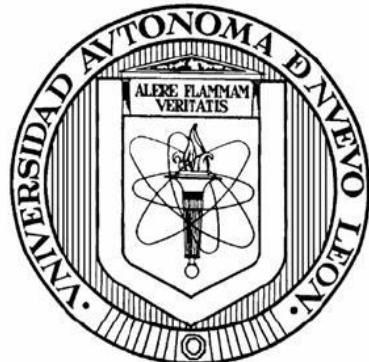


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**TESIS**  
**DENSIDAD POBLACIONAL DE OCELOTE *Leopardus pardalis***  
**EN LA REGION DE LA LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS**

**QUE PRESENTA**

**MVZ. OMAR ALEJANDRO OCAÑAS GARCIA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO  
DE MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL**

**JUNIO, 2019**

UIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



DENSIDAD POBLACIONAL DE OCELOTE *Leopardus pardalis* EN LA REGION DE  
LA LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS

Aprobación de Tesis de Maestría en Ciencia Animal por el Comité Particular del  
MVZ. Omar Alejandro Ocañas Garcia

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Rogelio Carrera".

Presidente

Dr. Rogelio Carrera Treviño

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Rogelio A. Ledezma".

Secretario

Dr. Rogelio A. Ledezma Torres

A handwritten signature in black ink, appearing to read "José Gonzales Salinas".

Dr. José Gonzales Salinas

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mitch Sternberg".

Vocal

M.S. Mitch Sternberg

JUNIO, 2019

## AGRADECIMIENTOS

Es mi deber el expresar profundos agradecimientos a la institución que me dio cobijo en la elaboración de esta investigación, la cual lleva por nombre UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON, y al posgrado conjunto de las facultades de AGRONOMIA y MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, el cual me brindó la oportunidad de aceptarme en su programa de maestría en CIENCIA ANIMAL.

A CONACYT, se agradece la beca estudiantil sin la cual no fuese posible la elaboración de esta investigación a nivel personal de manutención, y al equipo facilitado por el Laboratorio de Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León, para la realización de dicho proyecto de investigación.

Se reiteran los agradecimientos al Laboratorio de Fauna Silvestre el cual cedió un área de trabajo permanente, en la cual se realizó gran parte de esta investigación de tesis. Y al Área de Protección a la Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, junto al personal de CONANP, por brindar los permisos y apoyos para el desarrollo del trabajo de campo de esta investigación, a la fundación "James A. "Buddy" Davidson Charitable Foundation" que proporciono los recursos para el equipo de investigación, así como al M.S. Mitch Sternberg, el cual nos brindó todo su apoyo desde Texas. Sin dejar de mencionar a los propietarios de los terrenos privados en los que tomaron parte fases de la investigación, como lo fueron el rancho San José de los Leones y El Herradero. Así como al bienaventurado hombre de Luis Martínez el cual nos guio y acompañó en cada incursión que se realizó, proporcionando todo su conocimiento y amistad en los años que incursionamos al terreno del salvaje ocelote.

De igual manera mis agradecimientos a mis profesores de maestría que fungieron como guías y faros de conocimiento en aquellos momentos de necesidad y consejo.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Rogelio Carrera Treviño, principal colaborador durante la elaboración de este proyecto, que con su conocimiento, guía, enseñanza y dirección permitió que esta odisea llegase a buen puerto.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la fauna silvestre y su estudio, pues es esta ciencia el motor de mi interés en la investigación y a la conservación como escuela y modelo de vida a seguir, pues nos encontramos en un momentos en el curso de la historia humana en donde posiblemente sea el último bastión de la fauna silvestre y un punto de inflexión en la historia de las especies salvajes en la tierra, pues ahora más que nunca es de vital importancia comenzar a marcar el cambio en la manera en la que el hombre ha aprovechado los recursos naturales del planeta y comenzar a hacer una retribución sin parangón al mismo.

Sin preterir a valiosas personas que se involucraron y tomaron como suyo este proyecto al contribuir a su elaboración sin miramientos ni a la espera de remuneración, como lo fuesen mis compañeros en el Laboratorio de Fauna Silvestre, los cuales han sido tan variados y pintorescos sin olvidar a nadie mencionando a todos, Luis Martínez, Sergio Mireles, Juan Pablo Fimbres, Alejandra Camarena, Ángel Salinas, Julio Moreno, Pedro Cano, Adán Gonzales, Liliana Sánchez, destacando a quienes sin su intervención no hubiese llegado al sendero que hoy recorro, como lo fuese el Dr. Iván Lira Torres y al tótem de sabiduría el Dr. Rogelio Carrera.

Mis compañeros de cursos y generación de licenciatura los cuales junto a mi nos embarcamos en los mares del posgrado, Ramón Treviño, Jesús Chávez, y Rene Ramírez.

A mis Padres por brindarme la oportunidad de estudiar aquello que me apasiona sin cuestionamientos ni miramientos.

Mis nakamas de toda la vida los cuales en mayor o menor medida aceleraron cuando se necesitó y frenaron en tantas ocasiones la escritura de este documento, Yoni, Viru, Andre, Pika, Nemo, Luis, Polo, Repre, Dany, etc.

Y en especial a Yoly.

## INDICE

1. INTRODUCCION .....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE .....	1
1.2 ESTADO DE CONSERVACIÓN ACTUAL .....	2
1.3 MÉTODOS DE ESTIMACIÓN POBLACIONAL EN FELINOS.....	5
2. ANTECEDENTES.....	7
3. JUSTIFICACION .....	10
4. HIPOTESIS.....	11
5. OBJETIVO DEL TRABAJO .....	11
5.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
5.2 OBJETIVOS PARTICULARES .....	11
6. MATERIAL Y METODOS.....	12
6.1 Área de estudio .....	12
6.1.1. Localización.....	13
6.1.2. Geología.....	13
6.1.3. Hidrología .....	13
6.1.4. Clima.....	13
6.1.5. Vegetación .....	14
6.1.6. Fauna.....	14
6.1.7. Tipos y uso de suelo.....	14
6.1.8. Ganadería .....	15
6.1.9. Agricultura .....	15
6.2. Estaciones de foto-trampeo .....	15
6.3. Diseño de Muestreo .....	16
6.4. Densidad poblacional (Modelo Captura-Recaptura) .....	18
6.4.1. Abundancia Poblacional (N).....	18
6.4.2. Área efectiva de muestreo (A) .....	19
6.5. Densidad Poblacional (Modelo Captura-Recaptura Espacialmente Explicito)....	20
6.6. Estructura Poblacional (Identificación de Individuos).....	22
6.7. Patrón de actividad .....	23

7.RESULTADOS.....	24
7.1. Registros .....	24
7.2. Densidad poblacional CAPTURE .....	26
7.3. Densidad poblacional SPACECAP .....	29
7.3.1 Mapa de Densidad por pixel .....	31
7.4. Patrones de Actividad.....	31
7.5. Estructura poblacional .....	32
8.DISCUSIÓN .....	33
9.CONCLUSIONES.....	41
10.BIBLIOGRAFIA .....	43
Apendice I. Catálogo de Ocelotes Identificados .....	54
Apendice II. Numero de capturas por individuo, sitios de captura y distancia máxima recorrida por el individuo .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización mediante coordenadas UTM, de las estaciones de muestreo en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB) Tamaulipas, México.....	18
Tabla 2. Registros de mamíferos obtenidos mediante foto-trampeo en 2017 en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Tamaulipas, México.....	25
Tabla 3. Total, de individuos de ocelote capturados en estaciones dobles de fototrampeo en 2017 en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Tamaulipas, México.....	26
Tabla 4. Criterios de selección de modelo del software CAPTURE .....	28
Tabla 5. Parámetros obtenidos en el modelo espacialmente explícito de captura-recaptura (SECR) mediante SPACECAP, paquete ejecutado en software R .....	29
Tabla 6. Valores de Geweke obtenidos para la validación del modelo.....	30
Tabla 7. Densidades de ocelote estimadas mediante los softwares CAPTURE y SPACECAP a partir de datos de foto-trapeo de 2017 en los ranchos San José de los Leones y El Herradero, municipio de Soto La Marina, Tamaulipas.....	30
Tabla 8. Densidades de ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ) reportadas en América.....	36
Tabla 9. Densidades de ocelote ( <i>Leopardus pardalis</i> ) reportadas en México entre los años 2014 a 2017. ....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de <i>Leopardus pardalis</i> en México (IUCN, 2015).....	3
Figura 2. Pieles de ocelote comercializadas en Estados Unidos de Norte América (Sunquist y Sunquist, 2002) .....	4
Figura 3. Ubicación geográfica del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB) .....	12
Figura 4. Ubicación geográfica de las estaciones de fototrampeo dobles en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB) .....	17
Figura 5. Selección de parámetros para análisis con paquete SPACECAP en R.....	22
Figura 6. Área efectiva de muestreo a partir del buffer creado para cada estación, mediante las distancias máximas recorridas por los ocelotes del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB) Tamaulipas, México.....	27
Figura 7. Polígono mínimo convexo delimitado por las estaciones perimetrales del muestreo dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Tamaulipas, México.....	28
Figura 8. Mapa de calor con densidad de ocelote por pixel ( $0.49\text{km}^2$ ) a partir de datos de fototrampeo de 2017 en los ranchos el Herradero y San José de los Leones, en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Soto La Marina, Tamaulipas. Los pixeles blancos representan las áreas no habitables para la especie .....	31
Figura 9. Patrón de actividad del ocelote a partir de datos de foto-trampeo de 2017 en los ranchos el Herradero y San José de los Leones, en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Soto La Marina, Tamaulipas. ....	32

## **RESUMEN**

El ocelote (*Leopardus pardalis*) uno de los 6 felinos silvestres que se encuentran en México, es una especie amenazada en todo el territorio mexicano, debido a la pérdida y fragmentación de hábitat por causas antropogénicas. Existen pocos estudios sobre esta especie y sus poblaciones por lo que se desconoce su estado de conservación en el noreste del país. Nuestro objetivo fue estimar la densidad poblacional del ocelote en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, a través de captura-recaptura mediante foto-trampeo. Se instalaron 17 estaciones dobles de foto-trampeo en la zona sur del área protegida en Soto La Marina, Tamaulipas, entre enero de 2017 a noviembre de 2017. Los datos se analizaron mediante los software CAPTURE y SPACECAP, a través de modelos de captura–recaptura y de captura-recaptura espacialmente explícita. Se obtuvieron 473 registros fotográficos de ocelote, con un esfuerzo de muestreo de 5,168 noches cámara, se identificaron 51 individuos de los cuales 19 fueron hembras, 19 machos y 13 no identificados; se obtuvo una estimación de población de  $71 \pm 9.19$  SE, utilizando el modelo  $M^h$  del software CAPTURE. Considerando el área efectiva de muestreo se estimó una densidad de  $131.2/100\text{km}^2$ . El valor de P fue 0.00367. SPACECAP determinó una densidad de  $91.5/100\text{km}^2$ . El patrón de actividad para el ocelote en el área, fue nocturno con un pico entre las 20:00 y 23:00 horas. La estimación de la densidad encontrada en este estudio representa la más alta reportada hasta la fecha en México. El buen estado de conservación del hábitat y la ausencia del jaguar (*Panthera onca*) pueden ser las razones de la gran abundancia de ocelotes en el área de estudio.

## ABSTRACT

The ocelot (*Leopardus pardalis*) is one of the 6 wild cats found in Mexico, and it is considered as an endangered species due to the loss and fragmentation of habitat by anthropogenic causes. There are few studies on the population ecology of this species, and the conservation status in the northeast of the country is unknown. Our objective was to estimate the population density of the ocelot in the Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, through capture-recapture by photo-trapping. Seventeen photo-trapping double stations were installed in the southern area of the protected area in Soto La Marina, Tamaulipas, between January 2017 and November 2017. The data was analyzed using CAPTURE and SPACECAP software with capture-recapture and spatially explicit capture-recapture models. We obtained 473 photographic records of ocelots, with a sampling effort of 5,168 camera nights. We identified 51 individuals of which 19 were females, 19 males and 13 were not identified; a population estimate of  $71 \pm 9.19$  SE was obtained, using the  $M^h$  model of the CAPTURE software. Considering the effective sampling area, a density of  $59.2 / 100\text{km}^2$  was estimated. The value of P was 0.00367. SPACECAP inferred a density of  $91.5 / 100\text{km}^2$ . The activity pattern for the ocelot in the area was nocturnal with a peak between 20:00 and 23:00 hours. The density estimate found in this study represents the highest reported to date in Mexico. The good conservation status of the habitat and the absence of the jaguar (*Panthera onca*) may explain the great abundance of ocelots in the study area.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción de la especie

El ocelote (*Leopardus pardalis*) Linneaus 1758, es un mamífero carnívoro perteneciente, a la familia felidae de tamaño pequeño con carácter elusivo y tendencias secretivas, su nombre deriva del latín *cellatus* que significa “marcado con manchas” (Koford, 1973) también conocido como manigordo, gato onza y tigrillo (Murray y Gardner, 1997). El ocelote es un felino neo-tropical que evolucionó de un linaje de felinos que migró a Sudamérica durante la formación del istmo de Panamá, hace 3 millones de años (Eizirik et al., 1998). Este proceso ocurrió durante el Gran Intercambio Biótico Americano (GABI, por sus siglas en inglés) (Woodburne, 2010). El ocelote comparte similitud morfológicamente al tigrillo (*Leopardus wiedii*), pero el ocelote es de mayor tamaño con una longitud del cuerpo de 70-100 cm, su peso va de 11 a 16 kg. Presenta una cola corta en relación a su cuerpo, que apenas toca el suelo. Con orejas redondeadas y manchadas de negro en las puntas (Enders, 1935). Las hembras son de menor talla que los machos, pero en apariencia es igual. Estos felinos presentan un característico y distintivo patrón de manchas que es exclusivo para cada individuo (Murray y Gardner, 1997), aunque Seton en 1929 hace mención de la dificultad al describir los patrones de manchas en los ocelotes pues estos son tan diversos al contener líneas, manchas, puntos y combinaciones de estos.

Históricamente el ocelote se distribuía tan al norte como Arkansas y Arizona en Norte América hasta el norte de Argentina al sur (Nowak, 1991). El ocelote puede habitar diferentes ecosistemas como selva tropical, bosque tropical seco, bosque deciduo, matorral submontano, y matorral xerófilo, con una marcada predilección por la vegetación densa y elevaciones que van desde el nivel del mar hasta alrededor de los 1,200 metros sobre el nivel del mar (Pérez-Irineo et al., 2014).

Como carnívoro obligado es importante en comunidades terrestres como mesopredador, ya que regula a otras especies de felinos pequeños (Pérez-Irineo et al., 2014). La dieta del ocelote cambia con las estaciones y la disponibilidad de presas que

suelen ser mamíferos terrestres nocturnos como roedores, pero también pueden cazar reptiles, peces, aves y algunos mamíferos de mayor talla que él. Los ocelotes requieren de 600g a 800g de alimento al día, y esto lo consumen principalmente de presas pequeñas. (Emmons, et al., 1988).

Presenta actividad nocturna, aunque también puede estarlo en horas diurnas (De La Torre et al., 2016); posee un carácter solitario y territorial excepto en época de apareamiento (Bárcenas y Rivera-Téllez, 2007). Las hembras presentan un rango hogareño que suele no solaparse con el de otras hembras y presentan medidas variables que van desde los 0.8km<sup>2</sup> hasta 15km<sup>2</sup>. Los machos tienen un rango hogareño que suele coincidir con el de 2 a 4 hembras y estos pueden medir de 3.5km<sup>2</sup> a 45km<sup>2</sup>, en razón del ecosistema (Laack, 1991; Emmons, 1988).

