

Abundancia, densidad y patrones de actividad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) utilizando trampas cámara en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Petén, Guatemala

Gabriela Palomo-Muñoz¹, Rony García-Anleu², Gabriela Ponce-Santizo^{2,3} & José F. Moreira-Ramírez^{2,4}

¹Colecciones Biológicas, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad del Valle de Guatemala
mgpalomo@uvg.edu.gt

²Wildlife Conservation Society, Programa para Guatemala. Av. 15 de marzo casa No. 3, Flores, Petén, Guatemala

³Mesa de Monitoreo Biológico de la Reserva de la Biosfera Maya, Flores, Petén

⁴El Colegio de la Frontera Sur Unidad Campeche. Av. Rancho Polígono 2A Ciudad Industrial, Lerma, Campeche, Campeche, México. CP 24500

RESUMEN: Se analizaron los resultados de fotocapturas de 46 días, generados por Wildlife Conservation Society en 25 estaciones de trampeo en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Petén, Guatemala. En total, se fotocapturaron 11 hembras y 6 machos.

Se determinó la abundancia y densidad utilizando el programa SPACECAP en el programa R. La abundancia fue de 32.91 ± 7.63 (DE) ocelotes y una densidad de 10.83 ocelotes/100 km² ± 1.4 (DE) dentro de un área de 3,894.45 ha. El patrón de actividad nocturno bimodal presenta picos entre las 20:00-22:00 y 00:00-02:00 horas. Los ocelotes fueron relativamente fáciles de estudiar por medio de trampas cámara. Este estudio constituye un buen modelo para estudiar poblaciones de felinos neotropicales que son crípticos y difíciles de observar en vida silvestre.

PALABRAS CLAVE: ocelote, *Leopardus pardalis*, cámaras trampa, captura, recaptura, SPACECAP, densidad, abundancia, Guatemala, Petén.

Abundance, density and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) using camera traps in Biotopo Protegido Dos Lagunas, Petén, Guatemala

ABSTRACT: Photocaptures of 46 days generated by Wildlife Conservation Society in 25 trap stations in Biotopo Protegido Dos Lagunas, Petén, Guatemala, were analyzed. The results were 11 females and 6 males. The abundance and density were determined using the software SPACECAP runned in the software R. The abundance was 32.91 ± 7.63 (SD) ocelots and density was 10.83 ocelots/100 km² ± 1.4 (SD) in an area of 3,894.45 ha. The ocelots showed a nocturnal bimodal pattern of activity with peaks between 20:00-22:00 and 00:00-02:00. The ocelots are somewhat easy to study using camera traps. This study constitutes a good model to study Neotropical feline populations because they are cryptic and very difficult to study in wildlife.

KEY WORDS: ocelot, *Leopardus pardalis*, camera trap, capture, recapture, SPACECAP, density, abundance, Guatemala, Petén.

Introducción

El ocelote se distribuye desde el extremo sur de Texas, Estados Unidos, pasando por México y Centro América, hasta llegar a Ecuador, Brasil y el norte de Argentina (Murray y Gardner 1977). También está reportado en Isla Margarita en Venezuela, Isla Barro Colorado en Panamá, y Trinidad (Murray y Gardner 1997, Dillon 2005). En Guatemala está reportado para Petén, Izabal, Alta Verapaz y Quiché (Moreira *et al.* 2007, Hermes 2004). Los felinos pequeños y medianos han sido poco estudiados en Centroamérica en comparación con los grandes felinos Neotropicales como el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) (Maffei *et al.* 2005). Los ocelotes son considerados una especie clave y bandera para la conservación de ecosistemas (Sanderson *et al.* 2002, Moreno y Giacalone 2006). Están ubicados en la cima de la cadena trófica y por ello contribuyen a la regulación del tamaño poblacional de sus presas; juegan un papel importante en el mantenimiento de los fenómenos ecológicos en los ecosistemas que habitan (Núñez *et al.* 2000, Miller y Rabinowitz 2002, Hermes 2004). Sus poblaciones son pequeñas y aisladas por la fragmentación del hábitat y afectadas por las actividades humanas lo que los hace ser una especie muy vulnerable a pesar de su gran valor ecológico (Núñez *et al.* 2000, Miller y Rabinowitz 2002, Hermes 2004). Sin embargo, son pocos los estudios que se han realizado acerca de esta especie a lo largo de su distribución. Algunos estudios acerca de ocelotes se han realizado en la Isla Barro Colorado, Panamá (Moreno y Giacalone 2006), Parque Nacional Darién, Panamá (Moreno y Bustamante 2009); Belize (Dillon 2005; Dillon y Kelly 2007, 2008), Parque Nacional Laguna Lachuá, Guatemala (Hermes 2004) y Parque Nacional Mirador Río Azul, Guatemala (Moreira *et al.* 2007). Estos estudios generaron datos de su ecología, densidad y abundancia para cada área estudiada. En general se sabe muy poco del comportamiento de los ocelotes; por ejemplo ecología, hábitos alimenticios, presas más frecuentes

y patrones de actividad, entre otros. La falta de datos hace que sea difícil diseñar planes de conservación regionales para esta especie.

Para Guatemala la información disponible acerca de esta especie es anecdótica o proviene de inventarios de fauna en la mayoría de países centroamericanos (Belice, Panamá, Costa Rica), y también es el caso para Guatemala. Hermes (2004) estudió las poblaciones de jaguares, pumas y ocelotes en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, en donde determinó la abundancia relativa de sus poblaciones usando trampas cámara. Moreira *et al.* (2007) realizaron un estudio en el que utilizando trampas cámaras determinaron la densidad, abundancia y patrones circadianos en el Parque Nacional Mirador Río Azul en Petén, Guatemala.

