



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE BIOLOGÍA

Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas

**“Factores que influyen en la presencia y abundancia del ocelote  
(*Leopardus pardalis*; Linnaeus, 1758) en Michoacán, México”**

Tesis que presenta

**Biol. Leticia Núñez-Landa**

Para obtener el grado de

**Maestra en Ciencias Biológicas en**

**Ecología y Conservación**

Director de Tesis

**Dr. Tiberio Cesar Monterrubio-Rico**



Mayo del 2023, Morelia, Michoacán

## AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis el Dr. Tiberio Monterrubio por brindarme la oportunidad de integrarme en el Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios (LVTP) para fortalecer y ampliar mis conocimientos académicos, por guiarme en la realización de este proyecto y por su infinita paciencia.

A mis sinodales el Dr. Felipe Charre Medellín, Dr. Leonel López Toledo, Dra. Yvonne Herrerías Diego y el Dr. Juan Manuel Ortega Rodríguez, por su tiempo y aportaciones para un mejor desarrollo de este trabajo.

A todos los que hicieron posible obtener los datos con los que se realizó este proyecto.

A mi familia por ser siempre los que me motivan a ser mejor y no rendirme.

A mi hermana Mari, por guiarme en los momentos difíciles y por su apoyo para desarrollarme mejor en lo académico.

A Saúl Piñón por compartir este proyecto desde el inicio y animarme en todo momento.

A la Facultad de Biología de la UMNSH por mi formación profesional.

A CONACYT por la beca 1106517 otorgada durante dos años de la maestría.

Al Programa Institucional de Posgrado de Ciencias Biológicas de la UMSNH, del área de Ecología y Conservación.



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCION GENERAL</b> .....	1
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	4
<b>OBJETIVOS</b> .....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos particulares.....	5
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	6
Ecorregiones de Michoacán de acuerdo a Olson et al. 2004.....	7
Regiones donde se desarrolló el muestreo.....	8
<b>DATOS DE FOTOTRAMPEO</b> .....	10
<b>CAPITULO I</b>	
<b>Estructura poblacional del ocelote (<i>Leopardus pardalis</i>) en Michoacán</b> .....	11
<b>RESUMEN</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>1.-INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>2.-OBJETIVOS</b> .....	19
2.1.-Objetivo general.....	19
2.2.-Objetivos particulares .....	19
<b>3.-HIPÓTESIS</b> .....	19
<b>4.-METODOLOGÍA</b> .....	20
4.1.-Análisis de datos de fototrampeo .....	20
4.2.-Estimación de índices de abundancia relativa (IAR).....	20
4.3.-Identificación de individuos .....	20
4.4.-Análisis de esfuerzo reproductivo y productividad .....	21
4.5.-Descripción del patrón de actividad .....	22
4.6.-Sobrelapamiento de actividad .....	22
<b>5.-RESULTADOS</b> .....	23
5.1.-Resultados generales .....	23
5.2.-Registros en las ecorregiones .....	24
5.3.-Análisis de productividad.....	26



5.4.-Patrón de actividad y traslape.....	29
<b>6.-DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>7.-CONCLUSIÓN .....</b>	<b>34</b>

## **CAPITULO II**

<b>Factores que influyen en la presencia y abundancia del ocelote.....</b>	<b>35</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>35</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>37</b>
<b>1.-INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>2.-OBJETIVOS .....</b>	<b>44</b>
2.1.-Objetivo general.....	44
2.2.-Objetivos particulares .....	44
<b>3.-HIPÓTESIS .....</b>	<b>44</b>
<b>4.-METODOLOGÍA.....</b>	<b>45</b>
4.1.-Esfuerzo de muestreo .....	45
4.2.-Porcentaje de uso de suelo .....	45
4.3.-Tasa de captura de depredadores, competidores y presas .....	46
4.4.-Determinación de territorios del ocelote .....	47
4.5.-Distancia a zonas urbanas .....	47
4.6.-Análisis de componentes principales.....	47
4.7.-Modelo de regresión múltiple .....	48
4.8.-Selección de variables.....	48
4.9.-Modelos de regresión múltiple .....	50
<b>5.-RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
5.1.-Esfuerzo de muestreo .....	51
5.2.-Porcentaje de uso de suelo en torno a sitios de muestreo .....	55
5.3.-Abundancia relativa de depredadores/ competidores y presas.....	58
5.4.-Presencia de presas .....	58
5.5.-Depredación y competencia .....	59
5.6.-Abundancia ocelote, presas y depredadores .....	59
5.7.-Distancia a zonas de asentamientos humanos .....	61
5.8.-Análisis de componentes principales.....	62



5.9.-Conglomerados por asociación .....	64
5.10.-Modelo de regresión lineal múltiple.....	64
5.10.1.-Modelo de regresión lineal múltiple .....	66
5.10.2.-Modelo regresión lineal múltiple para Hembras .....	67
5.10.3.-Modelo regresión lineal múltiple para Machos.....	69
5.10.3.1.-Modelo de regresión lineal múltiple presas y depredadores.....	71
<b>6.-DISCUSIÓN .....</b>	<b>72</b>
<b>7.-CONCLUSIÓN .....</b>	<b>79</b>
<b>8.-LITERATURA CITADA.....</b>	<b>80</b>

## APÉNDICES

I.-Parámetros reproductivos por cada proyecto de muestreo.....	91
II.-Tabla de hembras identificadas y clasificadas por su territorio.....	94
III.-Tabla de machos identificados y clasificados por su territorio. ....	98
IV.- Matriz de variables con efecto en la abundancia y presencia del ocelote .....	101
V.- Matriz con datos de los artículos revisados para explorar correlaciones .....	103
VI.-Parámetros regresiones simple con su ecuación final .....	107
VII.-Regresiones simples para cada variable candidata.....	108



## ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

### FIGURAS

1.-Localización geográfica del estado de Michoacán, INEGI .....	6
2.-Ecorregiones del estado de Michoacán y localidades muestreadas .....	9
3.-Ejemplo de ocelotes identificados por patrones de manchas.....	25
4.-Distribución de registros de hembras (H) y machos (M) por año. ....	26
5.-Distribución de la actividad del ocelote por sexo.....	29
6.-Esfuerzo de muestreo por paraje entre sitios de presencia y ausencia del ocelote del 2009-2018.....	51
7.-Relación observada entre el número de registros de ocelote con respecto al esfuerzo de muestreo durante el 2009 al 2018 .....	53
9.-Relación observada entre el número de individuos de ocelote con respecto al esfuerzo de muestreo durante el 2009 al 2018 .....	54
9.-Relación observada entre el número de registros de ocelote con respecto al número de individuos identificados durante el 2009 al 2018 .....	55
10.-Comparación del porcentaje de medias por tipo de cobertura con respecto a la presencia del ocelote.....	56
11.-Regresión entre abundancia de ocelote y el porcentaje de bosque .....	57
12.-Abundancias del ocelote y presas por proyecto 2010 a 2016, en Michoacán .....	59
13.-Abundancias del ocelote y depredadores por proyecto 2010 a 2016, en Michoacán.....	60
14.-Medianas de grupos de distancia a zonas urbanas con tasa de captura de ocelote.....	61
15.-Proyección en el plano factorial de los tres primeros componentes principales .....	62
16.-Representación 3D, de los tres primeros componentes principales .....	63

### CUADROS

1.-Distribución de esfuerzo y registros del ocelote entre periodo en Michoacán.....	24
2.-Distribución de esfuerzo y registros del ocelote en las ecorregiones de Michoacán .....	24
3.-Estructura y dinámica poblacional.....	27
4.-Esfuerzo y productividad 100/km <sup>2</sup> .....	28
5.-Variables utilizadas en el análisis de regresión múltiple .....	49



6.-Tasas de captura del <i>Leopardus pardalis</i> en presencia ausencia de depredadores, competidores y presas .....	58
7.-Matriz de componentes principales de las variables relacionadas con la abundancia del ocelote .....	64
8.-Matriz de conglomerados por asociación para las variables independientes .....	64
9.-Comparación de modelos de regresión lineal múltiple de abundancia general de ocelote basados en valores de criterio de información de Akaike (AICc) y Bayesiano (BIC) .....	65
10.-Parámetros del modelo de regresión lineal múltiple mejor ajustado de abundancia de ocelote en Michoacán .....	66
11.-Parámetros del modelo de regresión lineal múltiple que explica la abundancia de ocelote en base a la abundancia de presas específicas en Michoacán .....	67
12.-Comparación de modelos de regresión lineal múltiple para explicar la abundancia de ocelotes hembras identificadas basados en valores de criterio de información de Akaike (AICc) y Bayesiano (BIC) .....	68
13.-Parámetros del modelo de regresión lineal múltiple mejor ajustado de abundancia de hembras residentes en Michoacán.....	69
14.-Comparación de modelos de regresión múltiple de abundancia de ocelotes machos basados en valores del criterio de información de Akaike (AICc) y Bayesiano (BIC) de ocelote .....	70
15.-Parámetros del modelo de regresión lineal múltiple que mejor explica la abundancia de ocelotes macho residentes.....	71
16.-Parámetros del modelo de regresión lineal múltiple con mayor capacidad explicativa en relación a la abundancia de machos residentes con la abundancia de presas y depredadores .....	71



## INTRODUCCIÓN GENERAL

El fototrampeo proporciona información sobre ecología poblacional de la fauna silvestre, por lo que en los últimos años se ha estudiado como factores ambientales se asocian a la presencia o ausencia de estas (O' Connell et al. 2011). Esta metodología es más precisa ya que permite en algunas especies la identificación de individuos mediante rasgos únicos (Dillon y Kelly, 2008), permitiendo calcular parámetros poblacionales como abundancia, densidad, que permite entender la dinámica de las poblaciones y su variación con el tiempo y el espacio, y que factores bióticos y abióticos influyen (Walker et al. 2000). Mediante la estimación de abundancia es posible entender patrones macro ecológicos, y relaciones interespecíficas e intraespecíficas que facilitan diseñar acciones de conservación (Palomo-Muñoz, 2015). El ocelote es considerado especie clave o bandera para la conservación de ecosistemas (Moreno et al. 2006), al contribuir en la regulación del tamaño poblacional de sus presas. Sin embargo, son vulnerables por lo pequeño de sus poblaciones, su baja tasa de reclutamiento, y afectación por la fragmentación del hábitat y actividades antropogénicas (González et al. 2003). En su extensa distribución el tamaño poblacional varía entre regiones (Brown, 1984). Por ejemplo, se ha visto que la abundancia del ocelote puede variar dependiendo del hábitat donde se encuentre, de  $1.8 \pm 1.5$  individuos/100km<sup>2</sup> en matorrales y bosques secundarios (Garrote et al. 2019), 46.6 individuos/100km<sup>2</sup> en los Andes (Valderrama-Vásquez, 2013), 20.4 individuos/100km<sup>2</sup> en el Amazonas (Payan, 2009), en ambientes semiáridos como el noroeste de Brasil se ha registrado a  $3.16 \pm 0.46$  individuos/100km<sup>2</sup> (Penido et al. 2016) y en Sonora, México se ha registrado  $2.02 \pm 0.13$  individuos/100km<sup>2</sup> (Gómez-Ramírez et al. 2017).