En comparación con otros felinos de tamaño similar, los ocelotes presentan diferencias reproductivas. Estos son poliestros, pero se considera época de apareamiento los meses de septiembre y noviembre para zonas septentrionales (Leopold, 1959). La gestación en esta especie es de 79 – 82 días. Las camadas también suelen ser pequeñas en relación a otros felinos, constando de 1 a 2 crías. El ocelote pesa como media 250g en su nacimiento, y presentan las tasas de crecimiento más lentas entre los pequeños felinos. Las crías abren los ojos hasta los 18 días de nacimiento y alcanzan la madurez sexual a los 20 - 24 meses de edad (Fagen y Wiley, 1978).

## 1.2 Estado de conservación actual

Su distribución geográfica abarca desde el sur de Texas (Tewes y Everett, 1986) hasta el norte de Argentina (Brown, 1990). En México su distribución va desde Tamaulipas y Sonora hacia el sur por las líneas costeras hasta que las poblaciones convergen en Oaxaca, desde donde recorren el este hacia la península de Yucatán pasando por Chiapas (Aranda, 2005) (Figura 1). La pérdida de hábitat por cambio en el uso del suelo para la creación de campos de agricultura o ganadería, así como la fragmentación por la construcción de carreteras y autopistas y la caza furtiva debido al valor comercial de la piel del ocelote ha causado que las poblaciones de esta especie

disminuyan por lo que en México está considerado en peligro de extinción (Aranda, 2005; NOM-059-ECOL-2010, SEMARNAT, 2010).

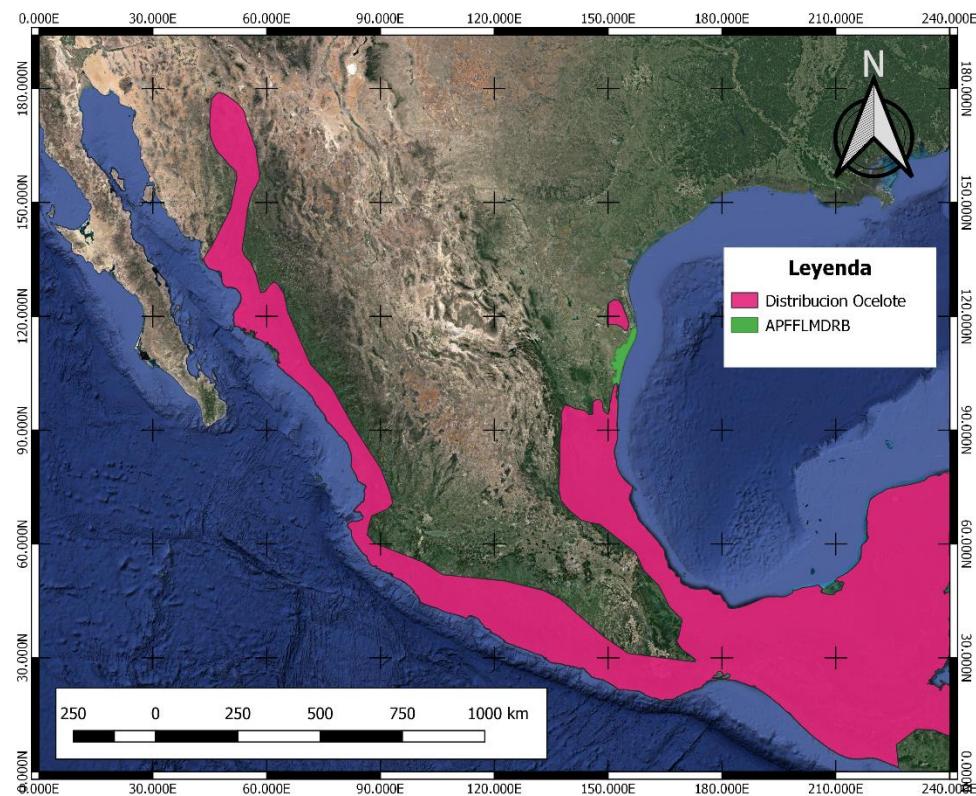


Figura 1. Distribución geográfica de *Leopardus pardalis* en México (IUCN, 2015).

En el siglo XX la principal fuente de amenaza para este felino fue la caza por su piel, a principios de 1960s fue el felino más cazado de Sudamérica. Cuando comenzó el declive de los grandes felinos, la atención se centró en pequeños felinos como el ocelote, el gato montés y lince canadiense (McMahan, 1983). En el año de 1970 se comercializaron hasta 140,000 pieles de ocelote en el mercado estadounidense por hasta un valor máximo de \$3,000 dólares por pieza (McMahan, 1986). En 1973, diferentes asociaciones para la preservación y cuidado de fauna silvestre lo listaron como especie amenazada, entre estas la Convención Internacional de Especies de Flora y Fauna en Peligro (CITES), le coloco en el Apendice numero II. Debido a estas acciones el tráfico de pieles de ocelote comenzó a descender (Figura 2), hasta que en 1989 la CITES le coloca en el Apendice I prohibiendo todo tipo de comercialización de pieles y ejemplares vivos nacional e internacionalmente (Sunquist y Sunquist, 2002).

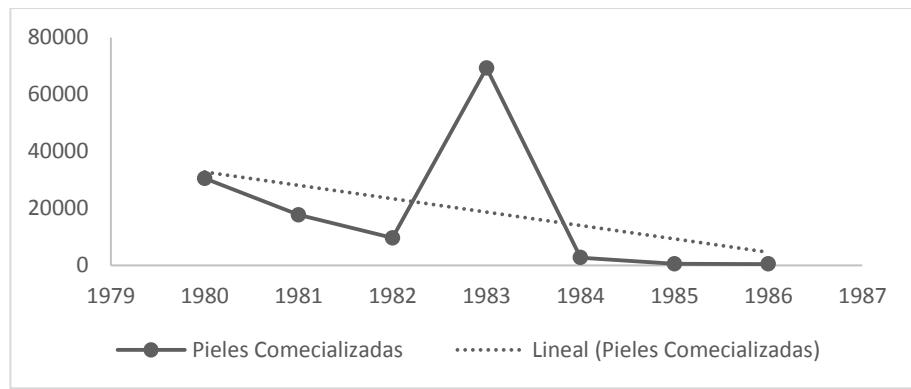


Figura 2. Pieles de ocelote comercializadas en Estados Unidos de Norte América (Sunquist y Sunquist, 2002).

Actualmente la pérdida de hábitat, es la principal amenaza para el ocelote. Este felino utiliza la cobertura densa que proveen los ecosistemas de matorrales, bosques, y selvas para la caza y reproducción, y no se ve atraído por la cobertura que proveen los pastizales o tierras de cultivo. Por lo que el cambio de uso de suelo para ganadería o agricultura, reduce considerablemente los hábitats adecuados para la especie (Sunquist y Sunquist, 2002).

Estudios moleculares recientes indican que el ocelote se divide en 4 grandes grupos filogeográficos: Centro América, Noreste de Sudamérica (Guyana francesa Noreste de Brasil), Noroeste de Sudamérica (Venezuela, Panamá, Trinidad, noroeste de Brasil) y sur de Sudamérica. Esta división genética se puede atribuir principalmente a barreras geográficas como los grandes ríos (Amazonas, Orinoco, Negro, Branco). Esta información nos sugiere que cada una de estas 4 poblaciones deben tratarse para fines de estudio y conservación como unidades independientes, debido a las diferencias genéticas encontradas en el ADN mitocondrial (Sunquist y Sunquist, 2002; Eizirik et al., 1998).

En el año 2012 se obtuvieron registros de ocelotes por monitores comunitarios de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), los cuales confirman la existencia de una población en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), en el estado de Tamaulipas, México. A pesar de que esta área protegida tiene como objetivo la conservación de los hábitats y la biodiversidad de la región, esta población de ocelotes no ha sido estudiada por lo que su estado actual es desconocido, así como su importancia para la conservación de la especie.

El objetivo de este estudio fue el de documentar la densidad poblacional del ocelote en la zona, así como de conocer otros aspectos sobre su ecología básica como estructura poblacional, relación de sexos, época de reclutamiento y patrones de actividad. Esta información será útil para establecer estrategias de conservación y manejo de la especie a largo plazo (Aranda, 1991).

### **1.3 Métodos de estimación poblacional en felinos**

Existen diferentes técnicas para efectuar el conteo de poblaciones. Las técnicas directas son poco viables en la actualidad en comparación con técnicas no invasivas al momento de monitorear felinos, debido a su posición como carnívoros, estos suelen presentar conductas elusivas y bajas densidades poblacionales por lo que técnicas de avistamiento directo, telemetría o conteo de excretas, son descartadas en un gran número de especies de carnívoros ya que suelen ser poco precisas para inferir números poblacionales, y requieren de personal con conocimiento sobre la técnica y la especie de estudio (Emmons, 1988; Aranda, 2000; Grigione et al., 1999).

La fotografía encontró un lugar privilegiado en la conservación como técnica de fototrampeo, en los últimos años, muchos estudios eligen como herramienta de trabajo las cámaras para el estudio de poblaciones animales. El fototrampeo es una técnica no invasiva, que posee una serie de ventajas sobre diversos métodos de muestreo, entre los cuales se destacan, el mínimo impacto al ecosistema en donde se trabaja y la mínima perturbación a la especie de estudio al considerarse como técnica no invasiva (Long et al., 2008). Existen factores que limitan el uso adecuado de esta herramienta como el costo inicial del equipo, la perdida de dispositivos por falla mecánica o robo, y una mala aplicación del esquema de muestreo, al no considerar factores ecológicos de la especie a estudiar, como los patrones de movimiento o las bajas densidades de las especies raras como con los jaguares (*Panthera onca*) o tigres (*Panthera tigris*) (Yoccoz, et al., 2001; Nichols y Williams, 2006). Existen numerosos estudios que han aplicado esta técnica para estimar la abundancia y densidad poblacional en tigres, jaguares, ocelotes, (Karanth, 1995; Silver et al., 2004; Trolle y Kery, 2003).

La técnica de foto-trampeo, como método de muestreo ha demostrado ser efectivo al utilizar los datos obtenidos para generar modelos de captura-recaptura, esto se basa en el fundamento propuesto por Otis et al. (1978), el cual, a partir de un historial de captura y recaptura de individuos (fotografías), se puede estimar la abundancia y densidad poblacional. Para lo anterior es necesario que los ejemplares capturados puedan ser identificados a nivel individual, ya sea por marcaje artificial o natural, como lo es el caso en algunos felinos con patrón de manchas (jaguares, *Panthera onca*; tigres, *Panthera tigris*; ocelotes, *Leopardus pardalis*), los cuales cumplen con esta característica (Otis et al., 1978; O'Brien, 2011; Karanth, 1995; Kelly et al., 2008).

Los modelos de captura-recaptura trabajan bajo dos supuestos: 1; la población es cerrada demográficamente y geográficamente y 2; todos los individuos tienen una probabilidad de captura mayor a cero (Silver et al., 2004). Los modelos espacialmente explícitos de captura-recaptura (SECR por sus siglas en inglés) tienen el supuesto de que todos los individuos de la especie bajo estudio tienen un área de actividad relativamente definida y que los centros de estas se distribuyen de manera uniforme en el área de interés (Royle et al., 2009a; de la Torre et al., 2016). La diferencia de mayor importancia entre los modelos de captura-recaptura clásicos y los modelos de captura-recaptura espacialmente explícitos radica, en la unidad de estudio. Mientras que los modelos clásicos utilizan al individuo como unidad de estudio, los espacialmente explícitos se basan en la estación de fototrampeo, esto implica que en los estudios realizados bajo estos modelos tomamos en consideración los movimientos y la ubicación de los individuos respecto a la localización de las estaciones de fototrampeo, lo que permite realizar estimaciones poblacionales tomando en cuenta la relación entre la localización de la cámara trampa y los centros de las áreas de actividad de los individuos fototrampeados (Srivaths et al, 2015).

## 1. ANTECEDENTES

A pesar de ser una especie considerada en peligro de extinción por el gobierno mexicano (SEMARNAT, 2010), son pocos los trabajos que se han realizado en el país sobre el estado actual de la especie (Aranda, 1991), así como de su dinámica poblacional (Dillon y Kelly, 2007) y estos están concentrados en el sur del país, existiendo así una falta de información para la especie en el noreste. Los datos recuperados de estudios realizados en la presente década en diferentes estados de la república mexicana muestran diversas densidades para la especie; Pérez-Irineo y Santos Moreno reportan en 2014 en un estudio realizado en Los Chimalapas, Oaxaca, con un esfuerzo de muestreo de 8,529 días cámara con una recolección de 543 imágenes de las cuales 128 fueron para ocelote logrando hacer la identificación de 57 individuos de la especie y una estimación de 38.0 individuos por cada  $100\text{km}^2$ , siendo esta una de las densidades más altas registradas en México en comparación a otros estudios nacionales. Martínez Hernández et al. (2015) realizaron un estudio en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa sobre la densidad de ocelote donde obtuvieron 80 fotografías de ocelotes con un esfuerzo de 7,756 días cámara, dividido en estación seca, húmeda y húmeda tardía, donde obtuvieron una densidad promedio para ocelote de 18 individuos por cada  $100\text{km}^2$ . Mientras que en Quintana Roo en un estudio realizado en el Edén se encontró la densidad más baja reportada para el país con 1.4 individuos por cada  $100\text{km}^2$  (Ávila-Nájera et al. 2015).

Por otra parte, en el país vecino al norte de México, Estados Unidos de América (EUA) el ocelote al igual que en México se encuentra en condición de especie amenazada por el servicio de pesca y fauna silvestre de estados unidos por su traducción del inglés (United States Fish and Wildlife Service [USFWS]), el cual la clasifica como especie en peligro de extinción. Existen 2 poblaciones identificadas para la región sur del estado de Texas en EUA, estas se encuentran en los condados de Cameron y Wyllacy. La población de Ocelotes que habita en el condado de Cameron en el Refugio Nacional para la Fauna Silvestre Laguna Atascosa, ha sido ampliamente estudiada y se han concentrado esfuerzos de conservación para la especie con numerosos estudios de los cuales podemos destacar los realizados por Sternberg y Mays en 2011 arrojando una

densidad de tan solo 9 individuos cada 100km<sup>2</sup>. Cabe señalar también que en esta pequeña población de ocelotes en Texas y debido a su aislamiento con otras poblaciones, se han documentado problemas reproductivos debido a la erosión genética (Janecka et al., 2014).

Más extenso es el acervo bibliográfico para Sudamérica, en donde se originaron los primeros trabajos sobre la ecología de la especie en la década de los 1980's en países como Perú y Venezuela (Emmons, 1987; Ludlow y Sunquist, 1987). Trolle y Kery (2003) reportan densidades de hasta 56 individuos por cada 100km<sup>2</sup> en un estudio realizado con fototrampeo en Brasil. En Perú Kolowski y Alonso (2010) por su parte reportan una densidad de 34 individuos por cada 100km<sup>2</sup> en la Amazonia Peruana. Por otro lado, Di Bitteti y colaboradores (2008) realizaron estudios en Argentina en la provincia de Misiones reportando una densidad de 31 individuos por cada 100km<sup>2</sup>. Dillon y Kelly (2007) determinaron la densidad, así como patrones de actividad para ocelotes en la reserva de Chiquibul, Belice, mediante foto-trampeo reportando 25 individuos cada 100km<sup>2</sup>.

