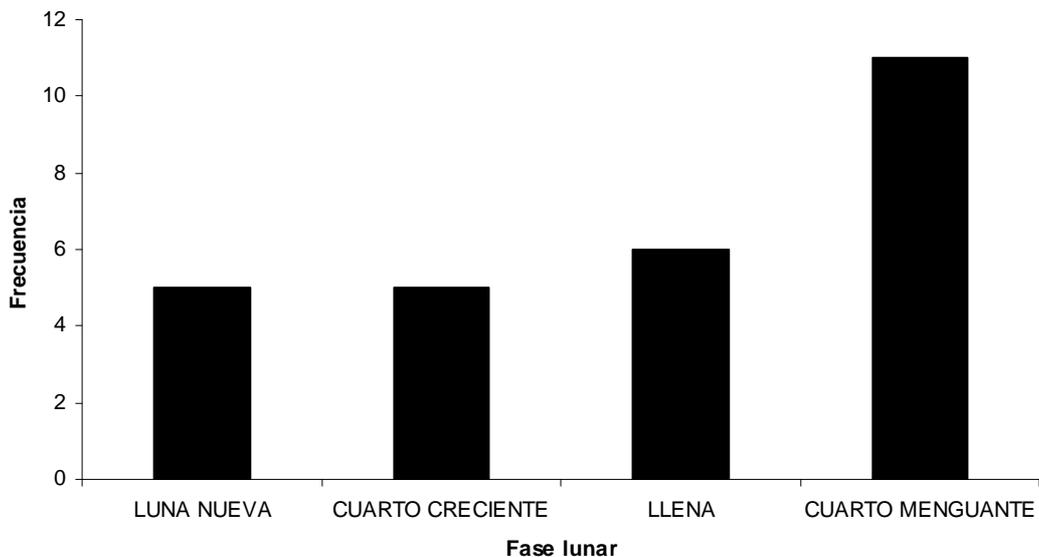


Figura 5. Frecuencia de fotocapturas de jaguares durante las fases lunares.

3.2. Abundancia Relativa de Fauna

En general se registraron 33 especies de mamíferos y aves, incluyendo al jaguar. Las abundancias relativas de las especies se presentan en el Cuadro 1. *Meleagris ocellata*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Leopardus pardalis*, *Puma concolor* y *Pecari tajacu* fueron las especies que presentaron las mayores abundancias relativas. En el Parque Nacional Laguna del Tigre-Corredor Biológico Central es el segundo sitio dentro de la Reserva de la Biosfera Maya en donde registramos la presencia de los cinco felinos reportados para Guatemala (Reid 1997). El primer sitio donde reportamos las cinco especies fue en el estudio de Carmelita-AFISAP en el 2008 (Moreira et al. 2008). Respecto a los felinos, la mayor abundancia relativa se registró para los ocelotes (*Leopardus pardalis*) (3.4) seguido de los pumas (*Puma concolor*) (3.32), jaguares (*Panthera onca*) (2.3), margays (*L. wiedii*) (0.51) y yaguarundis (*Puma yagouarundi*) (0.17).

También fue posible registrar el comportamiento de algunas especies. Registramos la presencia de una pareja de ocelotes que probablemente se encontraban en celo. La fotocaptura de estos dos ocelotes se registró en la estación de trampeo número 19, la cual se localiza cerca del polígono de la aldea de Paso Caballos (Fig. 6). Registramos una secuencia en donde aparece un *P. yagouarundi* hembra con su cría. Esta secuencia se obtuvo en la estación de trampeo número 23, cercana al río San Pedro (Fig. 7). Además registramos una secuencia de pumas, una hembra con dos crías de aproximadamente un año de edad. Esto sugiere que los carnívoros presentan buena calidad de hábitat en esta parte de la reserva para reproducirse (Fig. 8).



Figura 6. Pareja de ocelotes Macho y Hembra cercano al polígono de la aldea de Paso Caballos.



A. Hembra de yaguarundi. B. Cría de yaguarundi.



A. Hembra. B. Primera cría, notar la marca de tres colmoyotes en el costado izquierdo.



C. Segunda cría, notar la marca de un colmoyote en el costado izquierdo. D. Segunda cría olfateando el Obsesion de Calvin Klein para hombre.

Cuadro 1. Especies fotocapturadas durante el estudio y sus abundancias relativas.