La abundancia es afectada por factores bióticos y abióticos como la disponibilidad de recursos, condiciones ambientales e interacciones bióticas y es una respuesta de la población a lo idóneo un sitio en satisfacer sus requerimientos para sobrevivir y reproducirse (Maguire, 1973; VaDerWal et al. 2009). Un problema central para la sobrevivencia del ocelote es el cambio en el uso del suelo, esencialmente por la apertura de áreas de cultivo o áreas destinadas a la ganadería (Janecka et al. 2007). A esto se le suma la escasa información sobre las características reproductivas del ocelote, por lo que dificulta examinar su viabilidad (Tewes, 1986). Aunque se sabe que el ocelote es un felino que se reproduce todo el año (Nowell y Jackson, 1996), presentan una baja fecundidad, una



gestación prolongada y un crecimiento lento de las crías, se cree que estas características son el resultado de adaptaciones a las bajas tasas de adquisición de energía (Emmons, 1988). Para los ocelotes en la región neártica se ha reportado tasas de adquisición de energía más altas dando como resultado una productividad más alta en comparación con los ocelotes del Neotrópico (Laack et al. 1991; Satter et al. 2017). Además, son pocos los estudios que han estimado parámetros como supervivencia, reclutamiento y la tasa de crecimiento de la población. Por ejemplo, en México la supervivencia se estimó en más de tres años (Gómez-Ramírez et al. 2017), en Texas en solo un año (Haines et al. 2006), y por último en Belice de siete a 12 años (Satter, 2017; Satter et al. 2019). Sin embargo, se desconoce qué tan consistentes son estos parámetros entre hábitats y regiones en que habita el ocelote, en especial en bosques tropicales estacionales del oeste de México.

Las áreas protegidas deben conservar la biodiversidad y proporcionar a las especies libertad, pero con la expansión de las poblaciones humanas, se ha visto la necesidad de incrementar el número de áreas protegidas y localizar los sitios con poblaciones viables (González et al. 2003).

Aunque el estudio sobre la ecología del ocelote en México se incrementó durante la última década (Torres-Romero, 2009; Silva-Magaña and Santos-Moreno, 2020), en la mayoría de estudios los parámetros estimados han sido densidad (mediante distintos modelos de captura-recaptura), uso de hábitat, abundancia y su radio sexual (Ávila-Nájera et al. 2015; Gómez-Ramírez, 2017; Silva-Magaña and Santos-Moreno, 2020). Además, se han desarrollado principalmente en áreas protegidas o grandes extensiones de bosques prístinos del sur de México, en donde predominan bosques tropicales perennifolios y bosques mesófilos de montaña (Ávila -Nájera et al. 2015; De la Torre et al., 2016, Silva-Magaña and Santos-Moreno, 2020).

A lo largo de la vertiente del pacífico en el oeste de México, poblaciones de ocelote habitan bosques tropicales estacionales, como los tropicales subcaducifolios (selvas medianas) y tropicales caducifolios (selvas bajas y selvas secas), las cuales representan el 14% del territorio del país (Ceballos y Valenzuela, 2010). Sin embargo, poco esfuerzo de investigación se ha enfocado en conocer la ecología y dinámica poblacional del ocelote en



esta diversa región (Fernández, 2001; López-González et al. 2003; Charre-Medellín et al. 2015). Además del desconocimiento general sobre el estatus de las poblaciones del oeste de México, se suma la problemática de las elevadas tasas anuales de pérdida regional de bosque (3%) (Mas-Causel, 2005) y la escasa cobertura de superficie protegida (Charre-Medellín et al. 2015; Monterrubio-Rico et al. 2017).

Ante la carencia de información sobre el estatus de las poblaciones de ocelote en bosques tropicales que presentan prolongada época de sequía y marcada estacionalidad climática, y ante el escenario de la elevada deforestación, es fundamental comprender que factores ambientales y como interactúan para influir en la abundancia y estabilidad de las poblaciones de ocelote. Por lo que en este proyecto se plantea analizar al ocelote en los distintos entornos regionales de Michoacán y examinar e identificar como las variables ambientales influyen en la abundancia del ocelote, determinando cuales son determinantes.



## JUSTIFICACIÓN

La estimación de la abundancia permite evaluar y entender la dinámica de las poblaciones, ya que es un atributo que varía en el tiempo y espacio, así como por factores ambientales y antrópicos. En el caso del ocelote, especie catalogada como en peligro de extinción (NOM-059, SEMARNAT 2010), debe incrementarse el estudio sobre los cambios que presenta la población estacionalmente y entre distintos ambientes. Conocer que factores regulan la abundancia del ocelote permitirá desarrollar estrategias efectivas que garanticen su conservación, estableciendo las bases del monitoreo a largo plazo, determinando en y condiciones se presentan poblaciones viables para su priorización. En el primer capítulo se presenta un análisis de la estructura poblacional del ocelote y como es la dinámica de parámetros importantes, y en el segundo capítulo se examina los factores que influyen en la abundancia, desde los ecológicos como los antropogénicos.



## OBJETIVOS

### Objetivo general

- Analizar factores que influyen en la presencia y abundancia del ocelote (*Leopardus pardalis*) en Michoacán mediante registros de fototrampeo.

### Objetivos específicos

- Analizar parámetros poblacionales y la actividad diaria del ocelote.
- Estimar esfuerzo reproductivo y productividad de hembras.
- Determinar los factores que influyen en la presencia y abundancia del ocelote.



## ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se desarrolló en el estado de Michoacán el cual se localiza entre la latitud norte 17° 54' y 20° 23' y la longitud oeste 100° 03' y 103° 44', con una superficie de 59, 864 km<sup>2</sup> (INEGI, 2017, Figura 1). Presenta una topografía compleja lo cual permite que el estado albergue diversos biomas. En este estudio se utilizó la clasificación de ecorregiones terrestres de Olson *et al.* 2004, la cual considera que Michoacán incluye siete regiones ecológicas que son: Sierra Madre del Sur (SMS), Bosques Secos de Jalisco (BSJ), Bosques Secos del Balsas (BSB), Bosques Secos del Bajío (BSb), Manglares del Pacífico Norte (MPN), Bosques Secos del Pacífico (BSP) y el Cinturón Volcánico Trans-mexicano (CVT) (Figura 2).



**Figura 1.** Localización geográfica del estado de Michoacán, INEGI 2005.



## **Ecorregiones de Michoacán de acuerdo a Olson et al. 2004**

### ***Bosques secos del bajío (BSb)***

Esta región comprende parte de los estados de Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas. Está asentado en grandes mesetas, matorrales xerófilos, llanuras, valles y/o altiplanicies limitadas por lomeríos y sierras. Presenta una extensión de 3,698,402.26 ha (4.95%) (Olson *et al.* 2004).

### ***Bosques secos de las balsas (BSB)***

Se localiza en el sur de México, presenta una extensión de 6,205,641.35 ha (8.30%). Es una gran planicie con altitudes medias de 300 a 600 msnm y son rodeadas por las montañas del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano y la sierra Madre del Sur (Olson *et al.* 2004). Registra una precipitación anual mínima de 500 mm y un clima tropical subhúmedo, con una estación seca muy marcada. Alberga selvas subtropicales, presenta vegetación primaria y secundaria, de la cual el 50.6% corresponde a selvas caducifolias y subcaducifolias como tipos de vegetación principal. Representa una región antropizada, debido al nivel alto de actividad de agricultura y ganadería extensiva que se desarrolla en el sitio, por lo que se les considera una región natural en estado de amenaza y que albergan una gran cantidad de endemismos regionales y locales (Charre-Medellín, 2017).

### ***Bosques secos de Jalisco (BSJ)***

Representa la zona límite del estado con el océano pacífico, la conforman los municipios de Lázaro Cárdenas, Aquila y Coahuayana, abarca aproximadamente 200 km por 20 km de ancho (Charre-Medellín, 2017; Olson *et al.* 2004). Tiene una extensión de 2,548,465.22 ha (3.41%). Alberga zonas de Selva mediana subperennifolia (Soto y Martínez, 2010). Esta región experimenta un alto nivel de deforestación y cambio de uso del suelo (Soto y Martínez, 2010). Además de que en las últimas décadas la contaminación por el turismo va en aumento y sumándole que esta región no dispone de áreas naturales protegidas (Charre-Medellín, 2017).



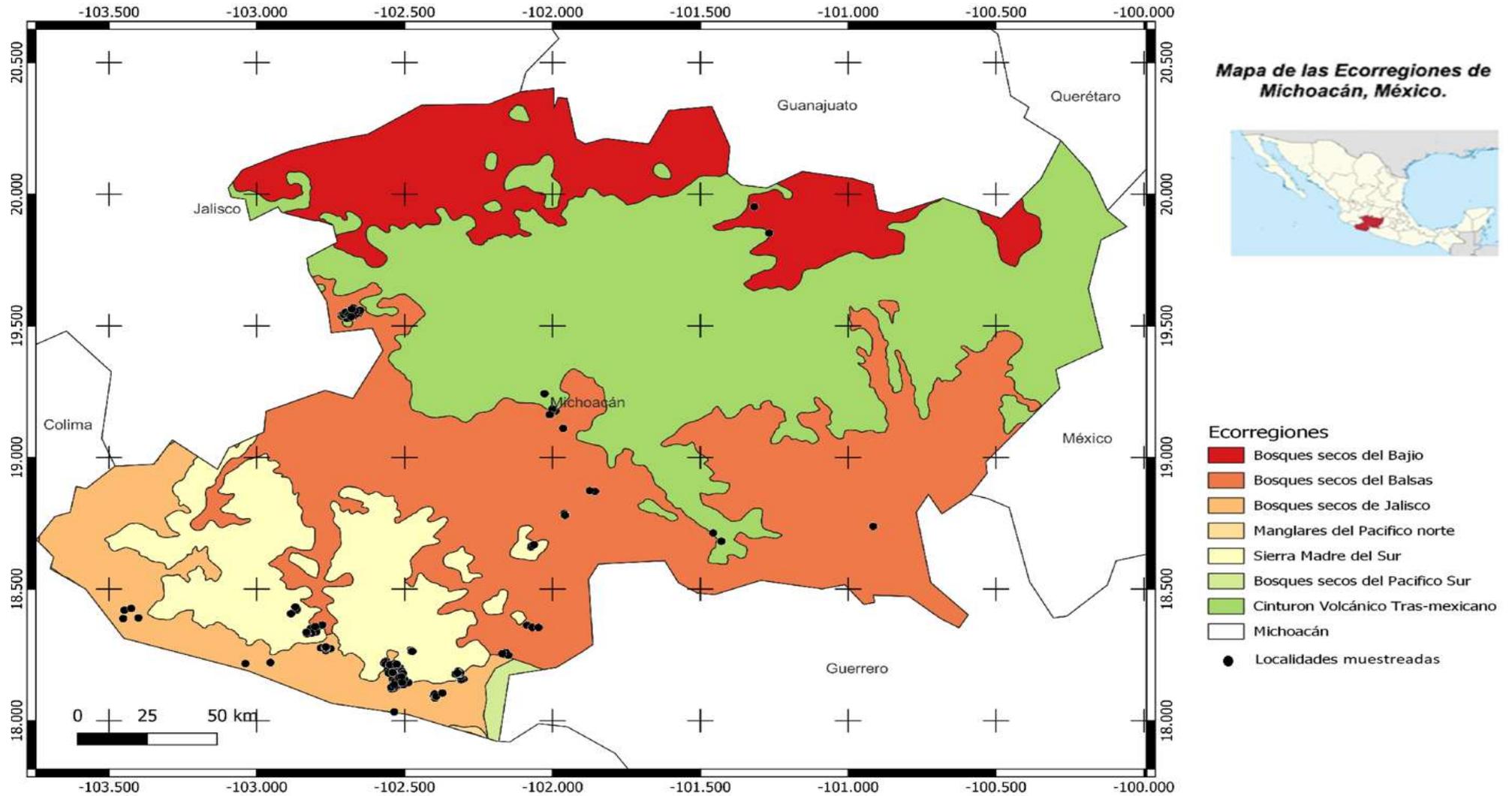
### ***Sierra Madre del Sur (SMS)***

Es una cadena montañosa cercana a la costa del Pacífico, desde Jalisco hasta el Istmo de Tehuantepec. En Jalisco y Colima la Sierra Madre del Sur colinda con el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, tiene una extensión de 6,101,431.44 ha (8.16 %). Tiene un rango altitudinal que oscila de los 100 a 3.500 msnm (Ferrusquia, 1993). La región presenta un clima templado subhúmedo con lluvias fuertes y su precipitación anual oscila entre los 800 y 1.600 mm. Los principales tipos de vegetación en esta región son los bosques de encino, bosques nubosos y bosques mixtos pino-encino (Rzedowski, 2006). Por la gran diversidad de mamíferos que alberga esta región, es considerada como prioritaria para la conservación (Charre-Medellín, 2017).