El método de trampas cámara ha sido usado para estimar poblaciones de tigres (Karanth 1995, Karanth y Nichols 1998), jaguares (Maffei *et al.* 2005 Silver *et al.* 2004, Hermes 2004, Moreira *et al.* 2010) y recientemente de ocelotes (Trolle y Kery 2003, Hermes 2004, Dillon 2005, Maffei *et al.* 2005, Moreno y Giacalone 2006, Moreno y Bustamante 2009) debido a que son animales evasivos, solitarios y elusivos. Además, viven en hábitats remotos y en el caso del jaguar y ocelote, en lugares con densa cobertura forestal. El uso de trampas cámara se ha vuelto una herramienta fundamental para monitorizar felinos a nivel mundial y puede proveer valiosa información en cuanto a la determinación de ámbitos de hogar, patrones de actividad diarios y estacionales y dinámicas poblacionales (Di Bitetti *et al.* 2006). Este método se ha usado para estimar poblaciones de diversas especies de mamíferos, y posee ventajas por no ser intrusivo, permitir abarcar grandes extensiones de terreno, identificar individuos que posean patrones de manchas o franjas y sobre todo, fotocapturar animales crípticos, como es el caso del ocelote (Moreno y Bustamante 2009). Las fotografías proveen información adicional, por ejemplo, hora y fecha de la fotocaptura, por lo que pueden ser usadas para estudiar la estacionalidad, patrones de actividad circadianos, frecuencia de actividad durante las diferentes fases lunares, así como con qué otros animales comparten el espacio (Di Bitetti *et al.* 2006).

Determinar abundancias representa importantes esfuerzos de conservación para la especie, ya que permite que se examinen tendencias temporales y el número potencial de individuos que una reserva o un área puede soportar (Dillon y Kelly 2007). Estimar la densidad de las poblaciones de felinos, y en este caso de ocelotes, es clave para llegar a entender patrones macroecológicos y relaciones interespecíficas e intraespecíficas que presenta esta especie.

Este trabajo se centró en la determinación de la abundancia y densidad de ocelotes en el Biotopo Protegido Dos Lagunas (BPDL) en Petén, Guatemala. Adicionalmente, se determinaron los patrones diarios que presentan así como la frecuencia de actividad de la especie durante las fases lunares. El presente estudio es de los pocos de su tipo en Guatemala. La información reportada en puede ayudar a planear futuros estudios sobre la biología y conservación de la especie así como de otros felinos y mamíferos en el BPDL.

Materiales y Métodos

Diseño de muestreo

El trabajo de campo se realizó en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Flores, Petén, del 1 de mayo al 15 de junio de 2008. El esfuerzo total de trampeo fue de 1150 trampas/noche. Durante 46 días se colocaron 25 estaciones de trampeo, cada estación con 2 trampas cámara (Leaf River™ modelo C-1BU con cámara Canon® Sure Shot Owl) para fotocapturar cada uno de los flancos del animal.

Las trampas cámara estaban situadas a los costados de los caminos o senderos. Las estaciones de trampeo estaban distribuidas a una distancia máxima de 2.5 km lineales a lo largo del territorio, ya que Rabinowitz y Nottingham (1986) reportaron que este es el ámbito de hogar mínimo para un jaguar hembra en Belice. Este trabajo estaba centrado en tomar datos tanto de jaguares como de ocelotes, por eso decidimos utilizar el ámbito de hogar reportado para jaguares. Todos los individuos tenían la misma probabilidad de ser capturados. Se colocó una estaca de madera frente a las cámaras de cada estación de trampeo, la cual tenía un pedazo de tela de fibra de nylon amarrado en la punta y rociado con Obsession® de Calvin Klein® para hombre como atrayente olfativo (Moreira *et al.* 2010).

Identificación de los individuos

Los caracteres que se utilizaron para identificar a los ocelotes fueron las rosetas, líneas, manchas en la cola y sexo para cada individuo. Esta metodología ha sido utilizada para estudiar tigres por (Karanth 1995; Karanth y Nichols 1998, 2002; Kawanishi 2002), jaguares (Wallace *et al.* 2003, Hermes 2004, Harmsen 2006, Moreira 2010) y ocelotes (Hermes 2004, Trolle y Kery 2005, Dillon 2005, Haines *et al.* 2005, Moreira 2006, Moreno 2006, Moreno y Bustamante 2009). Muchas fotografías tomadas en este estudio solo presentaban la cola y parte de las patas traseras; sin embargo, debido a que las manchas eran tan distintivas y diferenciables en las fotografías, fue fácil identificar los individuos.

Análisis de abundancia y densidad

Para determinar la abundancia y densidad se utilizó el programa SPACECAP (Gopaldaswamy *et al.* 2012) versión 1.1.0 (Gopaldaswamy *et al.* 2014) que corre en el programa R (R Core Team 2013). Este es un programa que estima la abundancia y densidad de una población usando un modelo de captura-recaptura para trampas cámara. Los modelos de captura-recaptura espacial implementados en el programa SPACECAP estiman directamente la densidad animal usando la información de historias de capturas y lo combinan con las localizaciones espaciales de las capturas basándose en un modelo unificado Bayesiano (Royle *et al.* 2009). El programa modela espacialmente los movimientos de los ocelotes para determinar la abundancia y densidad, basándose en un supuesto de población cerrada (sin nacimientos, muertes, inmigración o emigración). Esta es la principal ventaja al usar SPACECAP, pues en programas que