Los patrones de actividad de ocelotes reportados en México son variables según la zona, puesto que para la selva Lacandona presentan actividad diurna entre las 11:00 – 14:00 horas (De la Torre, et al., 2016), esto contrasta totalmente con la actividad presentada por los ocelotes en Sierra del Abra Tanchipa (Martínez-Hernández et al., 2015), los cuales presentaron un patrón nocturno con mayor actividad de la 20:00 a 22:00 horas. Otro estudio realizado en Los Chimalapas reportó una variación en la misma zona para 2 épocas distintas del año. En la temporada seca el patrón fue nocturno (21:00 – 23:00), mientras que para la temporada húmeda documentó actividad crepuscular (4:00 – 6:00 y 17:00 – 20:00) (Pérez-Irineo et al., 2014). Históricamente se ha descrito que el ocelote presenta un comportamiento principalmente nocturno, aunque esto puede variar dependiendo del clima y de la disponibilidad de presas, así como de la presencia de competidores (Sunquist y Sunquist, 2002).

La estructura poblacional ha sido descrita para la especie en diversos estudios, contando con número de individuos y sexado de los mismos para las poblaciones estudiadas. En Quintana Roo, 10 individuos fueron documentados con una relación de

sexos de 6:4:0 (Macho: Hembra: No identificado) (Ávila Nájera et al., 2015). En Oaxaca se reportaron 9 individuos con una relación de 5:3:1 (Pérez-Irineo et al., 2014), y en San Luis Potosí con 15 individuos y una relación de 10:1:4 (Martínez-Hernández, et al., 2015). Por otro lado, en Chiapas se reportaron 14 individuos y una relación de 4:10:0 (De la Torre, et al., 2016). Las poblaciones de mamíferos se ajustan al principio de Fisher (Hamilton, 1967) el cual determina que en estos existe una tendencia a una equidad sexual, es decir con una relación entre machos y hembras de 1:1 al momento del nacimiento y que esta igualdad se ve alterada subsecuentemente por el comportamiento de la especie. En el caso de los ocelotes, los machos tienden a una mayor mortalidad debido al desplazamiento y el ámbito hogareño de mayor tamaño en contraparte a las hembras, así como por las peleas territoriales, las cuales cuando no son mortales pueden limitar la probabilidad de supervivencia de los ocelotes por causas como heridas que limiten la caza o el desplazamiento del individuo (Sunquist y Sunquist, 2002).

## **2. JUSTIFICACION**

Los carnívoros desempeñan un rol vital en la dinámica de los ecosistemas, al estar estos en los eslabones tróficos más altos regulan y controlan otras especies por debajo de su nivel trófico (Schmitz et al., 2000). En México el ocelote esta enlistado en peligro de extinción, por causas antropogénicas como la perdida y fragmentación del hábitat, y la cacería furtiva (Aranda, 2005) además de que existe un vacío de información sobre los aspectos de ecología básica como el estado actual de sus poblaciones, patrones de actividad y estructura poblacional en el norte del país. A pesar de ser una especie de importancia para la conservación en el APFFLMDRB su estado de conservación es desconocido y nunca se ha estudiado la especie en esta área protegida.

Poblaciones de ocelotes como la registrada en el sur de Texas de los Estados Unidos de Norte América han quedado aisladas de su distribución geográfica (Laack et al., 2005). El Refugio Nacional para la Vida Silvestre Laguna Atascosa ubicado en el condado de Cameron, Texas, alberga una de las poblaciones de ocelote remanentes de su distribución histórica (Janecka et al., 2014). La fragmentación de hábitat ha causado la reducción de esta población hasta solo 80 individuos registrados (Laack et al. 2005), esto a su vez deriva en la perdida de diversidad genética. Actualmente se desconoce cuáles son las poblaciones de ocelotes más cercanas a la población en Texas, de manera que el presente estudio aporta información valiosa sobre posibles lugares de donde puedan extraerse individuos de ocelote para ser introducidos con la finalidad de aumentar la diversidad genética en Texas. El área de estudio del presente trabajo tiene el mismo tipo de hábitats con características similares como vegetación, fauna y clima, que en el área con las poblaciones en Texas. Los resultados del presente estudio aportan nueva información sobre las poblaciones de ocelote que puede ser utilizada para la elaboración de planes de manejo para la conservación de la especie a nivel nacional e internacional.

## **4. HIPOTESIS**

- La densidad poblacional de ocelote en el Sur del APFFLMDRB es media en relación a lo reportado en otras áreas de México (alrededor de 18 individuos  $100/km^2$ ).

## **5. OBJETIVO DEL TRABAJO**

### **5.1 Objetivo general**

- Estimar la densidad poblacional y conocer aspectos ecológicos básicos del ocelote en el APFFLMDRB, Tamaulipas, mediante el uso de foto-trampeo y modelos de captura-recaptura.

### **5.2 Objetivos particulares**

- Identificar el número total de individuos de ocelotes de acuerdo a su patrón de manchas y el número de registros y sitios donde aparecen cada uno de ellos.
- Estimar la densidad poblacional del ocelote mediante modelos de captura-recaptura utilizando el programa CAPTURE y el programa SPACECAP.
- Determinar la estructura poblacional, la relación de sexos, y el patrón de actividad de los ocelotes en el área de estudio.

## 6. MATERIAL Y METODOS

### 6.1. Área de estudio

El Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), ubicada en el estado de Tamaulipas es una de las áreas naturales protegidas costeras de mayor relevancia a nivel nacional por diversos atributos y características ecológicas. Por su ubicación geográfica (Figura 3), presenta una biodiversidad privilegiada, tales como las 6 especies de felinos silvestres de México que son el jaguar (*Panthera onca*), el margay (*Leopardus wiedii*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), el gato rabón (*Lynx rufus*) y el puma (*Puma concolor*) (SEMARNAT, 2015).

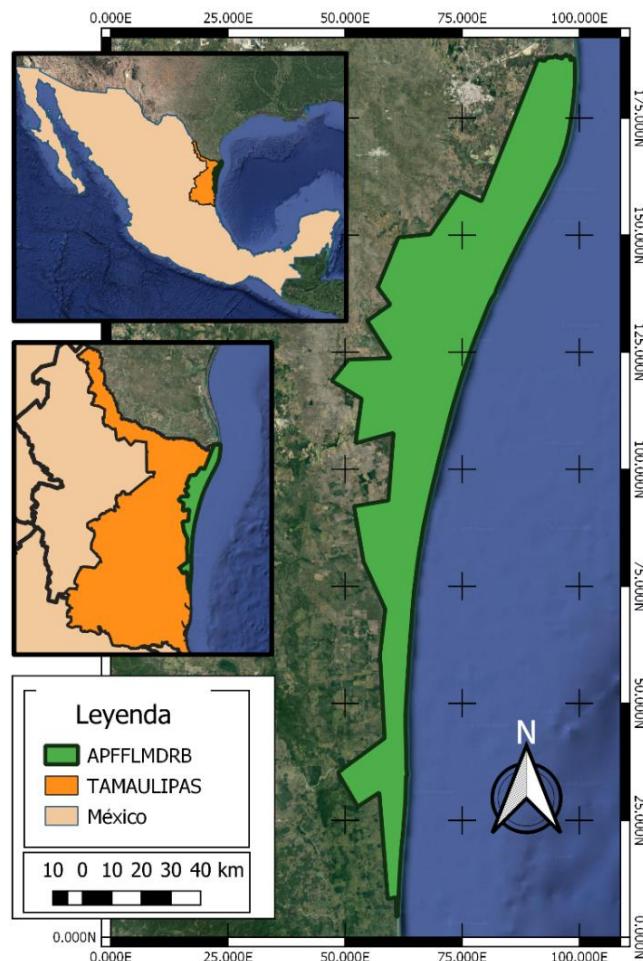


Figura 3. Ubicación geográfica del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB)

### **6.1.1. Localización**

Está ubicada en la zona noreste de la República Mexicana, entre los paralelos 23°20'08" y 25°51'55" de latitud norte, y los meridianos 97°08'43" y 97°57'47" de longitud Oeste. Al norte queda delimitada por el Río Bravo, al sur con el estero de Barra de Ostiones, al este con la Costa del Golfo de México y hacia el oeste con la porción Continental. El área natural protegida abarca los municipios tamaulipecos de Matamoros, San Fernando y Soto la Marina (INEGI, 1983).

### **6.1.2. Geología**

Las rocas predominantes en la llanura costera del Golfo son de tipo sedimentario y ricas en arcillas y carbonatos, de la Era Cenozoica y de los períodos del Cuaternario con suelos eólicos lacustre y de litoral, y con sitios aislados del Terciario Superior, con suelos formados de lutita arenisca (SEMARNAT, 2015).

### **6.1.3. Hidrología**

El APFFLMDRB yace entre dos regiones hidrológicas: La Cuenca del Río Bravo (RH-24) y la Cuenca del Río San Fernando-Soto la Marina, con sus subcuenca: Soto la Marina (RH-25B), Laguna Madre (RH-25C) y río San Fernando (RH-25D). La superficie sujeta a inundación es originada por la precipitación y escorrentía de los ríos y por las mareas en el transcurso del año. Las lagunas son importantes en el control de los flujos torrenciales que provocan las inundaciones, especialmente las influidas por huracanes y tormentas tropicales; las largas islas de barrera y la vegetación de ribera, como los manglares, actúan de protección contra vientos e inundaciones (SEMARNAT, 2015).

### **6.1.4. Clima**

El clima está determinado por tres condiciones fisiográficas, la altitud, latitud y la influencia marítima del golfo de México; mientras que en el área de estudio predominan 3 tipos de clima divididos en semicálidos, subhúmedos con lluvia escasa para la parte norte, semisecos muy cálidos y semisecos semicálidos para la región central y templados subhúmedos con precipitaciones en verano para la región sur. La temperatura media anual es de 22-24 grados centígrados con temperaturas extremas de -2 grados centígrados para el invierno y 37 grados centígrados para el verano. El

promedio de precipitación anual varía de 682 milímetros en la zona norte hasta 1,200 milímetros para la zona sur (Norwine 1977).

#### **6.1.5. Vegetación**

Los principales tipos de vegetación son: tulares y carrizales, dunas costeras, pastos marinos, vegetación halófita, manglar, selva baja subperennifolia, selva baja subcaducifolia, selva baja espinosa (bosque espinoso), subperennifolia, matorral espinoso, matorral espinoso con espinas laterales (matorral tamaulipeco) y pastizal natural de acuerdo a la clasificación de Miranda y Hernández (1963).

#### **6.1.6. Fauna**

Existen reportes para diversas especies de mamíferos, entre las que destaca la familia de los félidos con seis especies, de las cuales tres están en peligro de extinción, el jaguar (*Panthera onca*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y el margay (*Leopardus wiedii*); mientras que el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) está en la categoría de amenazada, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-(SEMARNAT, 2010). Las otras especies son el puma (*Puma concolor*) y gato cola rabona o gato rabón (*Lynx rufus*). Otras especies de mamíferos que destacan son el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* y *O. virginianus veraecrucis*), que son especies de importancia cinegética y de especies endémicas como la ardilla de tierra o ardillón punteado (*Spermophilus spilosoma*), la rata canguro o rata canguro del padre (*Dipodomys compactus*) y la rata canguro (*Dipodomys ordii*) (Leopold, 1977).

#### **6.1.7. Tipos y uso de suelo**

El APFFLMDRB posee 572,080 hectáreas, siendo el vaso lagunar la mayor parte de su extensión (40.8 por ciento) del total, seguida por vegetación halófita (19.6 por ciento), vegetación primaria leñosa (15.1 por ciento), áreas de agricultura y ganadería (11.1 por ciento), vegetación acuática (9.6 por ciento), zona de dunas (3.7) y superficie urbana (0.1 por ciento) (SEMARNAT, 2015).

La tenencia de la tierra en el APFFLMDRB consiste principalmente de grandes predios privados y ejidales, y más de 300 kilómetros de zonas costeras correspondientes a la Zona Federal Marítimo Terrestre (SEMARNAT, 2015).

### **6.1.8. Ganadería**

La cantidad de superficie destinada a ganadería extensiva dentro del Área Natural Protegida son 22,205 ha, siendo el número total de cabezas de ganado productor de carne en los municipios que comprenden el Área Natural Protegida de 259,964 para el ganado bovino y de 23,622 cabezas de ganado porcino. El municipio de Soto La Marina es el mayor productor de ganado bovino en la Laguna Madre y el segundo a nivel estatal por debajo del municipio de Aldama, mientras que el municipio de San Fernando es el mayor productor de ganado porcino (SEMARNAT, 2015).

### **6.1.9. Agricultura**

Dentro del Área Natural Protegida existe registro de 41,376 hectáreas de siembra de temporal (Departamento de Postgrado del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria-2014) y existen registros históricos de producción de maíz, algodón y sorgo, siendo este último el único cultivo producido actualmente de manera comercial. La producción de este grano promedia un rendimiento que va de 2.5 a tres toneladas por hectárea (SEMARNAT, 2015).

## **6.2. Estaciones de foto-trampeo**

El método seleccionado para la instalación de las estaciones de foto-trampeo fue en base a evidencias, el cual consiste en recorrer las rutas y senderos del área de estudio en busca de rastros de ocelote (excretas, huellas, rastros de pelo, echaderos e incluso avistamiento directo o reportes de observaciones por pobladores locales) (López, 2010). Una vez seleccionado el lugar se realizó una limpieza de la vegetación para facilitar la visión y foco del dispositivo fotográfico. Asimismo, se instalaron soportes para las cámaras en donde el terreno lo requería, los cuales fueron troncos o varas. Los dispositivos se colocaron de 40 a 50 cm sobre el nivel del suelo, sujetando el equipo fotográfico al soporte con correas de nylon y resguardados dentro de cajas de metal con candado para garantizar la protección del equipo contra la fauna local e intentar en la medida de lo posible evitar el robo del equipo según la metodología de Silver y colaboradores (2004). Las cámaras fueron configuradas mediante un periférico externo conectado vía puerto USB, y desde este son controlados los parámetros de la cámara.

Las cámaras se programaron en modo fotografía y para estar activas las 24 horas al día, con impresión de hora y fecha en las capturas realizadas. Los intervalos se ajustaron en 1 segundo entre cada evento fotográfico, con una sola fotografía por evento siguiendo las recomendaciones para muestreo de ocelotes de Dillon y Kelly (2007).

### **6.3. Diseño de Muestreo**

El trabajo de campo se realizó en dos ranchos privados, El Herradero y San José de los Leones dentro de los límites del APFFLMDRB, en el municipio de Soto la Marina, Tamaulipas, los cuales comprenden en conjunto un área de 102km<sup>2</sup> (Figura 4). La principal actividad de ambos ranchos es la ganadería y el rancho el Herradero esta adecuado para la caza deportiva, aunque cumple con este propósito esporádicamente. Las cámaras estuvieron activas en el campo desde enero del 2017 hasta noviembre de 2017 y se determinó el esfuerzo total de trámpeo como resultado de multiplicar el número total de estaciones dobles por el total de días de muestreo siguiendo la metodología de Medellín (2006). Durante una sesión 0 fueron colocadas 17 estaciones de foto trámpeo (Figura 4), cada estación con dos cámaras trampa (HCO Scoutguard modelo SG565FV, USA) para capturar mediante fotografía, ambos flancos del ocelote de acuerdo a la metodología de identificación reportada por Karanth (1995) para gatos manchados. La ubicación de cada estación fue registrada mediante un dispositivo de georreferencia (Garmin®, modelo eTrex® 20x, USA) (Tabla 1).