### **Regiones donde se desarrolló el muestreo**

Los datos de fototrampeo se concentran principalmente en tres ecorregiones de Michoacán; la SMS, BSJ y BSB, abarcando los municipios de Aquila, Arteaga, Lázaro Cárdenas, La Huacana, Churumuco, Tocuambo y Los Reyes. La vegetación predominante es Bosque seco tropical y en menor cantidad Bosque tropical subcaducifolio, la temperatura promedio anual de los sitios es de 24°C y la precipitación anual oscila entre 1000 y 1310mm (Monterrubio-Rico *et al.* 2017).





**Figura 2.** Ecorregiones del estado de Michoacán, basada en la clasificación de Olson *et al.*, 2004 y localidades muestreadas.

## **DATOS DE FOTOTRAMPEO**

Se analizó 559 registros generados en distintos proyectos de investigación con objetivos locales y específicos, principalmente en proyectos de inventarios y estimaciones poblacionales, difiriendo ligeramente en diseños experimentales. Los datos se analizaron anteriormente en cada proyecto específico en distintos contextos para áreas y años específicos (Charre-Medellín et al. 2010; Charre-Medellín 2012; Colín-Soto, 2012; Guido-Lemus, 2012; Monterrubio-Rico et al. 2012, 2013; Flores-Hernández, 2013; Monterrubio-Rico y Charre-Medellín, 2014; Guido-Lemus, 2015; Charre-Medellín et al. 2015).

El 77% de los registros (n=434) se analizó anteriormente en términos poblacionales (Monterrubio-Rico et al. 2017 y Guzmán-Díaz, 2019), identificándose y sexándose para las ecorregiones colindantes de Sierra Madre del Sur y Bosques secos de Jalisco, o costa Michoacana. Los estudios se efectuaron para el periodo de 2010 a 2016, sobre la dinámica poblacional a lo largo de 6 años continuos de muestreo. El total de los registros generados en todo el estado también se analizó en lo general, permitiendo proporcionar un diagnóstico comparativo más detallado e incluyó nueve años de muestreo efectuado por estudiantes y proyectos del Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios (LVTP) de la Facultad de Biología de la UMSNH.



## **CAPÍTULO I:**

### **ESTRUCTURA POBLACIONAL DEL OCELOTE (*Leopardus pardalis*) EN MICHOACÁN**

#### **RESUMEN**

El ocelote (*Leopardus pardalis*) es un felino de afinidad neotropical que a pesar de su extensa distribución potencial en México, está catalogado en peligro de extinción en la NOM-059 debido a la caza furtiva, pérdida de hábitat, y su baja productividad natural. Sin embargo, por su amplia distribución continental en bosques tropicales y nubosos, es considerada como especie de “preocupación menor” en la lista roja de la IUCN. Por su función ecológica al controlar poblaciones de presas en los bosques que habita, y ante la elevada fragmentación y pérdida de bosques, es importante conocer sus parámetros poblacionales para determinar estatus en que se encuentra la especie en el estado. Se analizó en total 559 registros obtenidos en un esfuerzo de muestreo acumulado de 22,557 días-trampa durante el periodo 2009 a 2018, analizándose resultados de las distintas regiones tropicales del estado. El ocelote se registró en el intervalo de 104 a 1393 m. El 47% (n=263) de los registros correspondió a hembras, el 29% (n=163) a machos, y en 133 registros no se pudo determinar el sexo. La tasa de captura general fue de 2.47 registros/100 días-trampa, presentándose la tasa de captura más alta en la Sierra Madre del Sur con 4.70 registros/100 días-trampa. En total se identificó a 115 individuos, 45 machos y 70 hembras para un radio sexual de 1:1.5 a favor de las hembras. En un análisis sobre esfuerzo reproductivo, se registró a seis hembras con crías pequeñas que representó el 7.8% de las hembras con una proporción de 1:4 (crías: hembras). Los ocelotes con un patrón de actividad primordialmente nocturno (20:00h- 4:00h) con una ligera actividad diurna (6:00h- 18:00h) incluyendo el total de los registros. Este es uno de los primeros estudios en evidenciar las variaciones de la tasa de captura del ocelote entre años y regiones donde se le registro, además se identificó a escala regional donde el ocelote presenta mayor abundancia, como en la Sierra Madre del Sur y los Bosques secos de Jalisco, regiones que desafortunadamente carecen de áreas bajo categorías de protección y experimentan alta deforestación. El ocelote no fue registrado a elevación mayor a 1,500 msnm. Aunque un esfuerzo de muestreo considerable fue desarrollado en la región del bajío y en el Cinturón Volcánico Trans-mexicano los registros del ocelote fueron nulos (Gallardo-Téllez 2021,



Flores-Torres 2021, Guido-Lemus 2012). Probablemente por la presencia del lince o por el aumento de la elevación, lo cual sugeriría que el ocelote es más sensible a las temperaturas frías, y por eso se restringe solo a la región neotropical de Michoacán. Debido a que el ocelote es una especie prioritaria, y el oeste de México presenta escasa cobertura de áreas protegidas, es importante conocer el estatus actual de su población para implementar estrategias adecuadas a su conservación tanto de la especie y su hábitat.

**Palabras clave:** Felinos, Fototrampeo, Actividad reproductiva.



## POPULATION STRUCTURE OF THE OCELOT (*Leopardus pardalis*) IN MICHOACÁN

### Abstract

The ocelot (*Leopardus pardalis*) is a feline of neotropical affinity that, despite its extensive potential distribution in Mexico, is listed as endangered in NOM-059 due to poaching, habitat loss, and its low natural productivity. However, due to its broad continental distribution in tropical and cloud forests, it is classified as a “least concern species” in the red list by the IUCN. Due to its ecological function on prey population control in the forests it inhabits, and considering the high fragmentation and forest loss, it is important to know its population parameters to determine the status of the species in the state. The ocelot was recorded in the 104 to 1393 m. range, with 47% (n=263) of the records corresponding to females, 29% (n=163) to males, and in 133 records sex could not be determined. The overall capture rate was 2.47 records/100 trap days, and the highest capture rate was estimated for the Sierra Madre del Sur with 4.70 records/100 trap days. In total, 115 individuals were identified, 45 males and 70 females for a sexual radius of 1:1.5 in favor of females. In total for the productivity analysis, six females with kittens were registered, representing 7.8% of female population in the sample with a ratio of 1:4 (offspring: females). Ocelots presented a predominant nocturnal activity pattern (20:00h- 4:00h) with a minor daytime activity (6:00h-18:00h) including the total of records. This is one of the first studies to exhibit the variations in the capture rate of the ocelot along years and regions where it was recorded, in addition it was analyzed on a regional scale where the ocelot presents greater abundance, as in the Sierra Madre del Sur and the dry forests of Jalisco, regions that unfortunately lack protected areas of any categories and experience high deforestation. The ocelot was not recorded at elevations higher than 1,500 masl. Although a considerable sampling effort was implemented in the temperate areas of the state (Bajío and the Trans-Mexican Volcanic Belt) recently, no ocelot records were obtained (Gallardo-Tellez 2021, Flores-Torres 2021, Guido-Lemus 2012). Probably due to the presence of the bobcat (*Felis linx*) or the increase in elevation, which may suggest that the ocelot is more sensitive to cold temperatures, and that is why it is restricted only to the neotropical region of Michoacan. Because the ocelot is a priority species, and western Mexico has little



coverage of protected areas, it is important to know the current status of its population to implement adequate conservation strategies for the species and its habitat.

**Keywords:** Felines, Fototrampeo, Reproductive activity.



## INTRODUCCIÓN

Entre especies de felinos silvestres de México, cuatro son considerados pequeños: el lince (*Lynx rufus*), jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), margay (*Leopardus wiedii*), y el ocelote (*Leopardus pardalis*). Los últimos dos son especies consideradas en peligro de extinción para México, ya que se asume un declive en sus poblaciones asociado a la pérdida de bosques tropicales en su distribución, sumado a la caza ilegal. En el caso del ocelote, se carece de una estimación actual del número de poblaciones, su tamaño, distribución regional, o nivel de conectividad, o, aunque se estima a nivel global sean bajas (Laack et al. 1991). Sin embargo, a nivel global el ocelote es listado como especie de preocupación menor por la IUCN (2022). Con el uso de cámaras trampa se ha incrementado la información sobre el ocelote y otros felinos (Moreno y Bustamante, 2009), permitiendo analizar densidades, mediante modelos de captura recaptura ya que se identifica individuos usando patrones de manchas (Chávez *et al.* 2013).

### 1.1.-Características generales

El ocelote (*Leopardus pardalis* Linnaeus, 1758) es de talla mediana, tiene una altura de hasta 50-70cm, las hembras son más pequeñas que los machos, pesando alrededor de 5.5-11.3 kg en comparación con el peso masculino promedio de 6.8-15.9 kg (Emmons y Feer, 1997).

Aunque relativamente pequeño, el ocelote es el miembro más grande del género *Leopardus*, actualmente se reconocen 10 subespecies: (*L. p. aequatorialis*, *L. p. melanurus*, *L. p. mitis*, *L. p. pseudopardalis*, *L. p. puseaus*, y *L. p. steinbachi* (Zarza-Villanueva, 2006), además de cuatro subespecies con distribución en México: *L. p. albescens* y *L. p. sonoriensis* en el noroeste del país, *L.p. pardalis* en todo el sur y sureste y *L. p. nelsoni* en la región occidente (Nowell y Jackson, 1996). Su cuerpo está cubierto de motas negras o café oscuro y a diferencia del jaguar (*Panthera onca*) y tigrillo (*Leopardus wiedii*), una característica distintiva son las franjas alargadas y en forma oblicua que se presentan en los costados del cuerpo y que parten a la altura de los hombros (Aranda, 2005; 2012).



En la nuca y en las mejillas se presentan dos franjas color negro; el vientre, igual que el interior de las manos y patas es blanco con puntos negros; en proporción, a lo largo de su cuerpo, su cabeza y cola son pequeñas; ésta última presenta anillos color negro; tiene orejas redondeadas, erectas y por atrás son negras con un punto blanco (Ramírez-Barajas et al. 2014; Castillo y Angélica, 2015). La fórmula dental del ocelote es  $I\ 3/3, C\ 1/1, P\ 2 - 3/2$  y  $M\ 1/1$ , lo que significa que en cada semiarco hay tres incisivos, un canino, dos o tres (en la mandíbula) o dos (en la mandíbula) premolares y un molar, para un total de 28 o 30 dientes. Como en todos los felinos, los carnasiales (el último premolar superior y el primer molar inferior) y los caninos están bien desarrollados (Nowell y Jackson, 1996).