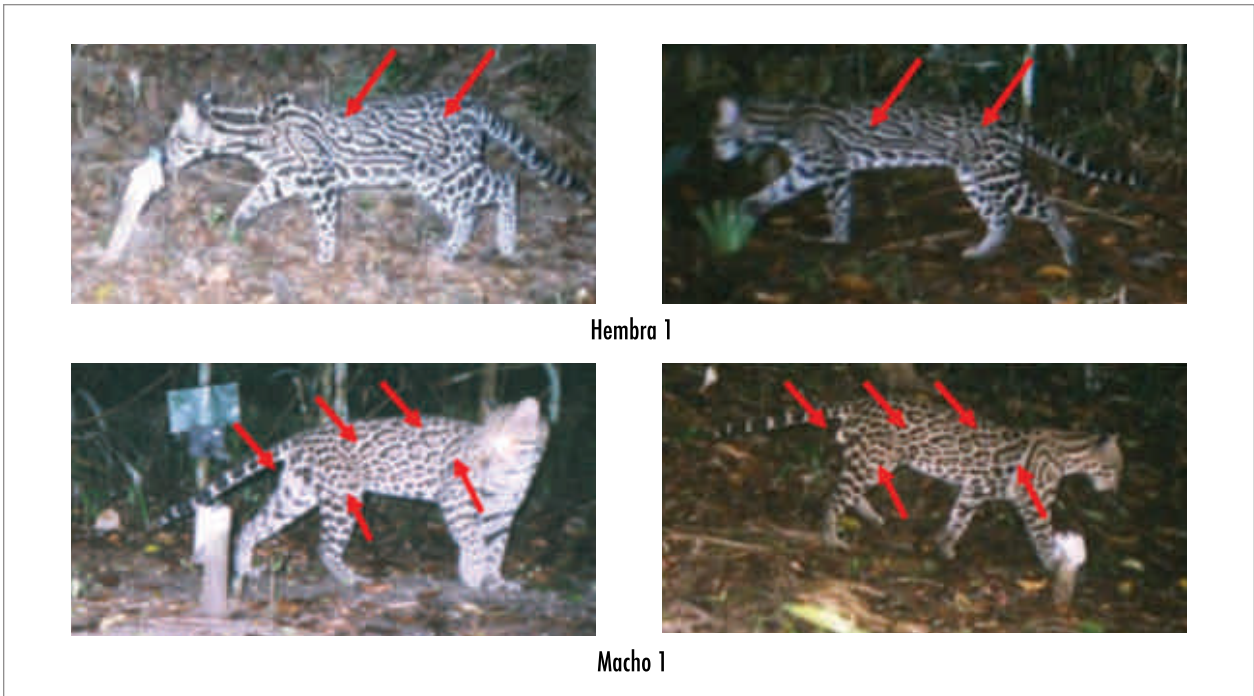


Figura 1. Caracteres que permiten que los ocelotes sean distinguidos individualmente.

La primera fotografía es de la Hembra 1 (nótese la ausencia de testículos) del lado izquierdo en un sitio y la segunda fotografía es de la misma hembra en otra localidad. En las dos fotografías inferiores se observa el flanco derecho del Macho 1 (ver testículos señalizados con una flecha) en dos localidades distintas. Se puede observar que las flechas señalan las manchas que se reconocen como iguales y que permitieron que fuera identificado.

utilizan modelos tradicionales como CAPTURE (Otis *et al.* 1978) el tamaño de la población es un parámetro que no tiene un contexto espacial.

Análisis de los patrones de actividad

Para determinar la actividad circadiana se cuantificó el número de ocelotes fotocapturados por hora, y la frecuencia para cada hora con base en 82 fotocapturas efectivas. Con estos datos se estableció la distribución de frecuencias de la actividad de ocelotes por hora, y según sexo y fases lunares, el porcentaje de actividad diurna (06:00-18:00) y nocturna (19:00-05:59) (Moreno 2006, Moreira *et al.* 2008). Se compararon las horas de actividad de los ocelotes del BPDL con los de estudios realizados en Panamá (Moreno y Bustamante 2009), Guatemala (Moreira *et al.* 2006, Contreras comunicación personal, agosto 2011), EEUU (Haines *et al.* 2006), Belice (Dillon 2005), Brasil (Crawshaw 1995; Trolle y Kery 2003, 2005), Bolivia (Maffei *et al.* 2005), Argentina (Di Bitetti *et al.* 2006), Perú (Emmons 1987) y Venezuela (Ludlow y Sunkist 1987).

Resultados

Abundancia y Densidad

Se registraron 82 fotografías efectivas de ocelotes (ver Figura 1) que corresponden a 66 eventos de captura de 11 hembras y 6 machos. Las hembras casi duplican en número a los machos,

teniendo una tasa de hembras a machos de 1.83:1. En el Cuadro 1 se presenta el número de veces que cada individuo fue fotocapturado así como la estación en donde se tomó la fotografía. El individuo M3 fue el macho que fue fotocapturado más veces, 23 en total, seguido del M1 con un total de 13 fotocapturas. Para las hembras, la H1 y H2 fueron las más fotocapturadas, con 7 y 6 veces respectivamente. Solamente se tienen fotografías de ambos flancos del animal de los individuos M1, M3, H1 y H2. De los demás individuos sólo se tienen fotografías de un lado del animal y se toman como individuos diferentes.

La primera fotografía es de la Hembra 1 (nótese la ausencia de testículos) del lado izquierdo en un sitio y la segunda fotografía es de la misma hembra en otra localidad.

En las dos fotografías inferiores se observa el flanco derecho del Macho 1 (ver testículos señalizados con una flecha) en dos localidades distintas. Se puede observar que las flechas señalan las manchas que se reconocen como iguales y que permitieron que fuera identificado.