Espece	Eventos de captura	Abundancia Relativa
<i>Meleagris ocellata</i>	67	5.70
<i>Urocyon cinereoargenteu</i>	42	3.57
<i>Leopardus pardalis</i>	40	3.40
<i>Puma concolor</i>	39	3.32
<i>Pecari tajacu</i>	37	3.15
<i>Leptotila sp.</i>	32	2.72
<i>Crax rubra</i>	29	2.47
<i>Panthera onca</i>	27	2.30
<i>Hylocichla mustelina</i>	25	2.13
<i>Didelphis virginiana</i>	19	1.62
<i>Didelphis marsupialis</i>	15	1.28
<i>Odocoileus virginianus</i>	15	1.28
<i>Dasyprocta punctata</i>	14	1.19
<i>Nasua narica</i>	14	1.19
<i>Conepatus semistriatus</i>	13	1.11
<i>Mazama americana</i>	13	1.11
<i>Tapirus bairdii</i>	13	1.11
<i>Tayassu pecari</i>	7	0.60
<i>Agouti paca</i>	6	0.51
<i>Leopardus wiedii</i>	6	0.51
<i>Crypturellus sp.</i>	5	0.43
<i>Eira Barbara</i>	5	0.43
<i>Thryothorus sp.</i>	5	0.43
<i>Formicarius analis</i>	3	0.26
<i>Puma yagouaroundi</i>	2	0.17
<i>Philander opossum</i>	2	0.17
<i>Sciurus deppei</i>	2	0.17
<i>Tinamus major</i>	2	0.17
<i>Aramides cajanea</i>	1	0.09
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	1	0.09
<i>Dendroica sp.</i>	1	0.09
<i>Hylomanes momotula</i>	1	0.09
<i>Momotus momota lessoni</i>	1	0.09
<i>Ortalis vetula</i>	1	0.09
<i>Penelope purpurascens</i>	1	0.09
<i>Tamandua mexicana</i>	1	0.09
<i>Thraupis episcopus</i>	1	0.09

La abundancia relativa de las especies se calculó de la siguiente manera (no. fotocapturas/esfuerzo de muestreo)*100 (Moreno 2006).

3.3 Acumulación de Nuevos Individuos

La figura de acumulación de nuevos individuos muestra una asíntota con los estimadores Jack 1 y Chao 2, lo cual permite inferir que el esfuerzo realizado fue suficiente para obtener una muestra representativa del número de individuos para nuestra área de estudio (Fig. 9). Basados en los estimadores Jack 1 y Chao 2, logramos obtener información de individuos de jaguares para esta área entre el 75 y 90%. Esta información respalda que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para obtener información representativa de los jaguares presentes en nuestra área de estudio y para obtener un estimado confiable de la abundancia y densidad. En el presente estudio obtuvimos tres jaguares (H4, H6, y M7) con un solo evento de captura. Las fotocapturas de estos individuos se realizaron en las periferias de nuestra área de estudio. Esto posiblemente indica que para obtener mas eventos de captura de estos individuos será necesario un mayor esfuerzo, ya sea aumentando los días de muestreo o el número de estaciones de trampeo.