### **1.2.-Distribución general, tipos de vegetaciones y elevación**

Presenta distribución extensa desde Norte, Centro y Sudamérica hasta Argentina (Sunquist y Sunquist, 2002), habitando gran variedad de ecosistemas, desde bosque húmedo y seco tropical hasta zonas de manglares, áreas inundables y desérticas (Schaller, 1996). Para México su distribución se bifurca hacia el norte siguiendo los litorales, en el oeste desde el estado de Sonora y toda la planicie costera del pacífico, mientras que por el este se distribuye desde los estados de Nuevo León y Tamaulipas y a través del golfo de México, incluyendo el estado de Puebla (Ramírez *et al.* 2010), y al sur hasta el estado de Chiapas y la Península de Yucatán (Aranda, 2005).

En el estado de Michoacán se ha registrado a lo largo de la Sierra Madre del Sur, la región de los Bosques secos de Jalisco (también llamada Costa Michoacana) y los bosques secos del Balsas o bajo Balsas (Garduño, 2005; Medellín, 2009; Monterrubio-Rico et al. 2010; Charre-Medellín et al. 2010; Charre-Medellín et al. 2015; Monterrubio-Rico et al. 2017). Los ocelotes prefieren hábitats con cubierta vegetal denso, y en bosques extensos de áreas protegidas presenta estabilidad poblacional (Di Bitetti et al. 2010, Satter et al 2019; Harveson et al. 2004; Maffei et al. 2005). La mayoría de los registros se ubican arriba de los 200 msnm y por debajo de los 1000 msnm y (Aranda, 2005), también se le ha reportado en altitudes mayores a los 2000 msnm (Bárceñas y Medellín, 2010; Martínez-Calderas et al. 2011; Moreno-Arzate, 2011).



### 1.3.-Dieta

Se alimenta principalmente de mamíferos, y complementa su dieta con aves, serpientes, lagartijas y otros vertebrados pequeños (Satter et al. 2019). Por sus hábitos de caza, el ocelote regula la abundancia poblacional de sus presas, se estima que sin el ocelote se generaría un desequilibrio en el balance de especies presentes en el bosque (Guzmán-Díaz, 2019). Se sabe que la diversidad está relacionada con el tipo de hábitat y puede estar presente en un área geográfica siempre que exista abundancia de presas potenciales (Emmons, 1988). Las principales presas son los roedores, el conejo (*Sylvilagus floridianus*; 1-1.6kg), Agutí (*Dasyprocta punctata*: 2-3 kg), punaré paraguayo (*Thrichomys pachyurus*: 400g aprox.) y algunos reptiles (Villa Meza et al. 2002; Moreno et al. 2006; Porfirio et al. 2016; Niveló-Villavicencio et al. 2019). Sin embargo, las presas de mayor talla son poco frecuentes en su dieta e incluyen, tamandúas (*Tamandua mexicana*: 3,5-8,5 kg), pacas (*Cuniculus paca*: 8-9.5kg), agutíes (2-3kg) y puercoespines (5-15kg), pecaríes de collar (*Pecari tajacu*; 14-25kg), venados cola blanca jóvenes (*Odocoileus virginianus*: 15-26kg) (Bianchi y Méndez, 2007; Abreu et al. 2008).

### 1.4.-Comportamiento

Los ocelotes son solitarios y nocturnos, pero están activos a cualquier hora del día (Dillon, 2005). Son terrestres y muy buenos trepadores (Tirira, 2007). Se desplazan hasta 6 km cada noche en busca de alimento o de pareja. Los machos son de hábitos solitarios, excepto durante el apareamiento que dura unas pocas horas (Garduño, 2005), y establecen territorios de 4 a 18 km<sup>2</sup>. Tanto el territorio de machos como en hembras varía de acuerdo al hábitat y estación de año (Guzmán-Díaz, 2019). En Tamaulipas los machos presentan ámbitos entre 11.3 y 15.1 km<sup>2</sup>, mientras que para las hembras fue de 6.4 y 8.5 km<sup>2</sup> (Carvajal-Villarreal, 2016).

### 1.5.-Reproducción

En la naturaleza, los ocelotes alcanzan la madurez física cerca de los 20-33 meses de edad (Tewes, 1986). Tras un periodo de gestación que oscila entre los 72 y 82 días, las hembras paren de una a dos crías, excepcionalmente tres o cuatro. Al nacer pesan unos 250g y no abren sus ojos hasta 15 o 18 días más tarde.



La lactancia dura de 3 a 9 meses (Laack et al. 2005; Verbel, 2016). En cautiverio, el intervalo promedio entre nacimientos es de 9,1 meses cuando los cachorros son criados por la madre durante 90 días (Laack et al. 2005), aunque las crías pueden independizarse al año (Emmons, 1988). Se estima que solo el 71% de los machos y el 75% de las hembras se reproducen, mientras que el 63% de las hembras que dan a luz crían a su descendencia (Mellen, 1991). En el sur de Texas, EE.UU., Laack *et al.* (2005) registraron 16 eventos de partos desde mediados de abril hasta finales de diciembre, con camadas de 1 o 2 cachorros, siendo la proporción de sexos de 1:2.5 (macho-hembra), sugieren que de acuerdo a la evidencia los ocelotes en la naturaleza pueden reproducirse con más frecuencia de lo que se había planteado previamente.

Se carece de información sobre la diferencia o variación de las características reproductivas de los ocelotes entre los diferentes hábitats, como son la proporción de hembras reproductivas, fecundidad, sobrevivencia de la camada, etc. Esta información es necesaria para evaluar la viabilidad y estabilidad poblacional local en su distribución. Sin embargo, la baja densidad de los ocelotes, sus hábitos nocturnos y su preferencia por una cobertura densa (Tewes, 1986; Laack, 1991), limitan la obtención de información reproductiva, por lo que la mayor parte de la información sobre reproducción del ocelote es de individuos en cautiverio (Mellen, 1989). En Belice, América Central mediante fototrampeo estimaron dinámica poblacional, reclutamiento per cápita, y tasas de cambio poblacional en el periodo 2004 - 2016 para múltiples sitios de muestreo en bosques tropicales húmedos (3000 a 3500 mm) y de pinos a mayor elevación. En 12 años registraron 322 ocelotes (148 machos, 148 hembras, y 26 sin sexar), estimando tasas de anuales de sobrevivencia entre 0.81-0.83 en bosques latifoliados y de 0.76 en bosques de pinos. Las tasas de sobrevivencia fueron específicas a cada sexo, de 0.73 a 0.83 para machos y de 0.80 a 0.86 para hembras (Satter et al. 2019).

Ante la carencia de información sobre esfuerzo reproductivo y reclutamiento para las poblaciones regionales de ocelote en México, y en particular para las regiones silvestres remanentes del occidente como lo es la Sierra Madre del Sur, se plantea estimar el esfuerzo reproductivo, y la productividad de la población en el contexto de la estructura poblacional en el que se presentan, proporcionando así un panorama sobre la dinámica de la población.



## 2.-OBJETIVOS

### 2.1.-Objetivo general

- Estimar parámetros poblacionales y la productividad del ocelote (*Leopardus pardalis*) en las Ecorregiones de Michoacán mediante registros de fototrampeo.

### 2.2.-Objetivos específicos

- Analizar parámetros poblacionales y su dinámica, y evaluar actividad en ciclo diario
- Estimar el esfuerzo reproductivo, productividad de hembras y dinámica poblacional asociada

## 3.-HIPOTESIS

**H<sub>1</sub>:** Se asume que parámetros poblacionales del ocelote (*Leopardus pardalis*), como abundancia, ratio sexual, sean similares entre las ecorregiones de Michoacán y con los documentados en bosques tropicales húmedos, al evidenciarse que las densidades poblacionales son similares entre bosques estacionales y bosques húmedos en estudios previos.



## 4.-METODOLOGÍA

### 4.1.-Análisis de datos de fototrampeo

Debido a que los datos utilizados para este estudio provienen de diversos proyectos de investigación, se integró una base de datos que incluyó las coordenadas de los registros, localidad, estaciones de fototrampeo, lugar el registro, vegetación del sitio, fecha y hora del registro, elevación, la ecorregión correspondiente, tipo de formato del registro (foto/video), nombre del proyecto, así como una clave para identificar la frecuencia de uso entre proyectos de las localidades durante varios años.

### 4.2.-Estimación de índices de abundancia relativa (IAR)

El índice de abundancia relativa se expresó como tasas de captura, las cuales se calcularon con el número de registros independientes de la especie en estudio dividido entre el esfuerzo de muestreo (días-trampa) y estandarizadas a 100 días-trampa para facilitar la comparación entre otros estudios y regiones (O'Brien et al. 2003; Monterrubio-Rico et al. 2017).

$$Tasa\ de\ captura = \frac{Registros\ independientes\ de\ la\ especie}{Esfuerzo\ de\ muestreo\ (días-trampa)} \times 100$$

Para evitar sobre-estimaciones, solo se analizó registros independientes. El criterio de independencia considerado entre registros es asumir todos los registros ocurridos en un lapso de 24h de un mismo individuo a menos que se distinga más de un individuo o si en la secuencia de fotografías se lograra diferenciar a individuos diferentes, se tomaría cada uno como un registro independiente (Monroy-Vilchis et al. 2011). Este parámetro se calculó para los datos en general, a nivel ecorregión y periodo de estudio. El esfuerzo se determinó como el número de días que estuvieron activas las cámaras trampa en cada área por cada periodo.

### 4.3.-Identificación de individuos

Para determinar el número de disantos ocelotes, se analizó el patrón de las rosetas y franjas del ocelote en cada evento y se comparó entre eventos distintos, ya que el patrón es único en cada individuo (Palomo-Muñoz et al. 2014). Además, se observó características morfológicas, corpulencia, tamaño relativo como en juveniles, y características distintivas



como cicatrices, bandas en flancos, y patrón de bandeo de la cola. Cuando fue posible fueron sexados mediante la presencia o ausencia de testículos o si se visualizaba el vientre colgante en hembras.

#### **4.4.- Análisis de esfuerzo reproductivo y productividad**

Para disminuir el sesgo por diferencias en el esfuerzo de muestreo (no. localidades y días-trampa), solo se estimó parámetros poblacionales y reproductivos de los periodos de muestreo en que se tuvo esfuerzo más homogéneo y bajo condiciones similares (días promedio de esfuerzo/cámara, número de sitios muestreados) (**Apéndice I**).

Para evaluar el esfuerzo reproductivo solo se consideró a la muestra de población de hembras de los periodos de estudio seleccionados, que correspondieron a proyectos efectuados en el gradiente y colindancia de las ecorregiones de la Sierra Madre del Sur y los Bosques secos de Jalisco (**Apéndice I**). Se identificó las hembras registradas en cada periodo, el número de crías, y se calculó el esfuerzo reproductivo definido como el porcentaje de hembras con crías en la población de hembras, tanto en el total como para cada periodo de muestreo, al igual que la tasa de productividad.

La productividad se estableció tanto para las hembras reproductivamente activas como para la población de hembras (*per cápita*), mediante la relación del número de crías/n° de hembras correspondientes. El esfuerzo reproductivo se consideró como la proporción de la población de hembras con crías con respecto al número de hembras de la población en generales y por periodo. La estimación de productividad por unidad de área se estandarizó a número de crías en 100km<sup>2</sup>, ya que es la unidad de área en que se estandarizó la densidad poblacional de ocelote. Se promediaron las estimaciones de densidad existentes al igual que los radios sexuales (Monterrubio-Rico et al. 2017; Guzmán 2019) para estimar la densidad de hembras reproductivas y crías en 100km<sup>2</sup>.