El programa SPACECAP calculó que en el Biotopo Dos Lagunas los ocelotes tienen una abundancia de 32.91 con una DE de ± 7.63 , un intervalo de confianza del 95% de 19 a 47 individuos y un VV de 23.18%. Además, calculó que tiene una densidad de 10.83 individuos por 100 km² con una DE de ± 1.4 , un intervalo de confianza del 95% de 10.42 a 14.79 individuos por 100 km² y un VV de 12.92%. En el Biotopo Dos Lagunas la densidad de ocelotes es de 0.11 ocelotes/km², la cual al

compararla con otros estudios en América Latina es una de las más bajas como se observa en el Cuadro 2. La densidad es muy similar a la encontrada por Moreira *et al.* (2006) en el parque Mirador Río-Azul (contiguo al Biotopo Dos Lagunas), donde encontraron una densidad de 0.147 ocelotes/km², y Contreras (comunicación personal, agosto 2011) encontró 0.13 ocelotes/km² en El Corredor Biológico El Burral, Petén.

Patrones de actividad

Se utilizaron en total 65 fotocapturas para construir las gráficas de los patrones de actividad de los ocelotes, 42 fotocapturas

de machos y 23 de hembras. Los ocelotes mostraron un 94% de actividad nocturna (18:01-05:59) y un 6% de actividad diurna (06:00-18:00). Los machos tuvieron un 10% de actividad durante el día y un 90% durante la noche, mientras que las hembras presentaron un 100% de actividad nocturna. Un total de 4 machos fueron fotocapturados durante el día: 06:50, 09:17, 10:50 y 11:48. Como se puede observar en la Figura 2, los machos y las hembras tienen dos picos de actividad entre las 20:01-22:00 y de las 00:01-02:00; el resto del tiempo su nivel de actividad es bastante bajo.

Las frecuencias de fotocapturas de los ocelotes según las fases lunares aparecen en la Figura 3. En general, los ocelotes

Cuadro 1. Estaciones de trampeo en los que fueron fotocapturados cada individuo y número de fotocapturas totales por individuo. Los individuos identificados con una H corresponden a hembras y con una M a machos.

Número de individuo	Estaciones en las que fueron fotocapturados											Fotocapturas totales
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
H1	3	6										7
H2	18	19	20	22	22	23	25					6
H3	3											1
H4	8											1
H5	4											1
H6	7											1
H7	21											1
H8	24											1
H9	3	5	6									3
H10	14											1
H11	16											1
M1	2	6	7	14	15	17	18	19	20	23		13
M2	16											1
M3	1	3	4	5	6	7	21					23
M4	13	17										2
M5	21											1
M6	16	22										2

Cuadro 2. Estudios de densidad (de ocelotes por km²) en varios países de América con su método y referencia. Todos utilizaron el programa CAPTURE para analizar la densidad y abundancia de ocelotes. En este estudio se utilizó el programa SPACECAP que corre en el programa R.

Autor y año	Localidad	Tipo de hábitat	Densidad (número de individuos/km ²)	Método
Dillon 2005	Belice	Bosque lluvioso tropical	0.258-0.259	Trampas cámara
Crawshaw 1995	Brasil	Bosque subtropical	0.137	Trampas cámara
Trolle y Kery 2003	Brasil	Pantanal (región sureste)	0.564	Trampas cámara
Trolle y Kery 2005	Brasil	Pantanal (región norte)	0.112	Trampas cámara
Di Bitetti <i>et al.</i> 2006	Urugua-í, Misiones, Argentina	Bosque del Atlántico	0.1336	Trampas cámara
Di Bitetti <i>et al.</i> 2006	Iguazú, Misiones, Argentina	Bosque del Atlántico	0.1999	Trampas cámara
Moreira <i>et al.</i> 2007	Parque Nacional Mirador-Río Azul, Petén, Guatemala	Bosque Tropical	0.147	Trampas cámara
Moreno y Bustamante 2009	Cana, Parque Nacional Darien, Panamá	Bosque Tropical	0.627	Trampas cámara
Maffei <i>et al.</i> 2005	Bolivia	Bosque seco	0.24-0.66	Trampas cámara
Emmons 1987	Perú	Bosque Tropical	0.80	Telemetría
Haines <i>et al.</i> 2006	Texas, Estados Unidos	"Thorn scrub forest"	0.30	Trampas cámara
Ludlow y Sunquist 1987	Venezuela	Llano	0.40	Telemetría