Las cámaras trampa fueron situadas frente una de otra en los costados de senderos o veredas, dirigidas a un mismo punto en un ángulo de 45 grados. Las estaciones fueron distribuidas a una distancia mínima de 700m lineales una de otra, a lo largo del área de estudio, esto de acuerdo al ámbito hogareño para el ocelote descrito por Caso (1994) y siguiendo la metodología de Silver y colaboradores (2004). No se utilizaron cebos ni atrayentes olfativos para las estaciones de trámpeo en este estudio. El mantenimiento de las estaciones (cambio de memoria, cambio de baterías, revisión de vegetación obstructiva y posible recolocación) fue realizado al menos en 4 ocasiones durante el estudio, debido a la logística de viaje al área de estudio.

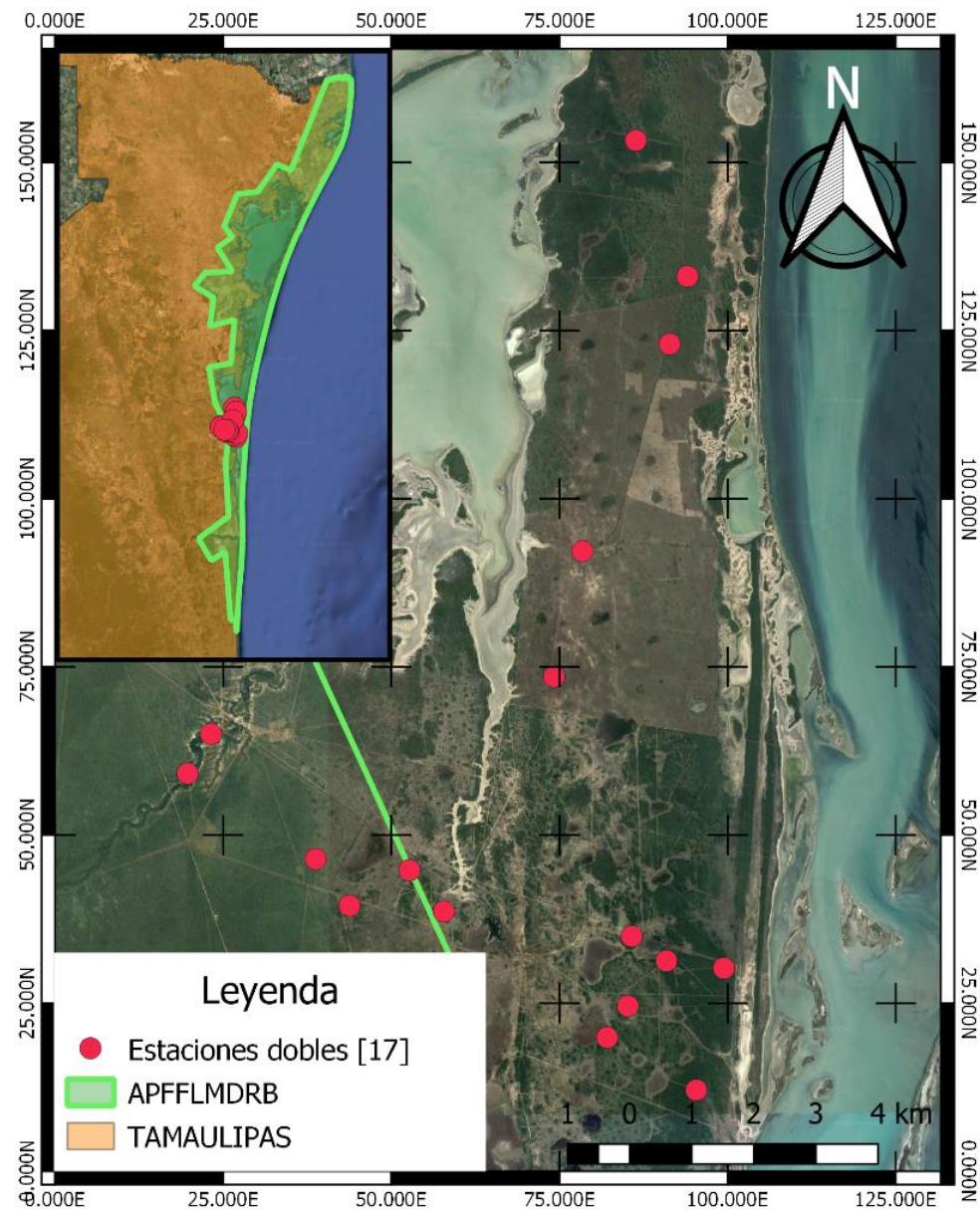


Figura 4. Ubicación geográfica de las estaciones de fototrampeo dobles en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB)

*Tabla 1.* Localización mediante coordenadas UTM, de las estaciones de muestreo en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB) Tamaulipas, México.

Estación de Muestreo	Coordenadas UTM		Estación de Muestreo	Coordenadas UTM	
	X	Y		X	Y
1	624360	2684950	10	621399	2686471
2	625463	2683595	11	620847	2687136
3	624422	2686072	12	619340	2687315
4	624028	2684442	13	625033	2695603
5	624981	2685675	14	624490	2698880
6	625907	2685557	15	623174	2690250
7	619881	2686565	16	625320	2696692
8	617274	2688693	17	623629	2692269
9	617650	2693329			

#### **6.4. Densidad poblacional (Modelo Captura-Recaptura)**

La estimación de densidad poblacional fue obtenida mediante la abundancia estimada y el área efectiva de muestreo (Martínez, 2011).

D = N/A

N = abundancia o tamaño poblacional calculado por CAPTURE.

A = área efectiva de muestreo en km<sup>2</sup>.

##### **6.4.1. Abundancia Poblacional (N)**

Para estimar la abundancia poblacional se utilizó el programa CAPTURE (Otis et al., 1978), el cual aplica una serie de modelos para generar estimaciones de abundancia basándose en el número de individuos capturados y la proporción de recapturas. Este ha demostrado ser útil como herramienta en estudios poblacionales de gatos manchados (Karanth, 1995; Trolle y Kery, 2003). Los modelos se distinguen por las diferentes fuentes de variación en probabilidad de captura, incluyendo diferencias entre individuos

(por ejemplo, debido a sexo, edad, movimientos, dominancia, actividad), variación en el tiempo, cambios de comportamiento debido a la captura (flash), y combinaciones de los factores anteriores. El programa CAPTURE tiene una función que determina el modelo y el estimador más apropiado para los datos del muestreo. Sin embargo, de manera general se recomienda seleccionar solo los modelos con ajuste significativo  $\geq 0.90$  (Otis et al., 1978). Para ejecutar el análisis de los datos, se elaboró una matriz con la historia de captura de cada individuo fotografiado durante un periodo de 90 días por sitio de muestreo. Cada fila de la matriz describe la historia de captura de un individuo durante el muestreo. Cada día (o grupo de días) del período de muestreo es considerado como una ocasión de muestreo y es representado en una columna independiente de la matriz, en este estudio se le denominó ocasión de muestreo a un mes de muestreo para estandarizar la probabilidad de captura de cada individuo. Para cada ocelote el 0 representa que el animal no fue capturado en esa ocasión, mientras que el 1 significa que el animal sí fue capturado en esa ocasión. El número de filas es el mismo que el número de individuos identificados individualmente (marcados), mientras que el número de columnas coincide con el número de ocasiones de muestreo (Trolle y Kery, 2003).

Ejemplo:

Individuos	Ocasión de muestreo			
	I	II	III	IV
01	0	1	1	0
02	1	1	1	0
03	1	0	0	1

Con esta matriz se alimentó al programa para hacer la estimación de abundancia, se evaluó el supuesto de población cerrada, se estimó la probabilidad de captura ( $\hat{p}$ ), el error estándar (ES), intervalo de confianza del 95%, y se eligió el modelo más conveniente para los datos del estudio (Otis et al., 1978).

#### 6.4.2. Área efectiva de muestreo (A)

Para determinar el área efectiva de muestreo se utilizó un sistema de información geográfica (SIG) con el cual se generó un mapa de todas las estaciones de

foto-trampeo con un buffer que fue determinado de acuerdo a las distancias máximas recorridas (MMDM por sus siglas en inglés) (Roland, 2008), por los individuos de ocelote durante el estudio siguiendo lo descrito por Walker y colaboradores, (2000). Este se obtiene mediante el cálculo del promedio de la sumatoria de las distancias máximas recorridas entre los dos sitios de muestreo más alejados geográficamente uno del otro, en los que se presentó la captura de un mismo individuo. Este valor es considerado como un valor aproximado del diámetro de actividad de un individuo (Karanth y Nichols, 1998; Martínez-Hernández et al., 2015).

## **6.5. Densidad Poblacional (Modelo Captura-Recaptura Espacialmente Explícito)**

Se empleó el paquete SPACECAP para R x64 3.5.1 el cual utiliza la información generada por las cámaras trampa en conjunto con modelos bayesianos espacialmente explícitos de captura y recaptura (Gopalaswamy et al., 2015). Para correr el análisis mediante SPACECAP es necesario crear 3 matrices de información en formato .csv con el software Microsoft EXEL (Carvajal-Villareal, 2015).

Matriz 1: esta contiene la información de las capturas, como el lugar donde se realizó la captura (LOC\_ID), la identificación del individuo (ANIMAL\_ID) y la ocasión de captura (SO).

Ejemplo:

LOC_ID	ANIMAL_ID	SO
1	4	17
5	5	13
7	6	17
8	6	16
9	3	20
11	1	14
15	2	12

Matriz 2: esta contiene la información de las estaciones de fototrampeo e incluye; el identificador de cada sitio de fototrampeo (LOC\_ID), las coordenadas UTM

de cada sitio (X\_COORD, Y\_COORD) y las ocasiones de muestreo en las que se encontraba activa la estación (SO 1,2,3,4,...,) representando con “1” cuando esta se encontraba activa y “0” para la ocasión en la que no estuvo activa.

Ejemplo:

LOC_ID	X_Coord.	Y_Coord.	1	2	3	4	5	6
1	624360	2684950	1	1	1	0	1	1
2	625463	2683595	1	1	1	0	0	0
3	624422	2686072	1	1	0	0	0	0
4	624028	2684442	1	1	1	1	1	1

Matriz 3: esta contiene los datos de las áreas potenciales para la presencia de la especie. Esta se elabora mediante una gradilla de puntos bayesianos regulares con distribución uniforme, este buffer fue creado mediante el software QGIS® 3.2 (Licencia publica general GNU, <http://www.gnu.org/licenses>), esto se considera como espacio S. El espacio S son todos los puntos que se visualizan como representativos de todos los posibles centros de actividad potencial (o centros de ámbito hogareño) de todos los individuos en la población animal que se está analizándose toman en cuenta todas las estaciones de muestreo y se agrega un buffer que corresponde con el MMDM, para cada punto generado se identifican coordenadas UTM (X\_COORD, Y\_COORD), y si es habitable por la especie (HABITAT) representado por “1” donde se considere habitable y “0” las que no.

Ejemplo:

X_Coord	Y_Coord	Hábitat
624360	2684950	1
625463	2683595	0
624422	2686072	1
624028	2684442	1

El buffer radial para cada trampa fue de (1.21km) basado en la distancia máxima recorrida por los individuos que se presentaron en más de una estación de fototrampeo, en la evaluación de presencia por hábitat, se consideraron como no habitables “0” todas las zonas de agua salada, los cascos de los ranchos, y porciones desmontadas para fines de agricultura.

Para ejecutar el análisis se eligieron los valores estándar recomendados (Figura 5) por Gopalaswamy y colaboradores (2012) los cuales fueron: *trap response absent*, *spatial capture-recapture*, *half-normal detection function* y *Bernoulli encounter model*. Para las Cadenas-Markov de Monte Carlo se utilizaron 50,000 iteraciones con un periodo de descarte de 1,000, y un aumento de datos x10 veces los ocelotes identificados como lo sugiere (Gopalaswamy et al., 2015).

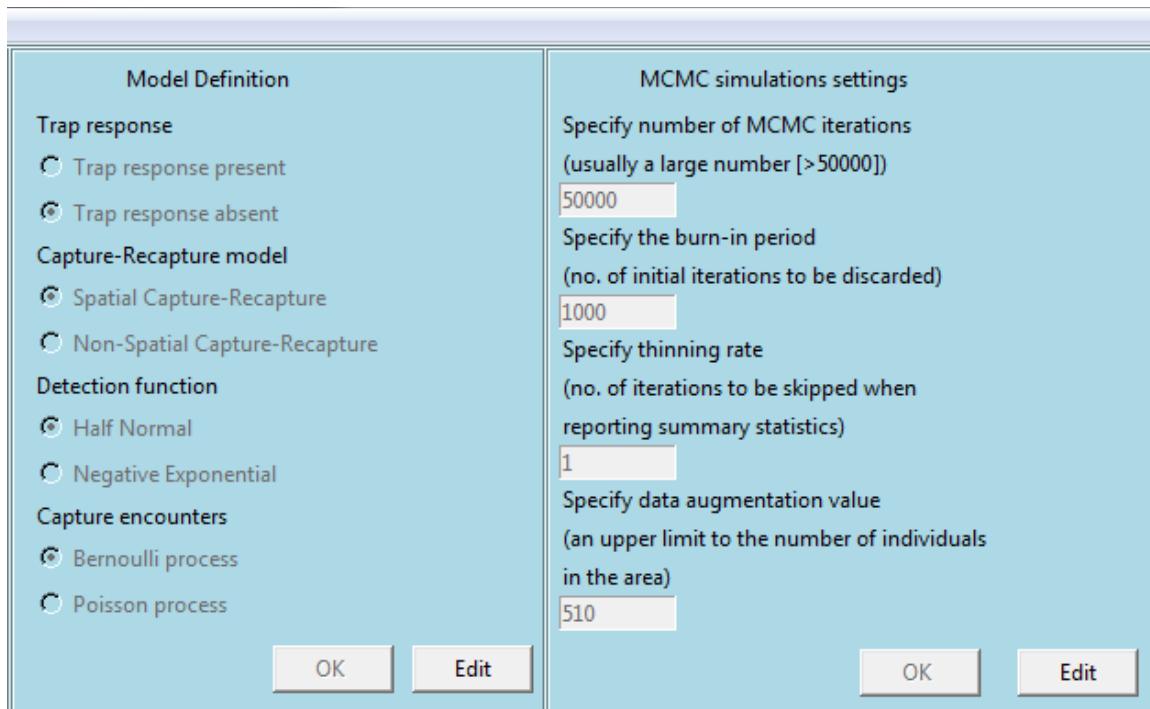


Figura 5. Selección de parámetros para análisis con paquete SPACECAP en R

## 6.6. Estructura Poblacional (Identificación de Individuos)

Los individuos fueron identificados en base a las características morfológicas de su patrón de manchas el cual es único para cada individuo, como la forma de las rosetas, las bandas en la cola, y cicatrices presentes en el individuo (Murray y Gardner, 1997). El

sexo de los individuos fue identificado en base a la presencia del saco escrotal, hembras acompañadas de crías y evidencia de lactancia como vientre colgante (Trolle y Kery, 2003), la edad fue clasificada en 3 grupos los cuales fueron divididos en: cría (individuos pequeños o acompañados por su madre), joven (individuos solitarios esbeltos o individuos de la misma talla acompañados) y adulto (individuos solitarios, hembras gestantes o lactantes), determinando las edades por el tamaño de cada individuo (Lira-Torres et al., 2014; Carrera et al., 2016). La identificación individual de cada ocelote se elaboró mediante un análisis triple ciego, el cual consiste en 3 observadores independientes y sin comunicación durante el análisis, cada uno identificando por separado los patrones de manchas para cada individuo y agrupando los patrones similares a una etiqueta en común para cada individuo, con esta información cada observador elaboró un catálogo de foto identificación. Las fotografías con barrido, ruido o falta de claridad fueron descartadas para el estudio.