#### **4.5.-Descripción del patrón de actividad**

Para analizar el patrón de actividad diaria, se clasificó el día en tres periodos: diurno (07:00 a 17:00 horas), nocturno (19:00 a las 05:00 horas) y crepuscular (matutino entre las 05:00 y 07:00 horas y vespertino entre las 17:00 y 19:00 horas). De acuerdo con el periodo en que se concentró más registros de actividad se definió si era diurno, nocturno o crepuscular.

#### **4.6.-Sobrelapamiento de actividad**

Para evaluar el grado del traslape de la actividad entre machos y hembras, se utilizó el paquete “Overlap” de R (Meredith y Ridout, 2014). Se construyeron gráficos de densidad probabilística, basados en la información del tiempo de registro de cada imagen. Estas gráficas describen los patrones de actividad diaria de los machos y hembras. Para las gráficas, se convirtió el dato de la hora de cada registro a radianes. Se calcularon estimadores no paramétricos de los coeficientes de traslape en función del tamaño de la menor de las dos muestras; se usó  $\Delta 1$  cuando la muestra más pequeña tenía menos de 50 registros fotográficos y  $\Delta 4$  cuando era mayor a 75 (Meredith y Ridout, 2014). Este coeficiente toma valores de 0 a 1, donde 1 indica traslape total. Para estimar sus intervalos de confianza al 95%, se generaron 1000 muestras suavizadas para cada comparación y se seleccionó la opción “basic0” en la salida bootCL (Meredith y Ridout, 2014).



## 5.-RESULTADOS

### 5.1.-Resultados generales

Se analizó para el estado 559 registros de ocelote que correspondieron a 115 individuos, 45 machos y 70 hembras, para un radio sexual de M:H=1.0 :1. La proporción general de registros por individuo fue de 4.8 registros por ocelote distinto a nivel general para el estado, mostrando un intervalo de 5.8 en la Sierra madre del Sur a 3.3 en Bosques secos de Jalisco. El esfuerzo de muestreo total acumulado incluyó 22,557 días-trampa en 226 sitios distribuidos en las regiones neotropicales/ o distribución ecológica de la especie. Los registros se presentaron en un intervalo de altitud de 104 a 1,393 msnm, de los que el 57.4% (n=321) de los registros se concentraron entre los 100 y 500 msnm. En 263 (47.0%) de los registros el sexado correspondió a hembras, y en 163 (29%) a machos, y en 133 (23%) registros no fue posible identificar el sexo. En la región templada de Michoacán que incluye el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano y Bosques secos del Bajío con un esfuerzo de muestreo de 13,668 días-trampa en 74 sitios y un intervalo de altitud de 1,877 a 3,384 msnm, no se registró al ocelote (Flores-Torres 2021, Gallardo-Téllez 2021, Guido-Lemus 2012). La tasa de captura general fue de 2.47 registros/100 días-trampa y la mayor tasa de captura se registró en el periodo (2010-2011) con 4.72 registros/100 días-trampa (**Cuadro 1**).



**Cuadro 1.** Distribución de esfuerzo y registros del ocelote por periodo en Michoacán.

	<i>Periodo</i>							
	2009	2010- 2011	2012- 2013	2014	2014- 2015	2015	2015- 2016	2017- 2018
Esfuerzo de muestreo (días-trampa)	318	4,275	4,350	2,151	2,752	844	1,829	5,815
N° de registros (%)	9	202	58	69	65	57	61	38
Ocelotes identificados	3	33	15	22	20	15	22	5
Ocelotes sexados Machos/hembras	1/4	53/130	17/14	16/27	23/28	11/33	32/20	5/10
Proporción de registros/individuos	3.00	6.12	3.87	3.14	3.25	3.80	2.77	7.60
Tasa de captura (registros/100días-trampa)	2.83	4.72	1.33	3.21	2.36	6.75	3.34	0.65
No. Localidades muestreadas	4	30	17	27	26	8	15	24
Sitios con detección (localidades)	3	18	9	15	16	4	10	12

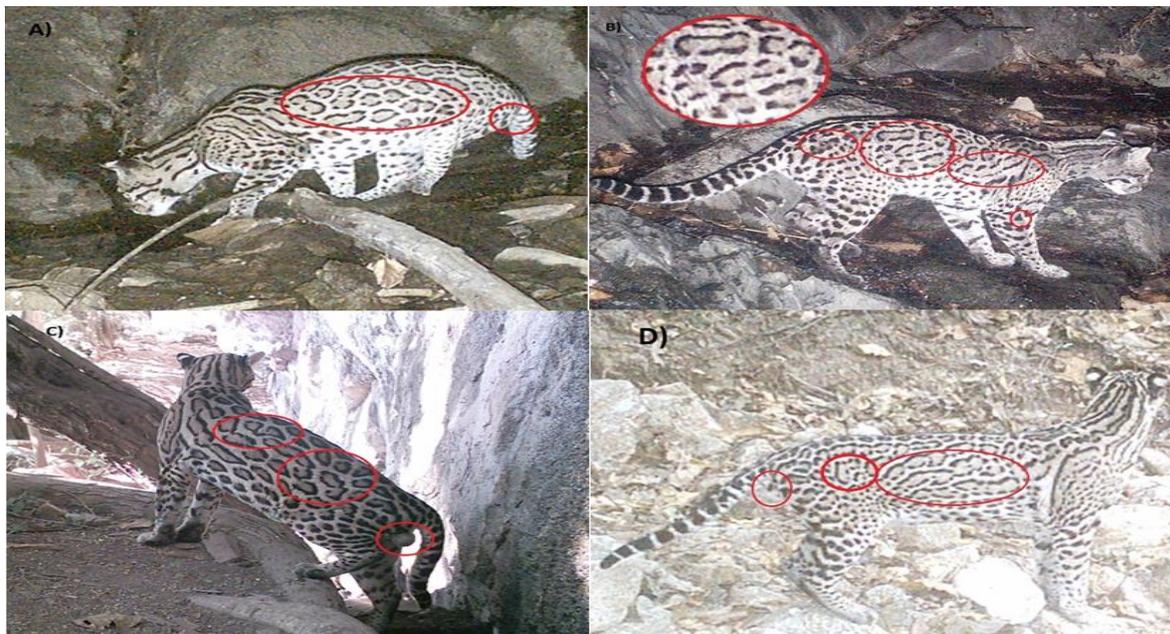
## 5.2.-Registros entre ecorregiones

Los 559 registros se obtuvieron en tres ecorregiones de Michoacán (Bosques secos del Balsas, Bosques secos de Jalisco y la Sierra madre del Sur). La tasa de captura promediando las tres regiones fue de 2.47, observándose la mayor tasa en la Sierra Madre del Sur con 4.70 registros/100 días-trampa, siendo la tasa promedio más alta, también fue la ecorregión donde fue sexado el mayor número de registros. En contraste, en la ecorregión del Bosques secos de Balsas se dio la tasa de captura más baja 0.72 registros/100 días-trampa (**Cuadro 2, Figura 3**).



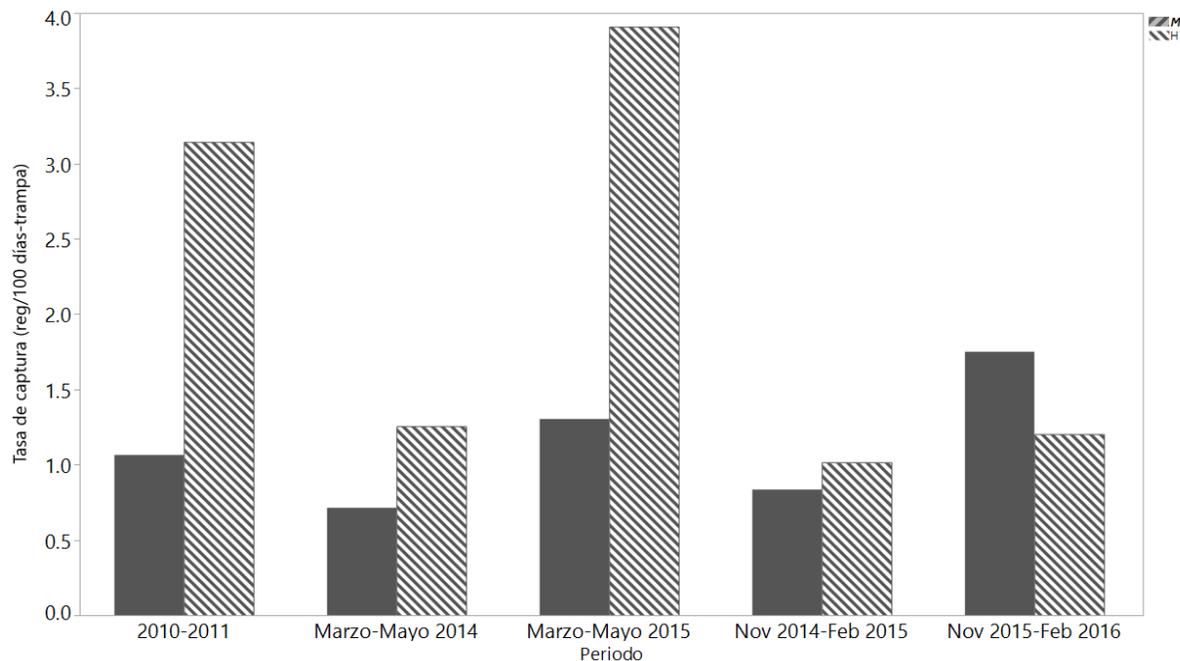
**Cuadro 2.** Distribución de esfuerzo y registros del ocelote en las ecorregiones de Michoacán.

	Ecorregión			
	BSB	BSJ	SMS	Total/promedio
Esfuerzo de muestreo (días-trampa)	8,509	6,692	7,356	22,557
N° de registros (%)	62 (11.09)	151 (27.0)	346 (62.0)	559
Ocelotes identificados	11	45	59	115
Ocelotes sexados Machos/hembras	6/5	20/25	19/40	45/70
Proporción de registros/individuos	5.4	3.3	5.8	4.8
Tasa de captura (registros/100días-trampa)	0.72	2.25	4.70	2.47
No. Localidades muestreadas	25	15	38	78
Sitios con detección (localidades)	12	10	26	48
Radio sexual (hembra:macho)	1.2 : 1.0	1.0 : 1.25	1.62 : 1.0	1.0 : 1.5



**Figura 3.** Ejemplo de identificación individual mediante patrones de manchas en ocelotes, indicadas en círculo rojo. A) y B) ocelotes hembras, C) y D) ocelotes machos, se puede observar la presencia de testículos.





**Figura 4.** Tasa de captura de hembras (H) y machos (M) por periodo.

### 5.3.-Análisis de productividad

En total 437 registros permitieron evaluar productividad, de los que 226 correspondieron a hembras, 124 a machos y dos sin poder sexarse (**Figura 4**). Se identificaron 47 individuos utilizando el costado derecho (28 hembras, 19 machos), 32 con el costado izquierdo (20 hembras, 12 machos) y 22 con ambos costados (15 hembras, 7 machos). El total de ocelotes distintos identificados fue de 56, (36 hembras y 20 machos), con radio sexual de 1.0: 1.8 (m: h). El total acumulado, considerando recapturas entre periodos fue de 88 ocelotes identificados (**Cuadro 3**).