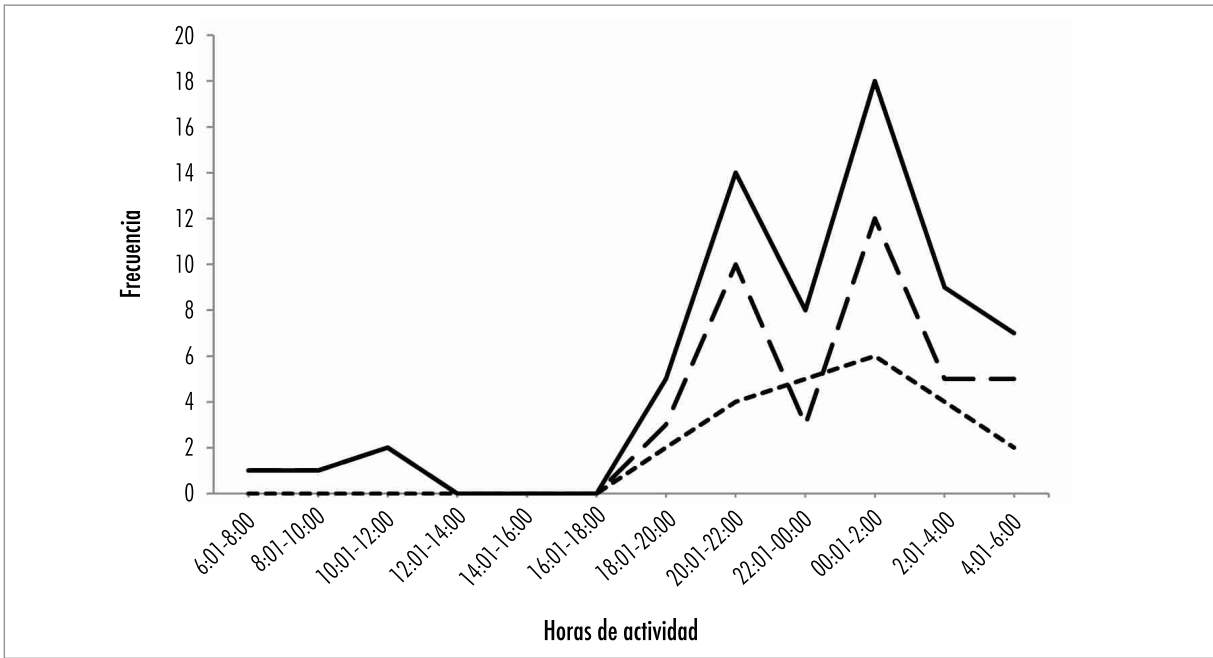


Figura 2. Horas de actividad de los ocelotes durante 46 días. La línea sólida negra muestra a todos los individuos, la línea con rayas largas a los machos (n=42) y la línea punteada a las hembras (n=23).

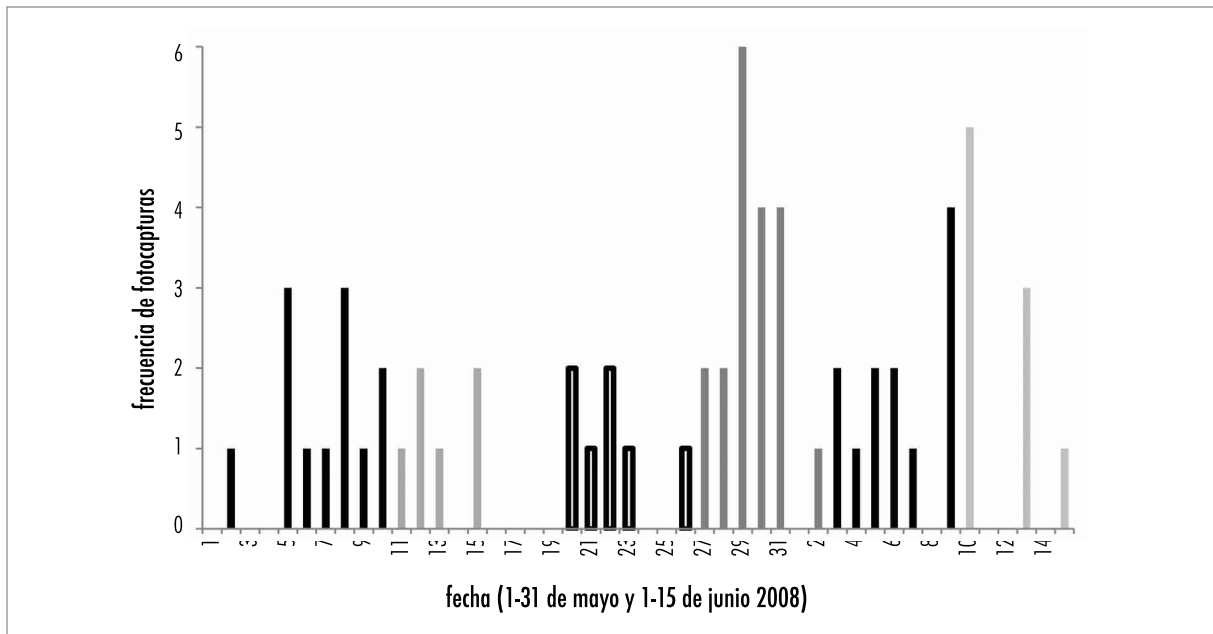


Figura 3. Frecuencia en fotocalpturas de ocelotes (n=46) durante el estudio (1 mayo a 15 de junio de 2008) según el ciclo lunar. Las barras de color negro corresponden a luna nueva, gris claro a cuarto creciente, blancas con orilla negra a luna llena y las barras gris oscuro a cuarto menguante.

(machos y hembras) tuvieron una mayor actividad durante la luna menguante (27 mayo - 2 junio) en la que aparece el mayor pico de actividad con 6 fotocalpturas el 29 de mayo. La menor actividad la tuvieron durante la primera luna creciente (11-18 mayo). Los días 14, 16, 17 y 18 no se obtuvieron fotocalpturas de ocelotes. También durante la segunda luna creciente (10-15 junio) tuvieron poca actividad. A pesar que el primer día de luna creciente (10 de junio) hay un pico de actividad con 5 fotocalpturas, hay muy pocas o ninguna fotografía.

En el Cuadro 3 están las frecuencias porcentuales de fotocalpturas de los ocelotes por sexo y según las fases lunares: los ocelotes machos tuvieron un patrón de actividad distinto al de las hembras.

Por ejemplo, los machos exhibieron una menor frecuencia porcentual de actividad durante la primera (11-18 mayo) y segunda (10-15 junio) luna creciente, ambas con un 7.14%, seguido de la luna llena (9-26 mayo) con un 9.52%. No se observó mayor diferencia entre el porcentaje de actividad durante la luna creciente y llena. Para las hembras, la menor frecuencia

Cuadro 3. Frecuencias porcentuales de actividades de los ocelotes por sexo y durante las fases lunares que hubo durante la realización del estudio.