## **6.7. Patrón de actividad**

El Patrón de actividad se determinó mediante la cuantificación del número de capturas graficas de ocelotes por hora, y su frecuencia para cada hora del día (Martins et al., 2016). Los registros obtenidos fueron clasificados en 3 períodos diferentes de acuerdo a las horas del día. Se consideraron dentro del grupo de diurno a los registros obtenidos de las 08:00 a las 17:00hr, nocturno de las 20:00 a las 05:00hr, y crepuscular al amanecer de las 05:00 a las 08:00hr y al atardecer de las 17:00 a las 20:00hr de acuerdo a la metodología de Carrera (2016) para patrones de actividad. Para establecer mediante graficas los picos de actividad durante las 24hrs del día, siendo Y – el número de registros obtenidos mientras que X – es el ciclo de 24hrs. Para determinar diferencias entre los grupos se realizaron comparaciones de las proporciones de los registros en cada uno de ellos mediante una prueba de chi cuadrada (Carrera, 2016).

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Registros fotográficos

El total de registros de mamíferos fue de 21,227 (Tabla 2). De los cuales se obtuvieron 473 registros de ocelote, con un esfuerzo de muestreo de 5,168 noches cámara. Durante el año 2017 del 1 de enero a 1 de noviembre. Durante este periodo se identificaron 51 individuos por su patrón de manchas (Tabla 3). Otros felinos silvestres presentes fueron; puma (*Puma concolor*), gato rabón (*Lynx rufus*), y jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), mientras que no se obtuvieron registros de jaguar (*Panthera onca*) y margay (*Leopardus wiedii*). Otras especies de mamíferos silvestres que se registraron en las cámaras trampa fueron; coyote (*Canis latrans*), mapache (*Procyon lotor*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), Coati (*Nasua narica*), zorrillo norteño (*Conepatus leuconotus*), zorrillo manchado (*Spilogale putorius*), zorrillo listado (*Mephitis mephitis*), armadillo (*Dasyurus novemcinctus*), pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), conejo (*Sylvilagus audubonii*), y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Mediante un análisis triple ciego se analizaron todos los registros de ocelote. Durante la primer etapa 3 observadores identificaron mediante el patrón de manchas a todos los ocelotes que consideraron como individuos independientes, esto en un análisis de los registros en solitario. El observador A) identificó 57 individuos. El observador B) identificó 70 individuos. El observador C) identificó 66 individuos. Como segunda etapa se realizó un consenso con los 3 observadores, y se compararon los resultados obtenidos por cada observador. A partir de estos datos se creó un catálogo visual para los ocelotes que fueron considerados como individuos independientes por consenso de los 3 observadores, a estos se les asignó un ID numérico, género, número de fotografías, sitios de captura, etapa de edad y desplazamiento en un compendio (Apéndices I y II). El catálogo final constó de 51 individuos identificados como independientes, esto de acuerdo al consenso después del análisis conjunto. Se descartaron 35 de los 473 registros de ocelote por no cumplir con el estándar mínimo de calidad requerido por el estudio,

para la identificación de ocelote. No se consideraron para la creación del catálogo, los individuos que no presentaban identificación por ambos costados.

Tabla 2. Registros de mamíferos obtenidos mediante foto-trampeo en 2017 en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Tamaulipas, México.

Orden	Familia	Especie	Registros
Artyodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus Virginianus</i>	1,136
	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	6,293
	Bovidae	<i>Bos. p. taurus</i>	7,321
		<i>Capra. a. hircus</i>	536
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	72
		<i>Puma yagouaroundi</i>	17
		<i>Leopardus pardalis</i>	418
		<i>Lynx rufus</i>	67
		<i>Felis. s. catus</i>	2
	Canidae	<i>Canis latrans</i>	54
		<i>Canis. l. familiaris</i>	3
	Mephitidae	<i>Spilogale putorius/gracilis</i>	29
		<i>Conepatus leuconotus</i>	190
		<i>Mephitis mephitis</i>	39
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	14
		<i>Nasua narica</i>	744
Cingulata	Dasyproctidae	<i>Dasyurus novemcinctus</i>	38
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	406
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii/floridianus</i>	2,706
Perissodactyla	Equidae	<i>Equus. f. caballus</i>	1,124
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	1
	Muridae	<i>Mus. spp</i>	17

Tabla 3. Total, de individuos de ocelote capturados en estaciones dobles de fototrampeo en 2017 en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Tamaulipas, México.

ID Estación	Individuos Capturados	Machos	Hembras	NI
<b>1</b>	3	2	1	0
<b>2</b>	5	2	3	0
<b>3</b>	10	4	3	3
<b>4</b>	2	1	1	0
<b>5</b>	1	1	0	0
<b>6</b>	5	3	1	1
<b>7</b>	7	3	4	0
<b>8</b>	7	2	4	1
<b>9</b>	7	3	2	2
<b>10</b>	3	2	1	0
<b>11</b>	7	2	3	2
<b>12</b>	3	2	1	0
<b>13</b>	0	0	0	0
<b>14</b>	1	0	0	1
<b>15</b>	5	1	2	2
<b>16</b>	5	1	3	1
<b>17</b>	4	2	2	0

\*NI: No identificado sexualmente

## 7.2. Densidad poblacional CAPTURE

El Promedio de la Distancia Máxima Recorrida (MMDM) por los ocelotes fue de 1.2km recorridos. El radio buffer de cada sitio de muestreo fue de 1.2km (Figura 6), y el total del área efectiva de muestreo fue de 54.1km<sup>2</sup>.

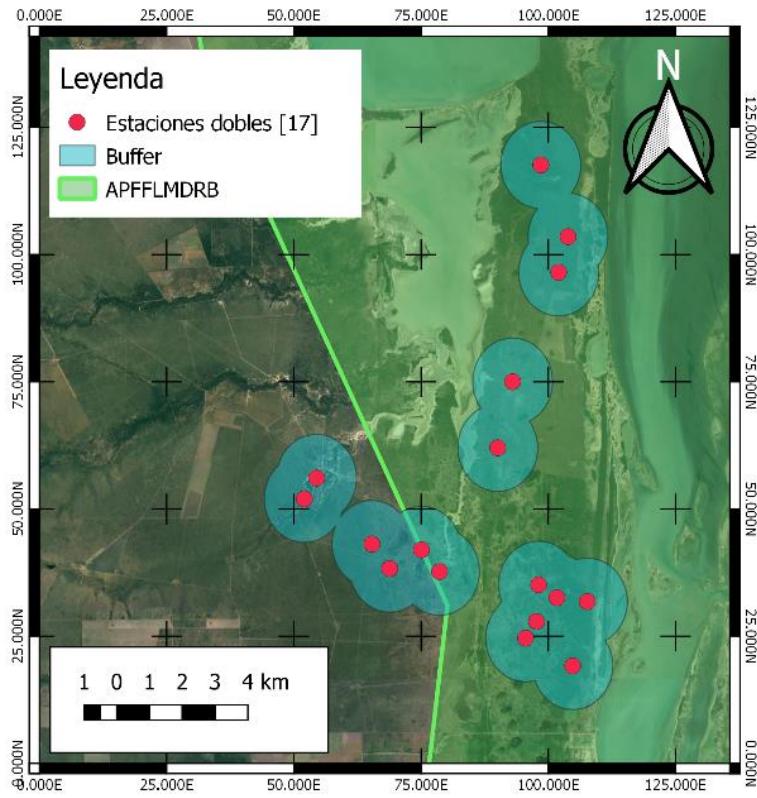


Figura 6. Área efectiva de muestreo a partir del buffer creado para cada estación, mediante las distancias máxima recorrida por los ocelotes del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB) Tamaulipas, México.

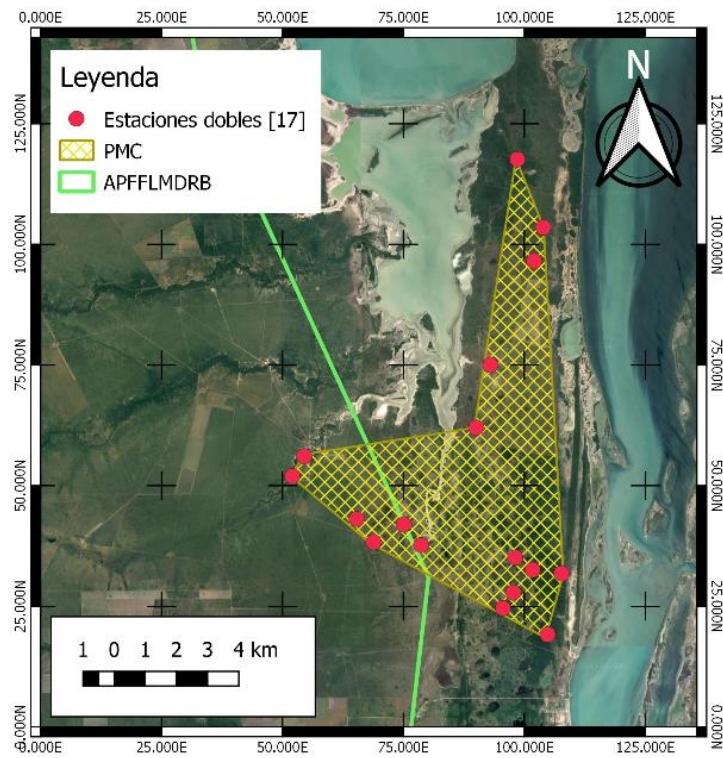


Figura 7. Polígono mínimo convexo delimitado por las estaciones perimetrales del muestreo dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Tamaulipas, México.

El software CAPTURE sugirió el modelo  $M_h$  como el más indicado, para estimar la abundancia de ocelotes con los datos obtenidos (Tabla 4).

Tabla 4. Criterios de selección de modelo del software CAPTURE.

Modelo	$M_o$	$M_h$	$M_b$	$M_{bh}$	$M_t$	$M_{th}$	$M_{tb}$	$M_{t淮}$
Criterio	0.71	1.00	0.28	0.61	0.00	0.70	0.15	0.81

El valor de la abundancia obtenida por CAPTURE fue  $71 \pm 9.19$  SE y la densidad estimada fue de  $131.2/100\text{km}^2$ . El valor de P fue 0.00367, mientras que el valor de z fue -2.681, no cumpliendo con el supuesto de población cerrada, del modelo (Otis et al., 1978).

### 7.3. Densidad poblacional SPACECAP

La densidad estimada mediante el software SPACECAP, fue de 91.5/100km<sup>2</sup>. Los valores de la tasa de detección si la cámara trampa se encuentra en un centro de actividad de un individuo fue de  $0.18 \pm 0.02$  SE ( $\lambda_0$ ), y la probabilidad de que uno de los valores que representan a un individuo no capturado sea un individuo con presencia real en el área de estudio fue de  $0.09 \pm 0.01$  SE ( $\psi$ ) (Tabla 5). Los valores de Geweke para la validación de la prueba, demostraron la existencia de convergencia por lo que la prueba del modelo es validada (Tabla 6).

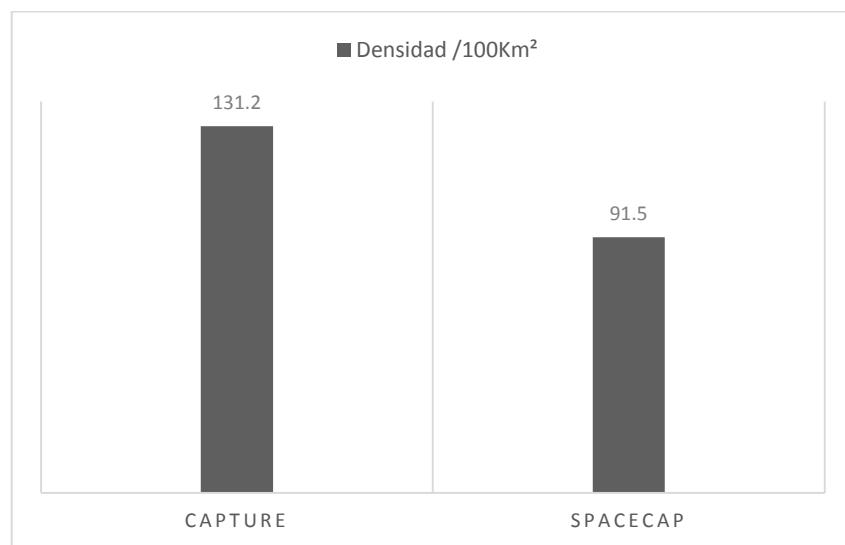
Tabla 5. Parámetros obtenidos en el modelo espacialmente explícito de captura-recaptura (SECR) mediante SPACECAP, paquete ejecutado en software R

	Valor estimado	Desviación Estándar
N	54.35	2.02
Densidad	91.5/100km <sup>2</sup>	3.4/100km <sup>2</sup>
Tasa de detección ( $\lambda_0$ )	0.18	0.02
Tendencia de Movimiento ( $\sigma$ )	2078.51	130.24
Probabilidad individuo real ( $\psi$ )	0.09	0.01

Tabla 6. Valores de Geweke obtenidos para la validación del modelo

<b>sigma</b>	<b>lam0</b>	<b>psi</b>	<b>N</b>
-1.4909	1.9662	-0.9936	-2.1574

Tabla 7. Densidades de ocelote estimadas mediante los softwares CAPTURE y SPACECAP a partir de datos de foto-trapeo de 2017 en los ranchos San José de los Leones y El Herradero, municipio de Soto La Marina, Tamaulipas.



### 7.3.1 Mapa de Densidad por pixel

Se graficaron los valores de densidad de pixeles, a partir de los valores obtenidos por SPACECAP mediante un software de información geográfica (Qgis), con lo que se obtuvo un mapa de calor de pixeles (Figura 8).

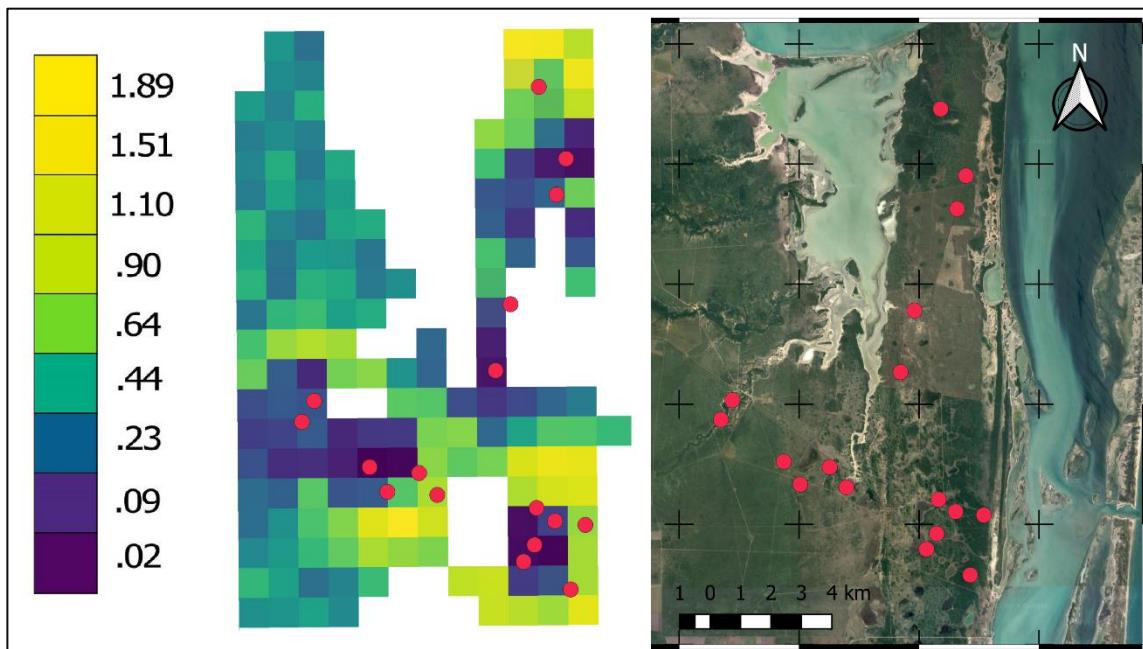


Figura 8. Mapa de calor con densidad de ocelote por pixel ( $0.49\text{km}^2$ ) a partir de datos de foto-trampeo de 2017 en los ranchos el Herradero y San José de los Leones, en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Soto La Marina, Tamaulipas. Los pixeles blancos representan las áreas no habitables para la especie.