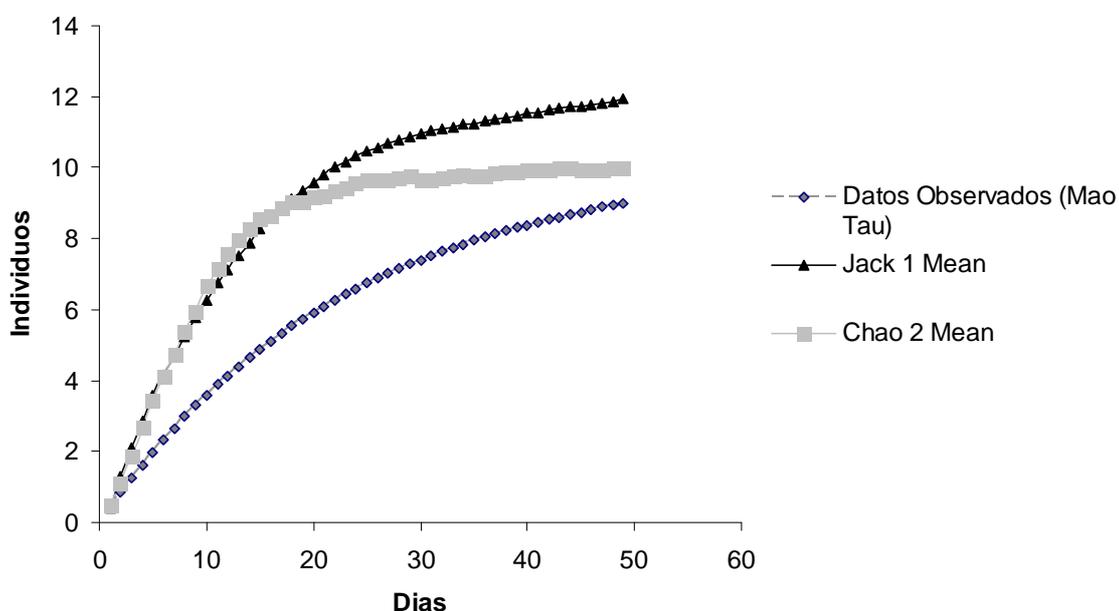


Figura 9. La figura muestra la curva de acumulación de nuevos individuos basados en los estimadores Jack 1 y Chao 2. La curva muestra una asíntota con los dos estimadores después del punto de inflexión. Esto demuestra que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado para registrar la abundancia de jaguares en el área de estudio. La agregación de nuevos individuos es un evento muy raro que requerirá un esfuerzo mucho mayor.

4. DISCUSIÓN

En este segundo estudio realizado en el Parque Nacional Laguna del Tigre-Corredor Biológico Central (PNLT-CBC) abarcamos un Polígono Mínimo Convexo mayor comparado con el del año 2008, para obtener una estimación confiable de la densidad de jaguares para el área. Las diferencias en el tamaño del PMC de muestreo incide directamente en la probabilidad de captura de jaguares y en la estimación de abundancia y densidad (Maffei & Noss 2008, Bustamante 2008). Por tal motivo, para el presente estudio

obtuvimos un PMC de 72.34 km² siendo tres veces mayor comparado con el PMC del año 2008. Basados en este nuevo diseño obtuvimos una densidad que se encuentra entre 3.73±0.49 a 6.36±1.66 jaguares por 100 km², dependiendo de la forma de estimar el área efectiva de muestreo. La densidad de jaguares reportada para el PNLT-CBC es más alta comparada con el Parque Nacional Tikal y La Gloria-El Lechugal en la Reserva de la Biosfera Maya. Sin embargo es menor a las estimaciones obtenidas para Carmelita-AFISAP, y el Biotopo Dos Lagunas, PNMRA. También es una de las densidades de jaguares más altas reportadas para la región, lo cual demuestra la importancia de la parte Oeste de la RBM para la conservación de los felinos y sus presas.

Durante este estudio registramos la presencia de nueve individuos, el mismo número registrado en el año 2008. Registramos la presencia de tres machos que habían sido fotocapturados durante el primer estudio en el año 2008, siendo estos M1, M3 y M4; y registramos la presencia de dos nuevos machos, M7 y M8. Los machos M7 y M8 fueron fotocapturados al Sur del área del estudio del 2008, lo cual demuestra la importancia de tener PMC grandes. Respecto a las hembras, solamente registramos la presencia de la H1 y fotocapturamos tres nuevos individuos, H4, H5 y H6. Es probable que algunos individuos que no fotocapturamos este año presenten ámbitos de hogar hacia la parte central y Norte del Corredor Biológico Central.

Consideramos adecuada la estimación de abundancia obtenida debido a que obtuvimos 12 recapturas de los individuos durante el estudio, y esto sugiere que la estimación de la abundancia es bastante acertada.

Debido a que el Parque Nacional Laguna del Tigre-Corredor Biológico Central se plantea como un sitio de monitoreo poblacional de jaguares y presas a largo plazo, fue necesario rediseñar la red de muestreo aumentando la distancia entre estaciones de trampeo no más de 2 km lineales y aumentando el número de estaciones para que el polígono mínimo convexo fuese mayor. Esto permitió tener un área suficientemente grande para registrar los ámbitos de acción mínimos de varios individuos. En el presente estudio registramos el área de acción mínima para 4 individuos machos (M1, M3, M4 y M8), y tuvimos una fotocaptura del jaguar M8 a 10 km lineales de la aldea de Paso Caballos.