	Nueva (1-10 mayo)	Creciente (11-18 mayo)	Llena (19-26 mayo)	Menguante (27 mayo – 2 de junio)	Nueva (3-9 junio)	Creciente (10-15 junio)
Todos	18.46%	9.23%	10.80%	29.23%	26.15%	6.15%
Machos	19.04%	7.14%	9.52%	33.33%	23.81%	7.14%
Hembras	17.39%	13.04%	13.04%	21.74%	30.43%	4.35%

porcentual de actividad fue durante la segunda luna creciente con un 4.35%, seguido de la primera luna creciente y llena, ambas con 13.04%. Nótese que no hubo cambios entre la actividad durante la primera luna creciente y la luna llena. Un estudio más prolongado podría revelar aspectos importantes sobre el patrón de actividad. La mayor frecuencia porcentual se dio durante la segunda luna nueva (3-9 junio) con un 30.43% de actividad, seguida de la luna menguante (que es anterior a la luna nueva) con un 21.74%, lo que implica que las hembras comienzan a elevar su patrón de actividad durante la luna menguante para culminar en un pico de actividad durante la luna nueva.

Estos resultados demuestran que los ocelotes poseen un comportamiento mayormente nocturno y que el trapeo por cámaras puede ser utilizado para evaluar el patrón por hora de dicho comportamiento. El método por trampas cámara puede ser utilizado para determinar y evaluar las horas de mayor actividad de los ocelotes y diferenciarlo según sexo y fases lunares.

Discusión

Abundancia y densidad

En la mayoría de estudios se ha determinado una cantidad similar de machos y hembras, a diferencia de este estudio en el que se encontró casi el doble de hembras que machos. En el cuadro 2 se reportan por país los valores de densidad de varios estudios de ocelotes. El valor de la densidad del BPDL es de los más bajos, (1.1 ocelotes/10 km²). La densidad más alta está reportada para Perú (Emmons 1988) seguido por Ludlow y Sunquist (1987) en Venezuela. Ambos estudios usaron telemetría para determinar estos valores, lo que hace que la comparación se haga con reservas. En cuanto a Centroamérica, Dillon (2005) reporta una densidad de 0.26 ocelotes por km², y Moreira *et al.* (2007) una de 0.147 ocelotes por km² para el Parque Nacional Mirador Río Azul, que está contiguo al Biotopo Dos Lagunas (probablemente ambos sitios compartan las mismas poblaciones de ocelotes). Ambos estudios usaron trampas cámara. La densidad de ocelotes también puede ser afectada por la abundancia de depredadores (Di Bitetti *et al.* 2006). Se necesitan estudios y monitoreos a largo plazo para confirmar que esta sea la densidad permanente de esta población, o si es el resultado de fluctuaciones en su población por clima, disponibilidad de presas, o tamaño del hábitat disponible.

La comparación de densidades entre estudios debe realizarse con precaución, y solo como una referencia, pues presentan diferentes métodos: trampas cámara, telemetría, programas para estimar densidades (CAPTURE, SPACECAP), duración total del estudio, tiempo que cada estación de trapeo estuvo activa, número de trampas cámara, distancia de separación entre cada estación de trapeo y estación del año en la que se realizó el estudio. Desde luego, existe una variación natural entre las poblaciones de ocelotes entre regiones, por ejemplo, tamaños de ámbitos de hogar distintos, disponibilidad de presas y depredadores, especies presa, territorio total disponible y presiones antropogénicas distintas.

La densidad obtenida puede ser el resultado de varios factores:

- 1) El diseño original del presente estudio estaba orientado a determinar la abundancia y densidad de jaguares (Moreira *et al.* 2010). Sin embargo, teniendo tantas fotografías se pudo hacer un estudio paralelo de ocelotes;
- 2) no siempre las dos cámaras detectaron la presencia de los ocelotes. Muchas veces sólo una cámara se accionó obteniendo un único flanco del animal;
- 3) la distancia entre las estaciones de trapeo estaba un poco separada en comparación a lo que otros autores recomiendan para ocelotes. En este estudio la separación lineal entre estaciones de trapeo fue de un máximo de 2.5 km a lo largo del territorio. Dillon (2005) reporta que incrementar las distancias entre las estaciones de trapeo provoca estimaciones bajas de densidad. Al hacer esa distancia menor, las probabilidades de capturar individuos que no fueron capturados por una estación de trapeo contigua aumentan. Moreno y Giacalone (2006) por medio de telemetría determinaron que el promedio de movimiento para hembras en la Isla de Barro Colorado, Panamá es 1.48 km² (DE=0.65 km²). Lo que podría implicar que la población de ocelotes en el Biotopo Dos Lagunas posea una mayor densidad y abundancia que la reportada en este estudio. Emmons (1988) reporta que el ámbito de hogar mínimo de un ocelote es de 2 km². Dillon (2005) colocó las estaciones de trapeo a una distancia de 1.6 km, que es menor al ámbito de hogar reportado para esta especie en otros estudios. Moreira *et al.* (2010) recomiendan que las estaciones de trampas cámara no sean colocadas entre sí a una distancia mayor a 1.5 km² y colocarlas especialmente sobre caminos, que es donde transitan los ocelotes. Este último supuesto fue garantizado en este trabajo.

Patrones de actividad

Los ocelotes son animales nocturnos, según lo reportado en varios estudios, incluyendo el presente. Lo que varía de un estudio a otro es la actividad por horas que presentan los ocelotes, incluso difieren entre hembras y machos. Existe un patrón bimodal en la frecuencia de actividad nocturna, similar para hembras y machos. Esto coincide con lo reportado por Emmons (1988) en Perú. Goulart *et al.* (2009) reporta que en la región sureste del Pantanal en Brasil los ocelotes tienen una mayor actividad de 20:00-22:00 y 00:00-01:00 lo que representa un patrón bimodal. Estos hábitos nocturnos probablemente respondan a una alta actividad de las presas a esas mismas horas.