### 7.4. Patrones de Actividad

Se obtuvieron 267 registros independientes de ocelote para describir su patrón de actividad, se identificó mayor actividad durante el periodo nocturno, pero también se presentó actividad durante ambos periodos crepusculares (Figura 9), mediante un análisis de chi cuadrada el periodo nocturno fue significativamente diferente a los periodos diurno y crepusculares ( $P<0.05$ ).

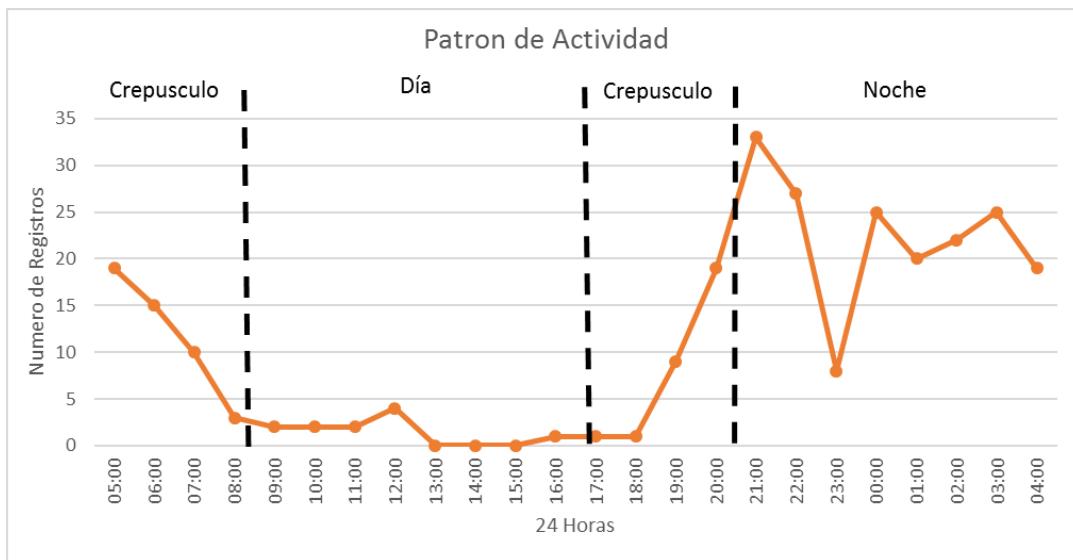


Figura 9. Patrón de actividad del ocelote a partir de datos de foto-trampeo de 2017 en los ranchos El Herradero y San José de los Leones, en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB), Soto La Marina, Tamaulipas.

## 7.5. Estructura poblacional

Durante el estudio se obtuvo un 78.43% de identificación individual de ocelotes adultos ( $n=40$ ), 17.64% de ocelotes juveniles ( $n=9$ ) y 3.92% de crías (=2); de los cuales fueron 19 machos (37.25%), 19 hembras (37.25%) y 13 sin identificación de género (25.50%). La relación de sexos estimada fue de 1:1 (M:H).

## 8. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por este estudio aportan información de campo importante sobre el ocelote en una región del país donde no se había estudiado la especie. En un estudio de la distribución potencial del ocelote en el noreste de México, en base a 63 registros de la especie en bibliografía y reportes de campo y la combinación de variables ambientales desarrollaron un modelo mediante Maxent para identificar áreas de distribución potencial (Martínez-Calderas et al., 2015). Los resultados del estudio identificaron la región de la Huasteca en San Luis Potosí y Tamaulipas como las zonas más importantes para el ocelote, seguidas por la Sierra de Tamaulipas, mientras que la zona costera de Tamaulipas en la región de la Laguna Madre, nuestra área de estudio fue clasificada como área con ausencia de ocelotes (Martínez-Calderas et al. 2015). Sin embargo, no solo si está presente el ocelote en dicha área de estudio, sino que representa la densidad más alta reportada para todo México hasta la fecha, lo que resalta la necesidad de realizar más estudios de campo con esta especie protegida en nuestro país.

Los registros cámara trampa que resultaron del estudio revelaron gran diversidad de mamíferos silvestres en la zona de estudio, muchos de estos de interés para la investigación y la conservación de la fauna silvestre. Se identificaron 19 especies de mamíferos silvestres diferentes, lo que se puede atribuir al esfuerzo de muestreo combinado, de número de sitios de muestro y el tiempo que estuvieron activas las cámaras. El esfuerzo de muestreo en estudios similares suele ser menor debido a la logística de los proyectos (Lira-Torres et al., 2014; Pinto de Sá Alves y Andriolo, 2005; Srbek-Araujo y García, 2005).

La densidad de ocelotes obtenida en este estudio fue calculada mediante 2 métodos, el primero fue por CAPTURE y el segundo por SPACECAP (Tabla 7). El método de CAPTURE ha sido utilizado históricamente desde 1978 cuando fue propuesto por Otis, Burnham, White y Anderson en la monografía “*Statistical Inference from Capture Data on Closed Animal Populations*” para *The Wildlife Society*. Numerosos autores han utilizado desde entonces CAPTURE en trabajos relacionados a la estimación de densidad en poblaciones de fauna silvestre (Karanth, 1995; Dillon y Kelly, 2008; Monterrubio et al., 2017). Sin embargo, CAPTURE posee limitaciones cuando se le

compara con métodos modernos de estimación de densidades como lo es SPACECAP. Una de estas limitaciones es el supuesto de población cerrada, el cual solo permite al investigador analizar como máximo 98 días de muestreo (Carvajal-Villareal, 2016). Por estos motivos CAPTURE tiende a sobreestimar el tamaño real de la densidad de las poblaciones cuando no se cumple con el supuesto de población cerrada (Carvajal-Villareal, 2016). Por otro lado, SPACECAP, el cual fue lanzado en febrero de 2010 es un programa que trabaja con datos de captura-recaptura (e.g. capturas de foto-trampeo) usando modelos bayesianos espacialmente explícitos. Este método nos permite incorporar información espacial con la que normalmente se cuenta en los estudios de densidades mediante foto-trampeo, y la cual no se utiliza por el método de CAPTURE, logrando así un mejor uso de los datos de campo. Otra ventaja de SPACECAP es que posee menos limitantes en cuanto al período máximo de tiempo de datos a analizar, ya que no supone una población cerrada. El método de SPACECAP incorpora mayor información de los datos de campo como son los centros de actividad, la geolocalización de las estaciones de muestreo, el conocimiento sobre el tiempo activo real de las estaciones durante el periodo de muestreo, así como el movimiento geográfico de los individuos registrados en más de una estación. Por todo lo anterior, en este estudio se reporta la densidad calculada por SPACECAP como la más adecuada para los datos de campo, además de ser esta más conservadora con respecto a lo estimado por CAPTURE.

La prueba de validación para población cerrada realizada por CAPTURE fue significativa, por lo que los datos de campo no se ajustan al supuesto de población cerrada. Lo anterior no es sorprendente si consideramos el amplio periodo de muestreo y la baja probabilidad de captura de los individuos en nuestro estudio. Por otro lado, se ha demostrado que la violación al supuesto de población cerrada no altera significativamente la estimación de la población cuando se trata de mamíferos con ciclos de vida mayores a 39 semanas (Dupont et al., 2019). Al utilizar el método de SPACECAP, el usuario debe definir el valor del parámetro “*data augmentation value*”, el cual representa un límite máximo para la población en estudio y el cual es definido de manera arbitraria. Aunque este valor es arbitrario, la recomendación es que sea entre 5 y 10 veces el número de individuos conocidos en el estudio (Royle et al. 2009b). En nuestro análisis se definió este límite máximo con el valor de 510 individuos de ocelote

(10 veces el número de individuos identificados en el estudio), ya que es lo más utilizado en estudios similares y lo que se reportó en estudios de ocelote en la Selva Lacandona (De la Torre et al., 2016) y en Sierra de Tamaulipas (Carvajal-Villareal, 2016). Sin embargo, en un análisis posterior en SPACECAP se definió el parámetro en 5 veces el número de individuos identificados y se obtuvo una densidad calculada 66.4 individuos/100km<sup>2</sup>. Esta densidad sigue estando muy por encima de otras densidades reportadas en México y en otros países del continente americano.

El aporte científico, sobre el estudio de las poblaciones de ocelote no es tan extenso en comparación a otros grandes felinos del nuevo mundo como el jaguar o el puma. En Sudamérica destacan los trabajos de Mosquera (2011) en Ecuador con una densidad de 149 individuos/100km<sup>2</sup>. La cual es la densidad más alta reportada en el continente americano para la especie. Y Kolowski y Alonso (2010) con una densidad de 94.7 individuos/100km<sup>2</sup>. Otros estudios que reportan una densidad poblacional mayor a la media reportada son Perú, donde Emmons (1988) reporta 80 individuos/100km<sup>2</sup>. Y Brasil con una densidad de 66.4 individuos/100km<sup>2</sup> (Trolle y Kery, 2003). Con los resultados del presente estudio México se posiciona entre los países con densidades más altas para el ocelote a lo largo de su distribución geográfica (Tabla 8).

Tabla 8. Densidades de ocelote (*Leopardus pardalis*) reportadas en América.

País	Área de Estudio	Densidad (100km <sup>2</sup> )	Referencia
Ecuador	Estación de Biodiversidad Tiputini	149	Mosquera, 2011
Perú	Amazonia peruana cerca de la frontera con Ecuador	94.7	Kolowski y Alonso, 2010
México	APFFLMDRB	91.5	Presente estudio
Perú	Parque Nacional Manu	80	Emmons, 1988
Brasil	Mato Grosso do Sul	66.4	Trolle y Kery, 2003
Panamá	Parque Nacional Darién	60	Moreno y Bustamante, 2009
Colombia	Corpoguavio	46.57	Valderrama, 2013
Bolivia	Río Hondo Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi	40.5	Ayala <i>et al.</i> , 2013
EUA	Lower Río Grande Valley of Texas	30	Haines <i>et al.</i> , 2005
Bolivia	Parque Nacional Kaa-Iya	24	Maffei <i>et al.</i> , 2005
Belice	Occidente de Belice	20.75	Dillon, 2007
EUA	Laguna Atascosa National Wildlife Refuge	9	Sternberg y Mays, 2011
Argentina	Atlantic Forest of Misiones	4.96	Di Bitteti, 2008

Las densidades de ocelotes reportadas para México son variables en comparación con las reportadas en estudios realizados en Sudamérica, aunque los estudios en México son escasos para la especie (Tabla 9). Las densidades estimadas en este estudio contrastan con la hipótesis propuesta por Di Bitteti y colaboradores, (2008) que propone que las densidades de las poblaciones de ocelote disminuyen conforme estas se alejan del ecuador. Este contraste puede atribuirse a la ausencia de depredadores de mayor tamaño que el ocelote en el área de estudio como el jaguar, así como la baja presencia de otros carnívoros competidores (e.g. *Puma concolor*, *Lynx rufus*, *Canis latrans*). Por otro lado, el área de estudio presentó una buena calidad de hábitat y estado de conservación, lo que

se traduce en la gran variedad y disponibilidad de presas en esta región para el ocelote al ser este un carnívoro generalista (Sunquist y Sunquist, 2002). Otro factor es el aislamiento de la zona de estudio y la poca actividad humana registrada en la zona, siendo la ganadería a libre pastoreo de las únicas realizadas y que, al no ser intensiva, constituye poca presencia humana.

Tabla 9. Densidades de ocelote (*Leopardus pardalis*) reportadas en México entre los años 2014 a 2017.

Estado	Área de Estudio	Densidad (100km <sup>2</sup> )	Referencia
Tamaulipas	APFFLMDRB	91.5	Presente estudio
Oaxaca	Los chimalapas	38.0	Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2014
Michoacán	Costa del Pacifico	23.7	Monterrubio-Rico <i>et al.</i> , 2017
Tamaulipas	Sierra de Tamaulipas	21.9	Carvajal-Villareal, 2016
San Luis Potosí	Sierra Abra-Tanchipa	18.0	Martínez-Hernández <i>et al.</i> , 2015
Quintana Roo	Norte del Estado	14	Torres-Romero <i>et al.</i> , 2017
Quintana Roo	El Edén	13.8	Ávila-Nájera <i>et al.</i> , 2015
Chiapas	Selva Lacandona	12.9	De la Torre y Arrollo-Gerala, 2016
Oaxaca	Sierra Norte de Oaxaca	7.8	Pérez-Irineo <i>et al.</i> , 2017
Sonora	Northern Jaguar Reserve	0.95	Gómez-Ramírez <i>et al.</i> , 2017

Pocos estudios enfocados en la densidad poblacional del ocelote, discuten sobre la relación de sexos entre los individuos identificados en dichos estudios. En este estudio los registros para machos fueron igualitarios con respecto a los efectuados para hembras, con una relación 1:1 en ecosistema de matorral tamaulipeco sin presencia de jaguar. Existen otros estudios realizados en México que igualan la relación 1:1. Ávila-Nájera et al. (2015) en Quintana Roo reportaron una relación de 1:1 en ecosistema de bosque tropical subcaducifolio, con presencia de otros felinos como jaguar y puma; mientras que Pérez-Irineo y Santos-Moreno (2014) en Oaxaca también reportan una relación de

sexos 1:1 en ocelote en ecosistema de bosque tropical húmedo con presencia de jaguar y puma. En contraste Martínez-Hernández et al. (2015) en Sierra del Abra-Tanchipa, San Luis Potosí reportaron una relación de sexos de 10:1, es decir solo una hembra por cada 10 machos registrados en el estudio en un ecosistema de selva baja caducifolia con presencia de jaguar y puma.

La estructura de edades de los ocelotes durante el estudio claramente estuvo orientada hacia los ejemplares adultos con un 78.43% (n=40), con una baja presencia de juveniles y crías, lo que sugiere que es una población estable. Lo anterior también sugiere que la población se encuentra en su límite de carga o muy cercana a este (Morláns, 2004). Por otro lado, en una población de ocelotes, los machos jóvenes tienen la tendencia de salir de su ámbito hogareño natal a los 20 – 26 meses de edad para buscar un territorio de caza y reproducción propio, por lo que en una población estable se estima encontrar un número menor de jóvenes en comparación al número de adultos (Sunquist y Sunquist, 2002). Asimismo, la tasa de mortalidad en adultos puede ser baja debido a la ausencia de otros depredadores que funcionen como competidores y por la ausencia de caza por humanos en la zona (Sanderson y Watson, 2011). La tasa de mortalidad de los jóvenes puede aumentar por la competencia intra-específica y la presión de ocelotes adultos dominantes (Aranda, 2005; Sunquist y Sunquist, 2002; Sanderson y Watson, 2011).