**Cuadro 3:** Estructura y dinámica poblacional entre periodos.

	Junio 2010-Mayo 2011	Marzo- Mayo 2014 (Sequia)	Nov 2014- Feb 2015 (Húmeda)	Marzo- Mayo 2015 (Sequia)	Nov 2015- Feb 2016 (Húmeda)
Registros ocelote	187	69	65	57	59
Machos/hembras	43/127	16/27	23/28	11/33	32/22
Registros sin sexar	17	26	14	13	5
No. Ocelotes macho/hembra	8/17	6/11	8/9	5/7	8/9
No. ocelotes identificados sin recapturas macho/hembra	8/17	6/11	3/3	0/2	3/3
No. Ocelotes identificados sin sexar	1	0	0	0	0
Esfuerzo días-cámara	4,038	2,151	2,752	844	1,829
Tasa de captura general	4.63	3.20	2.36	6.7	3.2
Esfuerzo promedio por cámara	134.6	79.7	105.9	105.5	121.9
No. Sitios con cámaras	30	27	26	8	15
No. sitios detectando ocelote	18	15	16	4	10
Esfuerzo mínimo para detección	21.8	31.2	42.3	14.8	31.0

Se registraron ocho cachorros en seis hembras distintas de una población muestreada de 36 hembras para un porcentaje de 16%, y promediado para los periodos de 3.2%. La proporción fue de un cachorro por cada 4.5 hembras de la población en general. La productividad per cápita observada fue de 0.22 y en términos de área la densidad promedio de cachorros por periodo de muestreo es dos cachorros de una población con densidad promedio de 33 ocelotes de los que 20 son hembras en 100 km<sup>2</sup>. Existiendo periodos en donde no se registra reproducción (40%) y periodos en que se observó un máximo de hasta 5 cachorros (4.5) de una población de alrededor de 20 hembras (**Cuadro 4**).



La mayor densidad promedio se calculó para el periodo del 2015-2016 con 38.6 ocelotes/100 km<sup>2</sup>. La tasa de captura de hembras fue mayor en el muestreo de Marzo-Mayo 2015 con 0.83 registros/100 días-trampa, pero la tasa de captura de hembras con crías fue mayor en el 2010-2011 con 0.42 registros de hembras con crías/100 días-trampa (**Cuadro 4**).

**Cuadro 4.** Esfuerzo reproductivo y productividad del ocelote /100 km<sup>2</sup>.

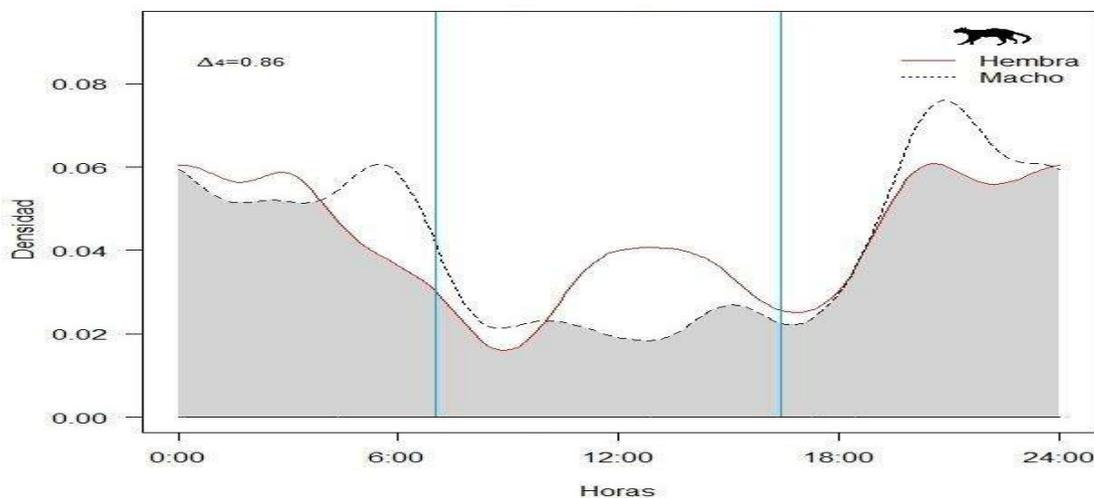
Periodo	Jun 2010- Mayo 2011	Marzo- Mayo 2014	Nov 2014- Feb 2015	Marzo - Mayo 2015	Nov 2015- Feb 2016	Promedio/ total
Hembras con cría / hembras (%)	4/17 (23.5)	0/11 (0.0)	1/9 (11)	0/7 (0)	1/9 (11)	6/36 (16)
No. crías-juveniles	5	0	1	0	2	8.0
Productividad crías/hembra reproductiva	1.25	-	1.0	-	2.0	1.33
Productividad per cápita: crías /población hembras	0.35	0.0-	0.08	0.0-	0.15	0.22
Tasas de captura hembras:	0.42	0.51	0.33	0.83	0.49	0.51
Tasas de captura hembras con crías	0.10	-	0.04	-	0.05	0.04
Productividad en 100 km <sup>2</sup> :	4.5	-	1.43	-	3.12	1.81
Densidad promedio	23.7 *	29.4*	35.9*	38.04 *	38.6*	33.1
Densidad promedio hembras/machos	12.8/5.9	20.0/9.1	20.5/13.6	25.1/1 2.5	20.8/14 .2	19.8/11.0
Densidad promedio hembras con cría	3.08	0	1.21	0	1.54	1.16

\*(Monterrubio-Rico et al. 2017; Guzmán, 2019).



#### 5.4.-Patrón de actividad y traslape

El ocelote no es de actividad nocturna estricta se catalogó como mayoritariamente nocturna, ya que el 74.0 % (n=414) de sus registros fueron en la noche, y con actividad diurna 17% (n=92) y crepuscular 9% (n=47) que en conjunto son 26% de su actividad. Los machos presentaron dos horarios con mayor actividad, el primero antes de las 6:00h que corresponde al periodo antes del amanecer-nocturno, el segundo se presentó a las 22:00h aproximadamente, presentando limitada actividad diurna. En las hembras si se observó actividad considerable entre las 12:00 y 15:00h, 12.4% (n=38), aunque su mayor actividad ocurre nocturno registrando un pico a las 22:00h. Aunque machos y hembras difieren en periodos de mayor actividad, en general sus horarios presentan elevado índice de traslape con  $D_{hat4}=0.86$  (**Figura 5**).



**Figura 5.** Actividad del ocelote, área de traslape en la zona sombreada gris, líneas azules representan los crepúsculos.



## 6.-DISCUSIÓN

Este es el primer estudio cuyos resultados proporciona un panorama a escala estatal, ya que incluye información de esfuerzos de muestreo efectuados en localidades representativas de todas las regiones del estado. Se examinó la abundancia relativa del ocelote en todas las regiones con aptitud ecológica para la especie, con un esfuerzo que incluye 10 años de muestreo. Además, aunque el esfuerzo no fue balanceado para las ecorregiones, para la zona de transición entre el ambiente de la Costa (Bosques secos de Jalisco) y la sierra (Sierra madre del Sur) el esfuerzo proporcionó datos de 5 años en forma continua permitiendo examinar la variación entre años en los parámetros poblacionales.

Los resultados complementan y profundizan el entendimiento sobre la especie, ya que este estudio es robusto al incluir 226 sitios de muestreo en 81 localidades a lo largo de todo el gradiente de condiciones ecológicas presentes en el estado. Al comparar con la literatura disponible en México, observamos que en su mayoría los estudios incluyen en promedio uno a dos años, incluyendo cámaras activas alrededor de 90 días y 30 sitios (Martínez-Hernández, 2013; Pérez-Irineo, G., & Santos-Moreno, A. 2014; Torres-Romero et. 2017).

Destacamos el análisis que incluye localidades en áreas núcleo y colindancias con la reserva de Zicuirán infernillo, donde se obtuvo 15 registros del ocelote, y se presentó tasas de captura de 1.6 (Guido-Lemus, 2015). Sin embargo, la gran mayoría de localidades muestreadas correspondieron a regiones silvestres con Biomas fragmentados y que carecen de protección, reflejando de esta manera condiciones actuales en que persisten las poblaciones de ocelotes. Se contribuye en forma particular sobre la estructura, dinámica y productividad poblacional en áreas silvestres de Biomas de centro-occidente de México caracterizados por prolongados periodos de sequía, ya que en México la mayoría de estudios se han desarrollado en áreas protegidas en regiones húmedas (Anguiano y Núñez, 2011; Martínez-Hernández et al. 2014; Ávila-Nájera et al. 2015).

Los resultados en Michoacán contrastan, ya que las abundancias más altas de ocelote no ocurren en las zonas protegidas que hay en el estado, sino en regiones silvestres



remotas, aunque fragmentadas (Charre-Medellín et al. 2010; Charre-Medellín et al. 2015; Monterrubio-Rico et al. 2017).

### **Abundancia entre periodos y regiones**

Aunque en Michoacán la distribución del ocelote parece mantenerse continua y extensa entre todas las ecorregiones con bosques tropicales secos, la abundancia difiere entre ecorregiones y fluctúa en el tiempo. La mayor amplitud entre tasas de captura se observó entre regiones, de 0.72 (Bajo Balsas) a 4.7 (Sierra Madre del Sur, que la observada en la variación en el tiempo, ya que en el gradiente Sierra-Costa la amplitud de tasas fue de 2.3 a 6.7 entre años (Cuadro 3). Estos resultados permiten identificar la magnitud de las fluctuaciones temporales en los cambios que las poblaciones de ocelote experimentan por efectos estacionales, y distinguir con las diferencias existentes entre regiones que pueden atribuirse a condiciones ecológicas y disponibilidad de recursos distintos. El ocelote presenta mayor abundancia en Bosques secos de Jalisco o costa Michoacana, seguida de la Sierra Madre del Sur y por último los Bosques secos del Balsas. Se evidencia la tendencia del aumento de la tasa de captura a menor distancia de la costa, ya que la mayoría de los registros del ocelote se ubicaron por debajo de los 1000 msnm (92%). Estas diferencias coinciden con los valores de humedad relativa, a mayor humedad tasas de captura más altas (Charre-Medellín et al. 2015).

Por el contrario, a pesar de esfuerzos de muestreo considerables en la región templada de Michoacán, que incluyó selvas y matorrales subtropicales en el Bajío Michoacano y en el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, no se registró al ocelote. Es posible que su ausencia se deba a una combinación de aspectos históricos (Nowell y Jackson, 1996) y ecológicos. El ocelote posiblemente es menos tolerante a temperaturas frías y heladas por encima de los 2000 m. Además de que en la región templada el lince presenta amplia distribución, siendo además numeroso en ambientes templado-fríos y semiáridos, además de tolerar fragmentación, al alimentándose de presas similares en talla a las de dieta del ocelote, por lo que la competencia puede limitar al ocelote para establecerse en Biomas templados del estado, en contraste con el tigrillo (*Leopardus wiedii*) (López González et al. 1998, Monterrubio-Rico et al 2019). Por lo que la supervivencia de ocelotes



en ambientes templados puede verse limitada también por presas y competidores (Sunquist, 1992).

### **Identificación de individuos**

Se identificó ocelotes para tres regiones del estado, difiriendo entre regiones el número de individuos a pesar de que las diferencias de esfuerzo de muestreo no son considerables (Cuadro 1). En la mayoría de estudios el tamaño de muestra es entre 5-15 ocelotes (Laack et al. 2005; Moreno y Bustamante, 2009; Satter et al. 2019). En este estudio se examinó una muestra de 115 ocelotes en lo general, para el análisis de dinámica poblacional y productividad, la muestra incluyó 56 ocelotes, y para la comparación entre regiones de mayor esfuerzo una muestra de 104 ocelotes diferentes, 45 en la región de Bosques secos de Jalisco (costa), y 59 para la Sierra Madre del Sur.