En el Parque Nacional Darién y en la Isla Barro Colorado en Panamá, Moreno y Bustamante (2009) establecen que los ocelotes tienen un patrón de actividad muy similar entre sí, aproximadamente de las 19:00-22:00 y de las 03:00-05:00. En estos dos lugares, los ocelotes presentan un patrón bimodal en su actividad, aunque las horas sean distintas a las que presento en este estudio. En Iguazú, Argentina los machos tienen también este patrón bimodal nocturno de actividad, sin embargo las hembras no lo exhiben (Di Bitetti *et al.* 2006). Maffei *et al.* (2005) encontraron que para Bolivia estos animales tienen una mayor actividad de las 20:00-05:00, teniendo picos no muy marcados en 20:00 y 01:00. Esto no coincide con los patrones y datos del Biotopo Dos Lagunas. Puede ser que las diferencias se deban a que se usaron diferentes metodologías para estudiar a los ocelotes (telemetría vs. trampas cámara), la duración total de los estudios, variaciones individuales dentro de la misma especie, etc. Además, se sabe que los ocelotes son muy versátiles y presentan variaciones en su comportamiento en distintas regiones. Probablemente esto se deba a que sus patrones de actividad están sincronizados con los de sus presas y depredadores (Ludlow y Sunquist 1987, Trolle y Kéry 2005); las especies de presas con las que se alimentan los ocelotes varían de región a región. Los ocelotes pueden presentar actividad diurna y durante las lunas claras durante las cuales utilizan áreas dentro del bosque y evitan caminos o áreas abiertas. Esto no es captado por las trampas cámara, las cuales están colocadas en los caminos (Emmons 1988, Moreno y Bustamante 2009).

Los patrones de actividad según las fases lunares presentan variaciones para cada luna, como se observa en la Figura 3. Los ocelotes tuvieron una mayor actividad (mayor número de fotocapturas) durante la luna menguante. Las frecuencias porcentuales menores para el número de fotocapturas para cada fase lunar corresponden a la luna creciente y llena, tanto para machos como para hembras. El hecho de no haber tenido un mayor número de fotocapturas durante las lunas brillantes (creciente y llena) no significa que no presenten ninguna actividad.

Durante estas noches siguen cazando activamente, pero la mayor parte del tiempo la hacen fuera de los caminos abiertos, en lugares densamente boscosos buscando presas ocultas (Emmons. 1988) y posiblemente evitando ser vistos por depredadores.

Conclusiones

En conclusión este estudio aplica de forma exitosa el método de trampas cámara para determinar la abundancia y densidad de ocelotes en el Biotopo Dos Lagunas, Petén, y propone el uso del programa (SPACECAP) para los cálculos de abundancia y densidad. El método de cámaras trampa es útil para determinar varios aspectos de la ecología y comportamiento de varios animales de vida silvestre en bosques tropicales en un corto período de tiempo, especialmente para animales crípticos y elusivos como los ocelotes. Estudios como este ayudan a que se pueda planificar a través del rango completo biológico de esta especie para que los esfuerzos de conservación puedan ser diseñados dentro del contexto más importante: el de la biología de la especie (Sanderson *et al.* 2002). Sin embargo, al planificar estrategias de conservación se deben tomar en cuenta las diferencias individuales que presentan en cada área estudiada. El compartir los datos de los estudios realizados acerca de esta especie y publicarlos nos lleva a avanzar en cuanto a los esfuerzos internacionales de conservación. Por ejemplo, para jaguares, existe una base de datos que recopila artículos e información acerca de esta especie y se encuentra disponible en línea (www.savethejaguar.com) y lo mismo se podría hacer para los ocelotes, ya que en los últimos años se ha incrementado el número de artículos y estudios que se publican de esta especie. Esta información hay que unificarla, estudiarla y usarla para diseñar estrategias de conservación en cada una de las regiones donde esté reportada esta especie. Así como el continuar con el estudio de las poblaciones tan frecuentemente como sea posible. Los ocelotes son relativamente fáciles de estudiar utilizando trampas cámara, por lo que podría constituir una buena especie modelo para estudiar poblaciones de felinos neotropicales y ayudar a guiar los esfuerzos de conservación en esta región e incluso en Centroamérica.

Agradecimiento

Se agradece al personal de WCS Petén por el apoyo en la realización de este trabajo y a Dennis Guerra por la asesoría; al Global Heritage Fund, a la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID/GCPII); al Rainforest Alliance por el financiamiento para esta investigación; al Programa para la Conservación del Jaguar de la Wildlife Conservation Society por el soporte financiero y técnico brindado para la realización de la presente investigación; al Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP); a la Concesión Comunitaria de Uaxactún (OMYC); al Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) y a la Asociación BALAM por las facilidades brindadas para llevar a cabo este estudio. Este trabajo es parte de la Tesis de Maestría en Vida Silvestre del autor.