Los ocelotes en el área de estudio presentaron un patrón de actividad principalmente nocturno, lo que concuerda con numerosos estudios que reportan actividad primordialmente nocturna para la especie. En el estudio realizado en la Sierra del Abra-Tanchipa en San Luis Potosí, Martínez-Hernández et al. (2015) reporta mediante fototrampeo que el pico de actividad del ocelote ocurrió en el denominado periodo nocturno, a las 20:00 y 2:00 horas del ciclo. Torres-Romero et al. (2017), reporta la actividad de ocelotes en Quintana Roo por sexos, siendo nocturno para machos y hembras con picos 20:00 – 22:00 y 2:00 – 4:00 respectivamente. En otros estudios en Sudamérica se reportan patrones de actividad nocturnos, similares a los presentados en México. En Argentina se reportó actividad nocturna en machos con un

pico a las 22:00 horas (Di Bitetti et al., 2006). En Bolivia se presentó su pico de actividad a las 23:00 horas (Ayala et al., 2013). En Guatemala la actividad fue primordialmente nocturna a las 20:00 (Palomo-Muñoz et al. 2014). En Panamá se registraron 2 picos de actividad de importancia uno de estos, nocturno y el segundo crepuscular de acuerdo a nuestro criterio, 22:00 y 5:00 respectivamente (Moreno y Bustamante, 2009). Todos estos estudios utilizaron el fototrampeo y destacan el comportamiento nocturno de la especie, independiente del hábitat donde se encuentre o la presencia de otros carnívoros competidores como el jaguar o el puma. La actividad de los carnívoros está fuertemente ligada a la actividad de sus presas potenciales y esto no cambia en el caso del ocelote (Emmons, 1987). Por lo tanto, los diferentes picos de actividad que presenta el ocelote durante el ciclo de 24hrs pueden explicarse debido a dos factores. Primero, por la disposición de presas en un periodo nocturno, así como para evitar las altas temperaturas en las horas diurnas del día (Sunquist y Sunquist, 2002). Segundo, la poca presencia de actividades humanas en los sitios y sus alrededores de las estaciones de foto-trampeo con solamente incursiones esporádicas por pescadores de la zona.

Existe una población de ocelotes en el condado de Cameron, Texas, EUA; la cual se encuentra amenazada por diversos factores. Se han realizado diferentes estudios en dicha población, encontrando que una de las principales causas de muerte es el atropello por vehículos, representando hasta un 35% de las muertes de ocelote registradas en el área (Haines et al., 2005). Lo anterior se debe principalmente a el comportamiento sexual de la especie, ya que cuando el macho alcanza la madurez sexual este recorre grandes distancias a partir de su ámbito hogareño natal para establecer su propio territorio el cual suele solaparse con el de varias hembras (Sunquist y Sunquist, 2002). Otras causas de mortalidad identificadas son enfermedades parasitarias, la perdida de hábitat, así como el aislamiento de las poblaciones por causas antropogénicas (Haines et al., 2005; Pence, 2003). Sin embargo, los problemas genéticos juegan un papel importante en la conservación de esta población debido al aislamiento, y posiblemente el más importante para la especie a largo plazo. Por lo anterior, se ha propuesto que es necesario introducir nuevos genes al pool genético de las poblaciones de ocelote en Texas (Janecka et al., 2014). La robusta densidad poblacional encontrada en nuestra área

de estudio junto con la cercanía y el parentesco genético entre las poblaciones del sur de Texas y la costa de Tamaulipas (Janecka et al., 2011), posiciona a la población de ocelotes de la región de la Laguna Madre como la más indicada para la translocación de ejemplares para aumentar la variabilidad genética de las poblaciones de Texas.

## 9. CONCLUSIONES

La técnica del fototrampeo como herramienta en combinación con modelos de captura-recaptura, así como modelos espacialmente explícitos de captura-recaptura, son un método eficaz para la evaluación de la población de ocelotes del APFFLMDRB en Tamaulipas, logrando identificar de manera precisa individuos de la especie, así como para establecer los patrones de actividad, y para estimar la abundancia y densidad de los mismos.

Los resultados de este estudio, muestran que la densidad poblacional del ocelote en el área de la Laguna Madre en Tamaulipas, México, es la más alta densidad registrada en comparación con otros estudios realizados hasta la fecha en México, así como una de las poblaciones de ocelote con mayor densidad dentro de los límites de su distribución geográfica. La ausencia en su totalidad del jaguar (*Panthera onca*) y la baja presencia de puma (*Puma concolor*) en el área de estudio, puede explicar el alto número de ocelotes registrados en el presente estudio. No existen estudios sobre la distribución del ocelote en el noreste de México, por lo que es recomendable extender los esfuerzos de monitoreo más allá de nuestra área de estudio y hacia el norte de la misma, así como de establecer medidas adicionales de protección de esta población de ocelotes para asegurar su conservación a largo plazo.

A pesar de la presencia casi nula de personas en el área de estudio, así como de la poca interacción con otros depredadores como el puma, el ocelote mantiene una marcada predilección por las horas nocturnas, presentando picos de actividad en horas de obscuridad, lo que sugiere que su actividad se rige principalmente por las presas de las que se alimenta. La estructura poblacional del ocelote en el área de estudio, estuvo compuesta mayoritariamente de ejemplares en etapa adulta, con la mínima presencia de crías, por lo que se puede considerar como una población estable que se encuentra en su límite de capacidad de carga.

El buen estado de conservación del hábitat, la ausencia del jaguar, poca presencia de otros depredadores, y la poca presión humana, son posiblemente las razones de la alta densidad de ocelotes en el área de estudio, la cual representa la fuente más adecuada de

individuos de ocelote para realizar translocaciones para futuras reintroducciones y para el rescate genético de las poblaciones en Texas.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Aranda, J.M. (1991). Felinos de México: estado actual del conocimiento y conservación. In Felinos de Venezuela: Biología, Ecología y Conservación (eds. Anónimo), FUDECY, Valencia, Venezuela. pp. 175–186.
- Aranda, M. (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México (No. C/599 A7). Xalapa. Instituto de Ecología. 2000. ix, pp. 207-212
- Aranda, M. (2005). *Leopardus pardalis*. In Los Mamíferos Silvestres de México (eds. G. Ceballos y G. Oliva), FCE/CONABIO, México City, México. pp. 359–361.
- Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Lazcano-Barrero, M. A., Pérez-Elizalde, S., y Alcántara-Carbajal, J. L. (2015). Estimación poblacional y conservación de felinos (Carnivora: Felidae) en el norte de Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical, 63(3), 799-813.
- Azlan, J. M., y Sharma, D. S. (2006). The diversity and activity patterns of wild felids in a secondary forest in Peninsular Malaysia. Oryx, 40(1), 36-41.
- Ayala, G., Viscarra, M. E., y Wallace, R. (2013). Densidad y patrones de actividad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en Río Hondo, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz, Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, (28).
- Bárcenas, H., Zarza, H. y Rivera-Téllez, E. (2007). Ficha técnica de *Leopardus pardalis*. En: Medellín, R. A. (compilador). Los mamíferos mexicanos incluidos en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2001 y aquellos contenidos en los Apéndices I y II de la CITES. Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres, Instituto de Ecología, UNAM. Bases de datos SNIBCONABIO. Proyecto No. DK001. México, D.F.
- Briones-Salas, M. A., Lira-Torres, I., Carrera-Treviño, R., y Sánchez-Rojas, G. (2016). Abundancia relativa y patrones de actividad de los felinos silvestres en la selva de los Chimalapas, Oaxaca, México. Therya, 7(1), 123-134.

- Brown, D.E. (1990). The Ocelot. Audubon Wildlife Report 1989/1990, 421–433. San Diego, California, USA: Academic Press INC.
- Carrera-Treviño, R., Lira-Torres, I., Martínez-García, L., y López-Hernández, M. (2016). El jaguar *Panthera onca* (Carnivora: Felidae) en la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, Tamaulipas, México. Revista de biología tropical, 64(4), 1451-1468.
- Caso, A. (1994). Home range and habitat use of three Neotropical carnivores in northeast Mexico. MSc thesis. Texas A&M University, Kingsville, USA.
- Carvajal-Villarreal, S. (2016). Selected ecological patterns and distribution of five sympatric felids in northeastern Mexico, Doctoral dissertation, Texas A&M University-Kingsville.
- Chávez, C., Ceballos, G., Medellín, R., y Zarza, H. (2007). Primer censo nacional del jaguar. Ceballos, G, C. Chávez, R. List y H. Zarza (editores), 133-141.
- De la Torre, J. A., Arroyo-Geralta, P., y Torres-Knoop, L. (2016). Densidad y patrones de actividad del ocelote en la selva Lacandona. Therya (7):257-269.
- Dillon, A., y Kelly, M. J. (2007). Ocelot *Leopardus pardalis* in Belize: the impact of trap spacing and distance moved on density estimates. Oryx, 41(4), 469-477.
- Dillon, A., y Kelly, M. J. (2008). Ocelot home range, overlap and density: comparing radio telemetry with camera trapping. Journal of Zoology, 275(4), 391-398.
- Di Bitetti, M. S., Paviolo, A., y De Angelo, C. (2006). Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. Journal of Zoology, 270(1), 153-163.
- Di Bitetti, M. S., Paviolo, A., De Angelo, C. D., y Di Blanco, Y. E. (2008). Local and continental correlates of the abundance of a neotropical cat, the ocelot (*Leopardus pardalis*). Journal of Tropical Ecology, 24(2), 189-200.
- Di Bitetti, M. S., C. D. De Angelo, Y. E. Di Blanco, y A. Paviolo. (2010). Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. Acta Oecologica 36:403–412.

- Dupont, P., Milleret, C., Gimenez, O., y Bischof, R. (2019). Population closure and the bias-precision trade-off in spatial capture–recapture. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(5), 661-672.
- Eizirik, E., Bonatto, S. L., Johnson, W. E., Crawshaw Jr, P. G., Vié, J. C., Brouset, D. M., ... y Salzano, F. M. (1998). Phylogeographic patterns and evolution of the mitochondrial DNA control region in two Neotropical cats (Mammalia, Felidae). *Journal of Molecular Evolution*, 47(5), 613-624.
- Emmons, L. H. (1987). Comparative feeding ecology of felids in a Neotropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 20:271.283.
- Emmons, L. H. (1988). A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. *Rev. Ecol. (Terre vie)* 43: 133-157.
- Emmons, L. H., P. Sherman, D. Bolster, A. Goldizen., J. Terborgh. (1989). Ocelot behavior in moonlight. In Advances in Neotropical mammalogy, ed. K. H. Redford and J. F. Eisenberg, 233 – 242. Gainesville, FL: Sandhill Crane Press.
- Enders, R. K. (1935). Mammalian Life Histories from Barrow Colorado Island, Panama. Pr. for the Museum.
- Espinosa-García, C. R., Martínez-Calderas, J. M., Palacio-Núñez, J., y Hernández-SaintMartín, A. D. (2014). Distribución potencial del coati (*Nasua narica*) en el noreste de México: implicaciones para su conservación. *Therya*, 5(1), 331-345.
- Fagen, R. M. y K. S. Wiley. (1978). Felid paedomorphosis with special reference to *Leopardus*. *Carnivore* 1: 72-81
- Geweke J. (1992). Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In: Berger JO, Bernardo JM, Dawid AP, Smith AFM (eds.), *Bayesian Statistics 4: Proceedings of the Fourth Valencia International Meeting*. Clarendon Press, Oxford, pp. 169–193.
- Gómez-Ramírez, M.A., Gutiérrez-González, C.E. y López-González, C.A. (2017). Ocelots thrive in a non-typical habitat of northwestern México. *Endangered Species Research*.32: 471-478.

Gopalaswamy, A. M., Royle, J. A., Hines, J. E., Singh, P., Jathanna, D., Kumar, N. S., y Karanth, K. U. (2012). Program SPACECAP: software for estimating animal density using spatially explicit capture–recapture models. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(6), 1067-1072.

Gopalaswamy, A. M., Royle A. J., M. E. Meredith, P. Singh, S. Jat hanna, Devcharan N. Kumar, y K. U. Karanth. (2015). SPACECAP - A Program to estimate animal abundance and density using bayesian spatially-explicit capture-recapture models. <https://cran.r-project.org/web/packages/SPACECAP/index.html>

Gray, T. N. E., y Prum, S. (2012). Leopard density in post-conflict landscape, Cambodia: Evidence from spatially explicit capture–recapture. *The Journal of Wildlife Management*, 76(1), 163-169.

Grigione, M. M., Burman, P., Bleich, V. C., y Pierce, B. M. (1999). Identifying individual mountain lions *Felis concolor* by their tracks: refinement of an innovative technique. *Biological conservation*, 88(1), 25-32.

Haines, A. M., Tewes, M. E., Laack, L. L., Grant, W. E., y Young, J. (2005). Evaluating recovery strategies for an ocelot (*Leopardus pardalis*) population in the United States. *Biological Conservation*, 126(4), 512-522.

Haines, A. M., Janecka, J. E., Tewes, M. E., Grassman Jr, L. I., y Morton, P. (2006). The importance of private lands for ocelot *Leopardus pardalis* conservation in the United States. *Oryx*, 40(1), 90-94.

Hamilton, W.D. (1967). "Extraordinary sex ratios". *Science*. 156 (3774): 477–488.

Hernández-Pérez, E., Reyna-Hurtado, R., Castillo Vela, G., Sanvicente López, M., y Moreira-Ramirez, J. F. (2015). Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a petenes del noroeste de la península de Yucatán, México. *Therya*, 6(3), 559-574.

INEGI. (1983). Síntesis geográfica del Estado de Tamaulipas. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. Tamaulipas, México.

Inskip, T., y S. Wells. (1979). The international wildlife trade. Press Briefing Document 16, produced by Earthscan, a media information unit on global environment issues. 10 Percy street, London W1P 0DR, England.

Janečka, J. E., Tewes, M. E., Laack, L. L., Caso, A., Grassman Jr, L. I., Haines, A. M., ... y Honeycutt, R. L. 2011. Reduced genetic diversity and isolation of remnant ocelot populations occupying a severely fragmented landscape in southern Texas. *Animal Conservation*, 14(6), 608-619.

Janečka, J. E., Tewes, M. E., Laack, L., Caso, A., Grassman, L. I., y Honeycutt, R. L. (2014). Loss of genetic diversity among ocelots in the United States during the 20th century linked to human induced population reductions. *PloS one*, 9(2)-

Karanth, K. U. (1995). Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture—recapture models. *Biological conservation*, 71(3), 333-338.

Karanth, K. U., y Nichols, J. D. (1998). Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79(8), 2852-2862.

Kelly, M. J., Noss, A. J., Di Bitetti, M. S., Maffei, L., Arispe, R. L., Paviolo, A., ... y Di Blanco, Y. E. (2008). Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina, and Belize. *Journal of Mammalogy*, 89(2), 408-418.

Koford, C. B. (1973). Spotted cats in Latin America: An intern report. *Oryx* 12: 37-39.

Kolowski, J. M., y A. Alonso. (2010). Density and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in northern Peru and the impact of oil exploration activities. *Biological Conservation* 143:917–925.

Laack, L. L. (1991). Ecology of the ocelot (*Felis pardalis*) in south Texas. Master's thesis, Texas A & I University, Kingsville.

Laack, L. L., Tewes, M. E., Haines, A. M., y Rappole, J. H. (2005). Reproductive life history of ocelots *Leopardus pardalis* in southern Texas. *Acta Theriologica*, 50(4), 505-514.