A pesar que el mejor método para estimar los ámbitos de hogar es el uso de radio telemetría, ya sea utilizando collares convencionales VHF, GPS de dos vías o satelitales, los cuales son los más modernos y no requieren tanto trabajo para obtener las locaciones de los individuos en estudio, el uso de trampas-cámara puede proveer insumos sobre movimiento de los individuos. El uso de trampas cámara puede proveer 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 trampeo 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 y disponibilidad de presas. Las áreas de acción mínimas registradas para jaguares en Carmelita-AFISAP fueron menores a las estimadas en este estudio. Esto posiblemente se deba a que en Carmelita-AFISAP, durante la época seca, los recursos como el agua se

encuentran concentrados en lugares específicos como lagunas, sibales y aguadas, por el contrario, en el PNLT-CBC, la disponibilidad del agua se encuentra en ríos, provocando que las presas se dispersen más. El área de acción mínima registrada para el M1 en el año 2008 es menor a la estimada en este año. Esto se debe a que el área de muestreo fue menor en el 2008. En este estudio obtuvimos fotocapturas del M1 a 3 km y 1 km al Este y Sur respectivamente del área mínima de acción registrada en el año 2008.

Los patrones diarios de actividad registrados para los jaguares muestran un inicio de actividad al anochecer, aumentando a las 20:01 y 00:01 horas. Este patrón es similar al reportado para 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). Posiblemente los depredadores como los jaguares tienden a visitar estos cuerpos de agua, tanto para refrescarse como para cazar alguna presa disponible.

En el año 2008, la actividad de los jaguares fue mayor durante las fases de la luna creciente y llena. Sin embargo, para el presente estudio se obtuvo un pico de actividad durante la fase cuarto menguante. Posiblemente esto se deba a que los jaguares tienen más actividad cuando empieza la oscuridad para evitar ser vistos por las presas. Existen pocos registros de las diferencias en la actividad de los felinos de acuerdo a las fases lunares (Maffei et al. 2005). El registro de mayor actividad durante esta fase lunar es interesante debido a que no corresponde a ningún patrón de presencia o ausencia de luz, ya que durante la luna creciente y menguante no hay mucha luz y durante la luna llena la cantidad de luz es mayor. Los movimientos en el espacio y tiempo de los felinos pueden depender de las horas en que son activas las presas primordiales, también de actividades biológicas y fisiológicas particulares de cada individuo (marcaje de territorio, búsqueda de hembras y caza) (Moreno 2006). Sin embargo se esperaría que la actividad se diera primordialmente durante la ausencia de luz, cuando los depredadores no pueden ser detectados con facilidad.

El jaguar ha sido descrito como una especie cuyos movimientos y patrones de actividad dependen de los movimientos y actividades de sus principales presas. En el Parque Nacional Corcovado, la actividad de un jaguar hembra monitoreada por medio de radio telemetría, esta dada por la disponibilidad de

las tortugas marinas. Durante la luna nueva, los jaguares depredaron mayormente tortugas marinas en la playa, comparado con la actividad que desarrollaban en el bosque. Esto demuestra un patrón de actividad bimodal, durante la luna nueva su actividad la realizan en la playa, alimentándose de tortugas marinas, y durante la luna llena, la actividad la desarrolla en el bosque, alimentándose de coches de monte (*Pecari tajacu*) (Carrillo et al. 2009).

De acuerdo a las abundancias relativas calculadas, los ocelotes son los felinos más abundantes en el área comparada con la abundancia relativa estimada para pumas, margays y yaguarundis. Este patrón se registró durante el año 2008, pero sin obtener fotocapturas de yaguarundi.

Los pavos ocelados (*Meleagris ocellata*) y el coche de monte (*Pecari tajacu*) se registraron como las especies presa con la mayor abundancia relativa. Cabe resaltar la importancia de las abundancias relativas de especies presa importante para el jaguar como coche de monte, pizote (*Nasua narica*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tacuazines (*Didelphis marsupiales* y *Didelphis virginiana*). Estas abundancias relativas sugieren una base de presas sanas, lo cual permitirá la conservación del ecosistema. El coche de monte y el pizote son una de las principales presas del jaguar en la RBM (Novack 2003). Estas altas abundancias demuestran la importancia del PNLT-CBC para la conservación no solo de los jaguares, si no también de las potenciales presas.