Una variable consistente es la mayor proporción de hembras, tanto entre regiones como entre periodos de muestreo, coincide con estudios previos que documentan mayor cantidad de hembras identificadas (Martínez-Hernández et al. 2014). Una explicación es el ámbito hogareño de menor dimensión, y a la mayor tolerancia del traslape entre hembras, aumentando así la probabilidad de ser detectadas (De Villa Meza et al. 2002; Ramírez et al. 2010; Martínez-Calderas et al. 2011; Martínez-Hernández et al. 2014). Por el contrario, los machos con territorio de mayor dimensión (Guzmán, 2019), presentarán un mayor espaciamiento entre individuos resultando en menor tasa de captura (Sunquist y Sunquist, 2002). Aunque también influye la calidad de hábitat y vegetación de cada región.

### **Esfuerzo reproductivo**

La medición del esfuerzo reproductivo y productividad del ocelote son temas en los que se carece de datos de vida libre en México. Por lo tanto, se constituyen en aportaciones relevantes, ya que se carece de ellas para todos los biomas donde habita el ocelote. En este estudio se documenta 8 crías de una población de 36 hembras, dando una productividad *per cápita* de 0.22 por hembra en seis años. Sin embargo, la productividad en la población de hembras muestra fuertes variaciones, con un 40% del muestreo sin presentar productividad, y en años con productividad variando de 0.35 a 0.08. Esta productividad o reclutamiento anual es moderado o intermedio en especial si se compara con los resultados obtenidos en



los estudios de Haines et al. (2006), quienes documentan productividad de 0.57 en el sur de Texas. Sin embargo, la comparación no es directa dado que en Texas la población de ocelotes hembra correspondió al seguimiento de capturas y monitoreo posterior en distintos periodos durante 15 años. Por el contrario, las estimaciones son relativamente similares a los valores de reclutamiento logrados mediante modelos que miden cambios y oscilaciones en abundancias por Satter et al. (2019), cuyas tasas anuales fluctuaron de 0.09 - 0.12 para la población de hembras en Belice durante 12 años.

En este estudio por primera vez se estima para México la productividad *per cápita* y por unidad de área estandarizada a 100 km<sup>2</sup>, obteniéndose mediante fototrampeo. Estos parámetros además proporcionan bases para monitoreo de las poblaciones y son útiles para modelar viabilidad poblacional para la región. En el contexto regional, complementan adecuadamente evaluaciones anteriores centradas en estimaciones poblacionales y distribución. Las ecorregiones de Sierra Madre del Sur y región costa Michoacana, constituyen una de las pocas regiones silvestres del centro occidente de México, y ante la actual fragmentación debe identificarse áreas con poblaciones viables para estrategias de conservación como el establecimiento de reservas, al igual que corredores que faciliten el tránsito y conectividad entre áreas silvestres y reservas de la biosfera existentes.

En términos generales la productividad observada es muy baja, y coincide con estudios previos, la razón es una baja cantidad de hembras reproductoras, baja productividad y un intervalo prolongado entre nacimientos en cada hembra, haciendo al ocelote vulnerable a reducciones numéricas (Satter et al. 2019, Murray and Gardner 1997).

### **Patrón y traslape de actividad**

El ocelote es principalmente nocturno con una leve actividad diurna, esto corresponde con lo reportado por estudios anteriores (Emmons y Feer, 1997; Mosquera, 2011; Maffei et al. 2005; Blake et al. 2012). Por otro lado, aunque al parecer el traslape temporal entre machos y hembras es elevado, en estudios recientes se ha visto que el ocelote hembra puede moverse más por horas diurnas en busca de refugios y alimento para sus crías (Blake et al. 2012).



## 7.-CONCLUSIONES

- Es el primer trabajo a escala estatal en que se analiza la variación de la abundancia del ocelote a nivel poblacional en función de variables abióticas y bióticas.
- La generación de registros entre ecorregiones no fue constante a pesar de esfuerzos relativamente similares. Tampoco lo fue entre periodos.
- Las ecorregiones de la Sierra Madre del Sur, los Bosques secos de Jalisco y los Bosques secos del Balsas, presentan importantes poblaciones de ocelote en el estado, pero la mayor abundancia ocurre fuera de áreas protegidas.
- La ecorregión Bosques Secos de Jalisco (Costa) a pesar de presentar menor extensión, presentó mayores tasas de captura que en las otras ecorregiones, reflejando posiblemente la influencia mayor humedad ambiental.
- A nivel biogeográfico se puede asumir que el ocelote está restringido a la región neotropical de Michoacán.
- Es posible, que la ausencia del ocelote en regiones templadas de Michoacán, se deba a la combinación de competencia con el lince y menor disponibilidad de presas.
- Es el primer estudio donde se reporta la productividad *per cápita* y como fluctúa en el tiempo, y constituye la base para elaborar modelos de viabilidad poblacional.



## CAPÍTULO II: FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRESENCIA Y ABUNDANCIA DEL OCELOTE.

### Resumen

Un objetivo central en la ecología es identificar los factores que influyen en la distribución y abundancia de las especies (Elith & Leathwick, 2009). El grado de influencia que tienen en presencia y abundancia ha sido examinado y se plantea que además de los factores climáticos y ambientales (precipitación, temperatura, altitud y latitud), también los efectos causados por el hombre como la caza furtiva, degradación del hábitat, y abundancia de presas influyen de forma importante (Haines et al. 2006; Massara et al. 2016; Massara et al. 2018). En los últimos años las interacciones bióticas como la depredación, y competencia han sido identificadas como de tener efectos más determinantes en la abundancia de las especies que los factores ambientales. Analizamos de forma exploratoria un conjunto de nueve variables (cinco ambientales, tres ecológicas y una antropogénica) en relación con la abundancia/presencia del ocelote en Michoacán, incluyendo estadística descriptiva y no paramétrica, regresiones simples y múltiples, además de análisis de componentes principales. Encontramos una relación positiva y significativa entre tasas de captura del ocelote con la abundancia de sus presas, y con la cobertura de vegetación arbórea (bosques de distintos tipos) ( $R^2=0.41$ ,  $p<0.05$ ). Las presas con un coeficiente de determinación más relevante fueron *Didelphis sp.* y *Nausa narica* ( $R^2=0.53$ ,  $p=0.0047$ ). Observamos que las variables depredador-competidores y valor de vigor de vegetación (NDVI) influyeron ( $R^2=0.68$ ,  $p=0.0018$ ) para las hembras, mientras que para los machos lo fue la abundancia de presas y depredadores-competidores ( $R^2=0.52$ ,  $p<.0001$ ).

Los resultados indican que disponibilidad de presas y mayor cobertura de vegetación arbórea presentan coeficientes de determinación significativos e hipotetizamos que influyen en la selección de hábitat y territorios, e indirectamente explican la abundancia poblacional localmente. Como un tercer elemento se observó la presencia de depredadores superiores que influye de forma indirectamente proporcional, y por último el vigor de la vegetación (NDVI). Creemos que al predominar en su distribución en occidente los bosques tropicales secos y caducifolios, que experimentan variación estacional en la disponibilidad de agua y recursos, las presas presentaron mayor relevancia en la abundancia del ocelote.



Este es el primer estudio que examina con profundidad, identifica y pondera el orden en que las distintas variables, que anteriormente en la literatura en México se desconocía el peso relativo de cada una de ellas, se influye en la abundancia del ocelote, en particular para biomas forestales estacionales secos, y para el occidente de México. Aunque múltiples estudios han muestreado las poblaciones de ocelote en México, no se ha examinado el orden de asociación entre las distintas variables para determinar los elementos que constituyen calidad de hábitat en la especie. Investigación a futuro debe examinar mediante diseños experimentales el nivel de importancia de las variables identificadas y corroborar o rectificar los resultados, ya que otros factores pueden también influir como la variación estacional, el relieve, y la presencia de manantiales o fuentes de agua permanentes, que no fueron examinados en este estudio. El bosque tropical caducifolio representa el 14% del territorio de México, supera a bosques tropicales húmedos en extensión, y podría representar el bioma estratégico para la conservación del ocelote y otros felinos en México, ante el aislamiento que están experimentando las grandes reservas de la Biósfera en el trópico húmedo. Análisis de conectividad que incorporen calidad de hábitat y viabilidad poblacional deben revertir la baja representatividad en áreas protegidas existente en la vertiente del pacífico.

**Palabras clave:** Bosques tropicales secos, Factores influyentes, presas, vegetación.



## FACTORS THAT INFLUENCE THE PRESENCE AND ABUNDANCE OF THE OCELOT.

### Abstract

A central objective in ecology is to identify the factors that influence the distribution and abundance of species (Elith & Leathwick, 2009). The degree of influence they have in presence and abundance has been examined and it is proposed that in addition to climatic and environmental factors (precipitation, temperature, altitude and latitude), also man-made effects such as poaching, habitat degradation, and abundance of prey influence significantly (Haines et al. 2006; Massara et al. 2016; Massara et al. 2018). In recent years biotic interactions such as predation, and competition have been identified as having more determinant effects on species abundance than environmental factors. We analyzed in an exploratory way a set of nine variables (five environmental, three ecological and one anthropogenic) in relation to the abundance/presence of the ocelot in Michoacán, including descriptive and non-parametric statistics, simple and multiple regressions, in addition to main component analysis. We found a positive and significant relationship between capture rates of the ocelot with the abundance of its prey, and with the coverage of arboreal vegetation (forests of different types) ( $R^2=0.41$ ,  $p<0.05$ ). The highest coefficient of determination among prey species was obtained for *Didelphis sp.* and *Nausa narica* ( $R^2=0.53$ ,  $p=0.0047$ ). We observed that predator-competitor variables and vegetation vigor value (NDVI) influenced ( $R^2=0.68$ ,  $p=0.0018$ ) for females, while for males it was the abundance of prey and predator-competitors ( $R^2=0.52$ ,  $p<.0001$ ). The results indicate that the availability of prey and greater coverage of arboreal vegetation present significant and hypothetical coefficients of determination that influence the selection of habitats and territories, and indirectly explain the population abundance locally. As a third element was observed the presence of superior predators that indirectly influences proportionally, and finally the vigor of vegetation (NDVI). We believe that the predominance of dry and deciduous tropical forests, which experience seasonal variation in the availability of water and resources, in their distribution in the West, meant that the dams were more relevant to the abundance of the ocelot. This is the first study to examine in depth, identify and ponder the order in which the different variables, previously unknown in the literature in Mexico the relative weight of each of them, influence the abundance of the ocelot, in particular for



dry seasonal forest biomes, and for western Mexico. Although multiple studies have sampled the ocelot populations in Mexico, the order of association between the different variables to determine the elements that constitute habitat quality in the species has not been examined. Future research should examine through experimental designs the level of importance of the identified variables and corroborate or rectify the results, since other factors can also influence such as seasonal variation, the relief, and the presence of permanent springs or water sources, which were not examined in this study. The tropical deciduous forest represents 14% of the territory of Mexico, exceeds humid tropical forests in extension, and could represent the strategic biome for the conservation of the ocelot and other felines in Mexico, in the isolation of large biosphere reserves in the humid tropics. Connectivity analysis incorporating habitat quality and population viability should reverse the low representativeness in protected areas on the Pacific side.