Bibliografía

- Carazo J (2009) Cambios en las poblaciones de jaguares (*Panthera onca*), sus presas potenciales y manigordos (*Leopardus pardalis*), en dos períodos de tiempo sujetos a diferentes esfuerzos de control de cacería en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica Tesis de Maestría en Ciencia en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Heredia, Costa Rica
- Crawshaw PG (1995) Comparative ecology of ocelot (*Felis pardalis*) and jaguar (*Panthera onca*) in a protected subtropical forest in Brazil and Argentina Thesis Ph.D. Universidad de Florida, USA
- Di Bitetti M, Paviolo A, De Angelo C (2006) Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones Argentina J Zool 270 :153-163
- Dillon A (2005) Ocelot density and home range in Belize, Central America: Camera trapping and radiotelemetry Thesis M.Sc. University of Virginia, USA
- Dillon A, Kelly MJ (2007) Ocelot *Leopardus pardalis* in Belize: the impact of trap spacing and distance moved on density estimates Orix 41: 469-477
- Dillon A, Kelly MJ (2008) Ocelot home range, overall and density: comparing radio telemetry with camera trapping J Zool 275: 391-398
- Emmons LH (1987) Comparative feeding ecology of felids in a Neotropical rainforest Behav Ecol Sociobiol 20: 271-283
- Emmons LH (1988) A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru Revue d'Ecologie la Terre et la Vie 43:133-157
- Gopalaswamy AM, Royle JA, Hines JE, Singh P, Jathanna D, Kumar NS, Karanth KU (2012) Program SPACECAP: Software for estimating animal density using spatially explicit capture-recapture models Methods Ecol Evolut 3: 1067-1072
- Gopalaswamy AM, Royle JA, Meredith ME, Singh P, Jathanna D, Kumar NS, Karanth KU (2014) SPACECAP: An R package for estimating animal density using spatially explicit capture-recapture models Wildlife Conservation Society - India Program, Centre for Wildlife Studies, Bengaluru, India. Version 1.1.0
- Goulart F, Graipel M, Tortato M, Ghizonil M, Rodriguez L, Cáceres N (2009) Ecology of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Southern Brazil Neotrop Biol Conserv 4: 137-143
- Haines A, Tewes M, Laack L, Granty W, Young J (2005) Evaluating recovery strategies for an ocelot (*Leopardus pardalis*) population in the United States Biol Conserv 126: 512-522
- Haines A, Janecka J, Tewes M, Grassman L, Morton P (2006) The importance of private lands for ocelot *Leopardus pardalis* conservation in the United States Oryx 40: 1-5
- Harmsen BJ (2006) The use of camera traps for estimating abundance and studying the ecology of jaguars (*Panthera onca*) Thesis Ph.D. University of South Hampton, EEUU
- Hermes M (2004) Abundancia relativa del jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Parque Nacional Laguna Lachúa, Cobán, Alta Verapaz Tesis de Licenciatura en Biología. USAC, Guatemala
- Karanth KU (1995) Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera trap data using capture-recapture models Biol Conserv 71: 333-338
- Karanth KU, Nichols JD (1998) Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures Ecol 79: 2852-2862
- Karanth KU, Nichols JD (2002) Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India
- Ludlow ME, Sunquist ME (1987) Ecology and behavior of ocelots in Venezuela Nat Geograph Res 3: 447-461
- Maffei L, Noss AJ, Cuéllar E, Rumiz D (2005) Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behaviour in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping J Trop Ecol 21: 1-6
- Miller B, Rabinowitz A (2002) Why conserve jaguars? en: Medellín R et al. (Eds) El jaguar en el Nuevo Milenio 1ª edición pp 303-315 Fondo de Cultura Económica. México
- Moreira-Ramírez, J.F, García R, McNab R, Dubón T, Córdova F, Córdova M (2007) Densidad de ocelotes (CARNIVORA: *Leopardus pardalis*) en la parte este del Parque Nacional Mirador Río Azul, Guatemala Sociedad para la conservación de la Vida Silvestre (WCS-Guatemala) Informe técnico
- Moreira-Ramírez, J.F, García R, McNab R, Ponce-Santizo G, Mérida M, Méndez V, Córdova M, Tun S, Caal T, Corado J (2010) Abundancia y densidad de jaguares en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Parque Nacional Mirador Río Azul, Petén Guatemala Rev Ciencia Conserv 1: 41-49
- Moreira-Ramírez, J.F, McNab R, García R, Méndez V, Barnes M, Ponce G, Vanegas A, Ical G, Zepeda E, García I, Córdova M (2008) 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
- Moreno R, Bustamante A (2009) Datos ecológicos del ocelote (*Leopardus pardalis*) en Cana, Parque Nacional Darien, Panamá; utilizando el método de trampas cámara Tecnociencia 11: 91-102
- Moreno R, Giacalone J (2006) Ecological data obtained from latrine use by ocelots (*Leopardus pardalis*) on Barro Colorado Island, Panama Tecnociencia 8: 7-21
- Moreno R (2006) Parámetros poblacionales y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas en Cana, Parque Nacional Darien, Panamá Tesis de Maestría en Ciencia Universidad Nacional, Costa Rica
- Moreno R, Kays R, Samudio R (2006) Competitive release in diets on ocelot (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline J Mammal 87: 808-816
- Murray RL, Gardner GL (1997) *Leopardus pardalis* Mammal Species 548:1-10
- Núñez R, Miller B, Lindzey F (2000) Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, México J Zool Soc London 252: 373-379
- Otis DL, Burnham KP, White GC, Anderson DR (1978) Statistical inference from capture data on closed animal populations Wildlife Monographs
- Rabinowitz A, Nottingham BG (1986) Ecology and behavior of jaguar in Belize, Central America J Zool 210: 149-159
- Royle JA, Karanth KU, Gopalaswamy AM, Kumar NS (2009) Bayesian inference in camera trapping studies for a class of spatially explicit capture models Ecol 90: 3233-3244
- Sanderson E, Redford E, Chetkiewicz E, Medellín R, Rabinowitz A, Robinson J, Taber A (2002) Planning to save a species: the jaguar as a model Conserv Biol 16: 58-72
- Silver S, Ostro L, Marsh L, Maffei L, Noss A, Kelly M, Wallace R, Gomez H, Ayala G (2004) The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture-recapture analysis Oryx 38: 148-154
- Sunquist M, Sunquist F (2002) Wild cats of the World The University of Chicago Press, Chicago, USA
- Trolle M, Kéry M (2003) Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data J Mammal 84: 607-614
- Trolle M, Kéry M (2005) Camera-trap study of ocelot and other secretive mammals in the northern Pantanal Mammalia 69: 405-412
- R Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna <http://www.R-project.org/>
- Wallace R, Gómez H, Ayala G, Espinoza F (2003) Camera trapping for jaguars (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia Mastozool Neotrop 10: 5-11