El esfuerzo realizado en el presente estudio fue suficiente para registrar más del 70 por ciento de los jaguares presentes en nuestra área de estudio, basados en los cálculos estimados por Jack 1 y Chao 2. Los estimadores llegaron a una asíntota, demostrando que el esfuerzo realizado fue suficiente para estimar la abundancia de jaguares. Este método lo hemos empleado por primera vez para determinar si el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para estimar el número de individuos en un área utilizando trampas cámara. Consideramos que la abundancia y densidad estimada para el PNLT-CBC es adecuada, y esto lo hemos respaldado con el método de acumulación de nuevos individuos. Para realizar estos análisis se recomienda tener un esfuerzo alto, mayor a 25 muestras, idealmente entre 45 y 100 muestras (Coldwell, 1994). Nosotros realizamos este análisis con 49 muestras, por lo que consideramos que los resultados son confiables.

Los resultados obtenidos durante este estudio demuestran la importancia de esta área en términos de biodiversidad (Ponce-Santizo et al. 2008). Esta área está ubicada en una posición estratégica en la RBM, pues se encuentra en el área de influencia de las presiones del Oeste del Parque Nacional Laguna del Tigre, y su integridad determina en mucho la integridad de la región central (Zona de Usos Múltiples y Zonas Núcleo del Oeste) de la RBM. La región del Corredor Biológico Central, y el área del Parque Nacional Laguna del Tigre enfrentan amenazas por invasiones, incendios, y aunque su situación de conservación ha mejorado en los últimos años (2005-2007) en cuanto a pérdida de cobertura forestal e incendios, la creación de nuevas brechas en el área y la detección de personas sigue siendo una de las mayores amenazas

(WCS 2008). A pesar de estar expuesta a amenazas, la abundancia de jaguares y fauna en general registrada en el área hace del Oeste de la RBM 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 en la brecha del “escudo” ubicada al Oeste del Corredor Biológico Central.

5. CONCLUSIONES

Para el PNLT-CBC estimamos una densidad entre 3.73 ± 0.49 a 6.36 ± 1.66 jaguares por cada 100 km^2 . Consideramos que esta estimación es adecuada para esta parte de la RBM. Registramos abundancias relativas de especies presa importantes para la dieta del jaguar, las cuales se han mantenido comparado con lo registrado en el año 2008. Registramos un patrón de actividad nocturno para los jaguares, y una alta actividad de éstos durante la fase lunar de cuarto menguante.

Para el presente estudio estimamos la curva de acumulación de nuevos individuos. Basados en los estimadores Jack 1 y Chao 2, los datos estimados presentaron una asíntota, estabilizándose después del punto de inflexión, por lo que consideramos que el esfuerzo fue suficiente para estimar el número de individuos en nuestra área de estudio.

Consideramos importante continuar el monitoreo de las abundancias y densidades de jaguares en sitios clave como el PNLT-CBC utilizando trampas-cámara. Este método no invasivo permite obtener resultados robustos y confiables, no solo para carnívoros, también para estimar abundancias relativas de especies presa. 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.

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 registran más ámbitos de hogar de diferentes individuos, lo cual permite obtener una estimación confiable de la abundancia y densidad. Recomendamos el uso de métodos no invasivos para estimar abundancias y densidades de jaguares en la Reserva de la Biosfera Maya.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la 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), Concesión Forestal de la Asociación Forestal Integral San Andrés Petén, a la Estación Biológica Las Guacamayas y a la Asociación BALAM por las facilidades brindadas para llevar a cabo este estudio. Agradecemos a la Pizzería ROMANO, en especial a Christian Rossell 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. Agradecemos grandemente a Ricardo Moreno y Aída Bustamante por toda la ayuda brindada en el diseño de la red de muestreo y por todas sus sugerencias. Agradecemos a Merlina Barnes 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

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



Macho M3 lado izquierdo



Macho M4 lado derecho



Macho M7 lado derecho



Macho M8 lado derecho



Hembra H1 lado izquierdo



Hembra H4 lado derecho



Hembra H5 lado izquierdo



Hembra H6 lado izquierdo

Anexo 2. Especies de felinos fotocapturadas durante el estudio.



Margay Leopardus wiedii



Ocelote *Leopardus pardalis*



Yaguarundi *Puma yagouarondi*



Puma *Puma concolor*