Leopold, A. S. 81959). Fauna Silvestre de México. Universidad de California. Pax-México. 608pp.

Leopold, A. S. (1977). Fauna silvestre de México. Aves y mamíferos. (2<sup>a</sup> ed.). México: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.

Lira-Torres, I., Briones-Salas, M., y Sánchez-Rojas, G. (2014). Abundancia relativa, estructura poblacional, preferencia de hábitat y patrones de actividad del tapir centroamericano *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae), en la Selva de Los Chimalapas, Oaxaca, México. Revista de Biología Tropical, 62(4), 1407-1419.

Long, R. A., P. MacKay, W. J. Zielinski, y J. C. Ray, editors. (2008). Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press, Washington, DC

López, N. (2010). Evaluación preliminar de la distribución y abundancia relativa de mamíferos silvestres en el santuario de fauna y flora de Otún Quimbaya mediante el uso de cámaras trampa. Facultad de Ciencias, Bogotá. Colombia

Ludlow M.E. y Sunquist M.E. (1987). Ecology and behavior of ocelots in Venezuela. Nat. Geog. Res. 3(4), 447-461.

Maffei, L., A. J. Noss, E. Cuellar, y D. I. Rumiz. (2005). Ocelot (*Felis pardalis*) population densities , activity, and ranging behavior in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. Journal of Tropical Ecology 21:1-6.

Martínez-Calderas, J. M., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Martínez-Montoya, J. F., Olmos-Oropeza, G., y Tarango-Arámbula, L. A. (2015). Potential distribution of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in Northeastern Mexico. Therya, 6(3), 545-558.

Martínez-Hernández, A., Rosas-Rosas, O. C., Clemente-Sánchez, F., Tarango-Arámbula, L. A., Palacio-Nunez, J., Bender, L. C., y Herrera-Haro, J. G. (2015). Density of threatened ocelot *Leopardus pardalis* in the Sierra Abra-Tanchipa Biosphere Reserve, San Luis Potosí, Mexico. Oryx, 49(4), 619-625.

Martínez J. (2011). Distribución del ocelote (*Leopardus pardalis*) en San Luis Potosí, México. Rev. Mex. Biodiv. [online]. 2011, vol.82, n.3, pp.997-1004. ISSN 2007-8706.

- Martins, S, James, J, Sanderson, S, Silva, J. (2006). Monitoring mammals in the Caxiuana National Forest, Brazil – First results from the Tropical Ecology, Assessment and Monitoring (TEAM) program. *Biodiversity Conservation*; 16:857–870
- McMahan. L. (1983). Cat skin trade shifts to smaller species. *Traffic (USA)* 5: 3-5
- McMahan. L. R. (1986). The international cat trade. In cats of the world: Biology, conservation and management, ed. S. D. Miller y D. D. Everett, 461-468. Washington, DC: National Wildlife Federation.
- Medellín, R., Azuara, D., Maffei, L., Zarza, H., Bárcenas, H., Cruz, E., y Ávila, S. (2006). Censos y monitoreo. El jaguar mexicano en el siglo xxi: Situación actual y manejo, 25-35.
- Miranda, F., y Hernández, E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Botanical Sciences*, (28), 29-179.
- Monterrubio-Rico, T. C., Charre-Medellín, J. F., Pérez-Martínez, M. Z., y Mendoza, E. (2018). Use of remote cameras to evaluate ocelot (*Leopardus pardalis*) population parameters in seasonal tropical dry forests of central-western Mexico. *Mammalia*, 82(2), 113-123.
- Moreno, R., y Bustamante, A. (2009). Datos ecológicos del ocelote (*Leopardus pardalis*) en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá; utilizando el método de cámaras trampa. *Tecnociencia*.
- Morláns, C., y María, B. (2014). Introducción a la ecología de poblaciones. Editorial Científica Universitaria - Universidad Nacional de Catamarca ISSN: 1852-3013
- Mosquera D. (2011). Estimación de densidades de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en la Amazonía ecuatoriana a través de análisis captura-recaptura, trampas cámara y sistemas de información geográfica (Tesis de grado). Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Murray, J. L. y Gardner, G. L. (1997). *Leopardus pardalis*. Mammalian Species (American Society of Mammologist's) (548): 1-10.

Nichols, J. D. y B. K. Williams. (2006). Monitoring for conservation. Trends in Ecology and Evolution 21:668–673

Norwine, J., R. Bingham, Zepeda, R. V. (1977). Twentieth-century semi-arid and subhumid climates of Texas and northeastern Mexico. Norwine, J.(ed.). Climate and Human Ecology. Houston: D. Armstrong Co.

Nowak, R. M. (1991). Walker's mammals of the world. Vol2. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

O'Brien, T. G. (2011). Abundance, density and relative abundance: a conceptual framework. In Camera traps in animal ecology (pp. 71-96). Springer, Tokyo.

O'Connell, A. F., Nichols, J. D., y Karanth, K. U. (Eds.). (2010). Camera traps in animal ecology: methods and analyses. Springer Science y Business Media.

Otis, D. L., Burnham, K. P., White, G. C., y Anderson, D. R. (1978). Statistical Inference from Capture Data on Closed Animal Populations. Wildlife Monographs, 62(62), 3–135. <https://doi.org/10.2307/2287873>

Palomo-Muñoz, G., Garcia-Anleu, R., Ponce-Santizo., y Moreira-Ramírez, J. F. (2014). Abundancia, densidad y patrones de actividad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) utilizando trampas cámara en el Biotopo Protegido Dos lagunas, Petén, Guatemala. Revista 29 de la Universidad del Wulle de 6ug temolu, 39.

Palomo-Muñoz, G., García-Anleu, R., Ponce-Santizo., y Moreira-Ramírez, J. F. (2014). Abundancia, densidad y patrones de actividad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) utilizando trampas cámara en el Biotopo Protegido Dos lagunas, Petén, Guatemala. Revista 29 de la Universidad del Wulle de 6ug temolu, 39.

Pence, D. B., Tewes, M. E., y Laack, L. L. (2003). Helminths of the ocelot from southern Texas. Journal of Wildlife Diseases, 39(3), 683-689.

- Pérez-Irineo, G., y Santos-Moreno, A. (2014). Density, distribution, and activity of the ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) in Southeast Mexican rainforests. Revista de Biología Tropical, 62(4), 1421-1432.
- Pérez-Irineo, G., Santos-Moreno, A., y Hernández-Sánchez, A. (2017). Density and activity pattern of *Leopardus wiedii* and *Leopardus pardalis* at Sierra Norte of Oaxaca, Mexico. Therya, 8(3), 217-222.
- Pinto de Sá Alves, L. C. y Andriolo, A. (2005). Camera traps used on the mastofaunal survey of Araras Biological Reserve, IEF-RJ. Revista Brasileira Zootecnia, 2, 231-246.
- Roland, W., y Keith, M. (2008). Non Invasive survey Methods for Carnivores, Island Press Chapter 5: pag 110-140.
- Royle, J. A., J. D. Nichols, K. U. Karanth, y A. Gopalaswamy. (2009a). A hierarchical model for estimating density in camera-trap studies. Journal of Applied Ecology 46:118–127.
- Royle, J. A., K. U. Karanth, A. M. Gopalaswamy, y N. S. Kumar. (2009b). Bayesian inference in camera trapping studies for a class of spatial capture-recapture models. Ecology 90(11):3233-3244.
- Salvador, J., y S. Espinosa. (2015). Density and activity patterns of ocelot populations in Yasuní National Park, Ecuador. Mammalia. 79: DOI: 10.1515/mammalia-2014-0172
- Sanderson, J. G., y Watson, P. (2011). Small wild cats: The animal answer guide. JHU Press.
- Schmitz, O. J., Hambäck, P. A., y Beckerman, A. P. 2000. Trophic cascades in terrestrial systems: a review of the effects of carnivore removals on plants. The American Naturalist, 155(2), 141-153.
- SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010. México.

SEMARNAT. (2015). Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Ejército Nacional No. 223, Primera edición, diciembre 2015. México.

Seton, E. T. (1929). Lives of game animals. Vol.1 (Part 1), Cats, wolves, and foxes. Garden city, NJ: Doubleday, Doran.

Silver, S. C., Ostro, L. E., Marsh, L. K., Maffei, L., Noss, A. J., Kelly, M. J., ... y 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.

Srbek-Araujo, A. C. y García, A. (2005). Is camera trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 21, 121-125.

Srivaths, A., R. Parameshwaran, S. Sharma, y K. U. Karanth. (2015). Estimating population sizes of leopard cats in the Western Ghats using camera surveys. *Journal of Mammalogy* 96:742-750.

Sternberg, M. A., y Mays, J. L. (2011). Ocelot Survey in and Around Laguna Atascosa National Wildlife Refuge. US Fish and Wildlife Service, South Texas Refuge Complex, Alamo, Texas.

Sunquist, M., y Sunquist, F. (2002). *Wild cats of the world*. University of Chicago press.

Tewes, M. E., y Everett, D. (1986). Status and distribution of the endangered ocelot and jaguarundi in Texas. In: Miller SD, Everett DD, editors. *Cats of the World: Biology, Conservation, and Management* Washington, D.C.: National Wildlife Federation. 147–158.

Torres-Romero, E. J., Espinoza-Medinilla, E., Lazcano-Barrero, M. A., y Maffei, L. (2017). Ecology and conservation of ocelot (*Leopardus pardalis*) in Northern Quintana Roo, Mexico. *Therya*, 8(1), 11-18.

Trolle, M. y M. Kery. (2003). Estimation of ocelot density in the pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy*. 84 (2): 607-614.

Valderrama-Vásquez, C. (2013). Densidad de ocelote y abundancias relativas de ocelote y margay, usando datos de cámaras trampa en la cordillera oriental de los Andes colombianos. Grandes Felinos de Colombia.

Walker RS, Novarro AJ, Nichols JD. (2000). Consideraciones para la abundancia de poblaciones de mamíferos. Mastozoología Neotropical; 7(2): 73-80

Woodburne, M. O. (2010). The Great American Biotic Interchange: dispersals, tectonics, climate, sea level and holding pens. Journal of Mammalian Evolution, 17(4), 245-264.

Yoccoz, N. G., J. D. Nichols, and T. Boulinier. (2001). Monitoring of biological diversity in space and time. Trends in Ecology and Evolution 16:446–453

Zamora, J. (2012). Manual básico de fototrampeo: aplicación al estudio de los vertebrados terrestres. España. Tundra ediciones.

## Apéndice I. Catálogo de Ocelotes Identificados





Ocelote 9, Hembra



Ocelote 10, Hembra



Ocelote 11, Hembra



Ocelote 12, No identificado



Ocelote 13, Macho



Ocelote 14, No identificado



Ocelote 15, No identificado



Ocelote 16, Macho



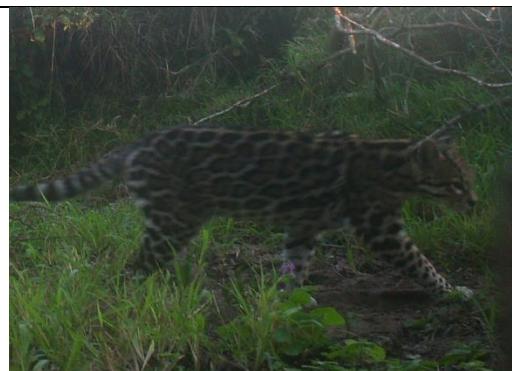
Ocelote 17, Macho



Ocelote 18, Macho



Ocelote 19, Hembra



Ocelote 20, Macho



Ocelote 21, Hembra



Ocelote 22, Macho



Ocelote 23, No identificado



Ocelote 24, Hembra



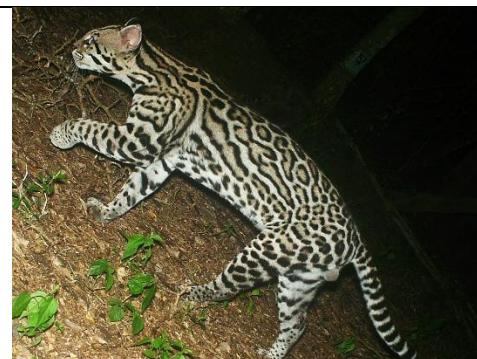
Ocelote 25, No identificado



Ocelote 26, Hembra



Ocelote 27, Hembra



Ocelote 28, Macho



Ocelote 29, Macho



Ocelote 30, No identificado

07.22.2017 22:39:37



Ocelote 31, Hembra



Ocelote 32, Macho



Ocelote 33, Macho



Ocelote 34, Macho



Ocelote 35, No identificado



Ocelote 36, No identificado



Ocelote 37, Hembra



Ocelote 38, Macho



Ocelote 39, No identificado



Ocelote 40, No identificado



Ocelote 41, Macho



Ocelote 42, Hembra



Ocelote 43, Macho



Ocelote 44, Hembra



Ocelote 45, Macho



Ocelote 46, No identificado



Ocelote 47, No identificado



Ocelote 48, No identificado



Ocelote 49, Hembra



Ocelote 50, Hembra



Ocelote 51, Hembra

## Apéndice II. Número de capturas por individuo, sitios de captura y distancia máxima recorrida por el individuo

Individuo	Sexo	Etapa de desarrollo	Foto-capturas	Sitios de Captura	Distancia Máxima Recorrida
01	Macho	Adulto	2	1	
02	Macho	Adulto	20	1,3,14,15,16	2.19km
03	Hembra	Adulto	16	1,15,16	1.67km
04	Hembra	Juvenil	10	3	
05	Hembra	Adulto	8	3	
06	Hembra	Adulto	9	3	
07	Macho	Adulto	4	3,14	1.66km
08	Macho	Adulto	3	5	
09	Hembra	Adulto	4	5	
10	Hembra	Adulto	1	5	
11	Hembra	Juvenil	2	5	
12	NI	Adulto	1	5	
13	Macho	Adulto	2	5	
14	Ni	Adulto	1	5	
15	Ni	Adulto	2	5	
16	Macho	Adulto	4	5	
17	Macho	Adulto	3	5	
18	Macho	Adulto	12	7,30	1.12km
19	Hembra	Adulto	9	7,30	1.12km
20	Macho	Adulto	3	11	
21	Hembra	Adulto	12	14	
22	Macho	Adulto	2	14	
23	Ni	Juvenil	1	14	
24	Hembra	Adulto	1	15	
25	NI	Adulto	1	15	
26	Hembra	Adulto	33	15,16	.93km
27	Hembra	Juvenil	19	15,16	.93km
28	Macho	Juvenil	17	15,16	.93km
29	Macho	Juvenil	2	15	
30	Ni	Adulto	1	16	
31	Hembra	Adulto	23	27,28	.74km
32	Macho	Adulto	22	27,28	.74km
33	Macho	Adulto	6	27,28	.74km
34	Macho	Adulto	2	27	
35	Macho	Adulto	2	27	

36	NI	Adulto	1	27	
37	Hembra	Adulto	1	27	
38	Macho	Adulto	19	29,32,33,34	2.22km
39	Ni	Adulto	1	29	
40	Ni	Adulto	1	29	
41	Macho	Juvenil	10	29,34	.92km
42	Hembra	Adulto	8	29,32,33	1.52km
43	Hembra	Adulto	31	29,32	1.52km
44	Ni	Adulto	23	29,34	.92km
45	Macho	Adulto	3	30	
46	NI	Adulto	1	31	
47	Ni	Juvenil	30	32,33	.86km
48	NI	Cría	4	32	
49	Hembra	Cría	1	33	
50	Hembra	Adulto	12	34	
51	Hembra	Juvenil	3	34	