**Keywords:** Tropical dry forests, Influential factors, prey, vegetation.



## 1.-INTRODUCCIÓN

Un objetivo central de la ecología es comprender los factores que influyen en la distribución y abundancia de las especies (Elith & Leathwick, 2009). El papel que juegan estos factores ha sido examinado en relación con lo ambiental. En una escala local, la abundancia de carnívoros superiores se ve afectada negativamente por degradación del hábitat, abundancia de presas, y la presencia de caza furtiva, ocurriendo en ocasiones de forma sinérgica. A escala continental, se han examinado fenómenos biogeográficos, con mayores abundancias locales en latitudes cercanas al Ecuador y menores a latitudes distantes (Wiens, 2011; Di Bitteti et al. 2008). Sin embargo, en los últimos años se ha destacado a las interacciones bióticas como depredación y competencia por tener efectos localmente en la abundancia de las especies, en comparación con los factores latitudinales.

Aunque la ecología de los ocelotes ha sido mejor analizada en comparación con otros mesocarnívoros, la mayoría de estudios se han realizado en áreas naturales protegidas, y más estables climáticamente en bosques más húmedos (Monterrubio-Rico et al 2017). Todavía existe imprecisión en el entendimiento del peso relativo de las variables que influyen en la abundancia y presencia del ocelote, y como estos difieren entre distintos biomas o regiones (Massara et al. 2017). Aunque de manera general se ha hipotetizado que los factores que influyen en la abundancia del ocelote pueden agruparse en tres categorías: factores ambientales (características del hábitat), factores ecológicos (interacciones ecológicas) y factores antropogénicos (actividades derivadas del humano), todavía se desconoce el peso proporcional de cada uno de estos (Massara et al. 2017).

Además, se requiere profundizar en la comprensión de como la abundancia es alterada con la fragmentación de hábitats en áreas sin protección oficial, ya que la mayoría de estudios en México han ocurrido en grandes reservas de la Biosfera donde la cobertura de bosques es extensa (Romero-Torres, 2009; Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2014; Ávila-Nájera et al. 2015; de la Torre et al. 2016).

### 1.1.-Factores ambientales

Las características del hábitat donde se desarrolla un individuo influyen en la conducta como lo es la selección y preferencias del uso de hábitat, así como tamaño de los ámbitos



hogareños, incluyendo sitios que proporcionan protección contra depredadores, o disponibilidad de agua (Olivera-Santos et al. 2012).

El grado de cobertura vegetal- forestal es uno de los factores relacionados con la abundancia del ocelote, se ha visto utiliza con más frecuencia áreas de cobertura vegetal densa (Harveson et al. 2004; Maffei et al. 2005). En cuanto a preferencia de hábitat, en la literatura se menciona que el ocelote se distribuye en una gran variedad de hábitats, desde el nivel del mar hasta los 3800 msnm (Oliveira, 1994), pero principalmente en elevaciones menores a 1200 msnm (Nowell y Jackson, 1996). Parece tolerar distintos niveles de disponibilidad de agua, ya que se le registra desde ambientes húmedos hasta semisecos (matorrales), y persiste en áreas cercanas a la presencia humana (Tello, 1986). Sin embargo, aunque la cobertura es relevante, no se explica todavía en qué medida contribuye en abundancia, en presencia o falta de otros factores, ya que el ocelote habita desde matorrales (Shindle y Tewes, 1998).

Di Bitetti et al. (2008) y Martínez-Hernández et al. (2014) describieron como a escala continental los niveles de precipitación y latitud explican la variación, sugiriendo que resulta del patrón general de la disminución de productividad primaria con la latitud, donde esperaríamos mayor abundancia en latitudes y elevaciones bajas, además de indicar que en regiones donde la estación seca es prolongada, la detección de ocelotes se concentrara en zonas con agua permanente.

## **1.2.-Factores Ecológicos**

### *Competidores y depredadores*

En las regiones donde se desarrolló el estudio existen ensambles de especies que incluyen varios carnívoros, y comprende especies con requerimientos de hábitat similares (Charre-Medellín, 2015). *Puma concolor* y *Panthera onca* se consideran como depredadores superiores, compiten y desplazan a especies de menor tamaño (Moreno et al. 2006). Por ejemplo, dentro de los bosques secos de Michoacán, se ha observado que la abundancia del ocelote es menor en sitios con frecuente actividad de puma (Monterrubio-Rico et al. 2017).



En general las interacciones ecológicas han sido poco estudiadas, a pesar de tener implicaciones importantes en la supervivencia, estructura, demografía y distribución de las especies (Gómez-Ortiz, Monroy-Vilchis, O., y Mendoza-Martínez, 2015). Se dice que ocurre competencia cuando las interacciones entre dos o más individuos afectan adversamente su condición corporal, adecuación biológica o sobrevivencia. Las interacciones entre los individuos pueden ser por interferencia (Armesto y Villagrán, 1987) o por explotación (Rosenzweig, 1978). La primera se manifiesta generalmente en forma de agresividad y territorialidad (Wise, 1983) y la segunda se da por diferencias en el uso de los recursos escasos. También existe intensa competencia entre miembros de la misma especie, especialmente cuando escasean los recursos, a la que se denomina competencia intraespecífica.

El ocelote en su extensa distribución es simpátrico con felinos de mayor tamaño, especialmente en áreas protegidas y bosques extensos y conservados (Moreira et al. 2007; Torres-Romero, 2009; Almazán-Catalán et al. 2013; Martínez-Hernandez et al. 2014; Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2014; Ávila-Nájera et al. 2015; de la Torre et al. 2016), que suelen ser competidores indirectos y a la vez sus depredadores, como el puma (Oliveira y Pereira, 2014). Sin embargo, se observa que el ocelote es más abundante en bosques primarios extensos y en áreas protegidas, sin la simpatría con jaguares y pumas, siempre y cuando presenten refugio y alimento suficiente (Haines et al. 2006; Martínez-Hernández et al. 2014; Massara et al. 2015).

Otro factor a destacar es la territorialidad, mecanismo que en los animales producen distanciamiento y una ventaja al disminuir la competencia (Morlans, 2004). La territorialidad se limita a un área, conocida como ámbito hogareño, área de alimentación, reproducción o reposo (Martella et al. 2012). La territorialidad limita el crecimiento de las poblaciones por debajo de la saturación o capacidad de carga, previniendo el agotamiento de recursos y reduciendo la competencia (Droz y Pękalski, 2001). Para el ocelote existe solo un estudio publicado en que se estima la capacidad de carga del ambiente, establecida como 1.5 ocelotes/km<sup>2</sup> en matorral tropical y chaparral del sur de Texas (Haines et al. 2006). Sin embargo, se carece de estimaciones para todo tipo de bosques, asumiéndose como capacidad de carga a la densidad promedio observada en ambientes con variación



mínima en abundancias como en áreas protegidas con ensambles de especies íntegros y ausencia de impacto humano (Moreira et al. 2007; Torres-Romero, 2009; Almazán-Catalán et al. 2013; Martínez-Hernández et al. 2014; Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2014; Ávila-Nájera et al. 2015; de la Torre et al. 2016). Además, la capacidad de carga es un parámetro difícil de calcularse, ya que experimentan territorialidad y esta fluctúa estacionalmente en función a la disponibilidad de presas, y difiere entre machos de mayor tamaño y el de varias hembras que suele hembras traslapándose con el de un macho (Lombardi et al. 2020).

Aunque se carece de evidencia de infanticidio en el ocelote, si se reporta depredación por jaguar y puma. El territorio es delimitado mediante marcaje, lo que advierte a otros individuos. La territorialidad no es exclusiva de machos, y es posible que experimenten a un grado superior de exclusión de áreas cuando los territorios se traslapan con felinos como jaguar y puma, desplazando a especies de talla menor a lugares subóptimos, degradados o menos productivos (Mackenzie et al. 2009; Lombardi et al. 2017; Hunter, 2019).

### **Disponibilidad de presas**

La disponibilidad de presas es fundamental para poblaciones de cualquier depredador. Se plantea que la abundancia de los carnívoros está regulada por la disponibilidad de presas, fluctuando entre estaciones y sitios (Sievet, 2001). Además, la abundancia de presas también se relaciona directamente con la abundancia de los depredadores recíprocamente (Novaro y Walker, 2000). Por ejemplo, Hernández Sánchez (2016), en la Sierra Norte de Oaxaca, plantearon que la abundancia del ocelote está determinada por presas potenciales como especies de los géneros *Dasyprocta* y *Cuniculus* que constituyen una parte importante de su dieta en la región.

### **1.3.-Factores antropogénicos**

La fauna se encuentra bajo presión de la expansión de actividades humanas, las cuales incluyen el crecimiento de la población humana en áreas remotas, causa principal del declive global de las especies por pérdida y fragmentación del hábitat, caza y la introducción de especies invasoras (Ripple et al. 2014). Actividades ganaderas y agrícolas



reducen y fragmentan bosques nativos transformando los paisajes a tierras de cultivo, asentamientos humanos, etc. (Crooks y Sanjayan, 2006; Massara et al. 2018).

Los felinos dependientes de los bosques conservados (Di Minin et al. 2016), por lo que son vulnerables a la pérdida de hábitat. Por ejemplo, los ocelotes son sensibles a la deforestación (Di Bitetti et al. 2006), y su viabilidad depende de su abundancia cada vez menos sitios, como reservas y pocos fragmentos grandes de bosques remotos. Se ha documentado que los felinos incluso reducen su actividad diurna para evitar momentos de mayor actividad humana.

Ante este escenario, es importante identificar para los bosques tropicales secos, y estacionales de Michoacán, los factores y su influencia proporcional en la abundancia del ocelote, considerando que la vertiente del Pacífico central de México presenta baja disponibilidad de áreas protegidas y se carece de un diagnóstico del tamaño poblacional y viabilidad que faciliten identificar condiciones y áreas donde la especie pueda presentar poblaciones viables y diseñar estrategias de conservación de la especie para el Pacífico.



## 2.-OBJETIVOS

### 2.1.-Objetivo general

- Analizar factores que influyen en la presencia y abundancia del ocelote (*Leopardus pardalis*) en Michoacán mediante registros de fototrampeo.

### 2.2.-Objetivos específicos

- Identificar los factores que influyen en la abundancia y presencia del ocelote.
- Examinar si existe diferencias en los factores que influyen por sexo

## 3.-HIPÓTESIS

**H<sub>1</sub>:** Factores ambientales (abióticos) como interacciones ecológicas (bióticos), influirán en la abundancia del ocelote . Pero al ser las interacciones ecológicas procesos a escala local, y ser independientes de factores ambientales como temperatura o humedad, se plantea que la disponibilidad de presas y competidores influyan proporcionalmente más que factores ambientales.



## **4.-METODOLOGÍA**

### **4.1.-Esfuerzo de muestreo**

Un primer conjunto de análisis incluyó la identificación y análisis comparativo de los factores que en la literatura influyen en la presencia y abundancia del ocelote, incluyendo el esfuerzo de muestreo, cobertura y factores climáticos entre los sitios donde se registró a la especie y donde no estuvo presente.

Se calculó el esfuerzo de muestreo en cada sitio utilizando estadística descriptiva, comparando posteriormente los sitios con presencia vs sitios sin registro. Se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon o Mann-Whitney examinando la duración del esfuerzo de muestreo entre ambos conjuntos de datos para identificar si existe independencia entre detección del ocelote y la duración de cada cámara activa por sitio, además de establecer el mínimo de días de esfuerzo requerido para detectar ocelote. Posteriormente se examinó la relación del esfuerzo de muestreo con respecto en las detecciones del ocelote linealmente examinando el grado de correspondencia entre el esfuerzo de muestreo y el número de registros y de individuos distintos en cada periodo de muestreo. También se estimó la equivalencia entre el número de cámaras y de ocelotes identificados en cada periodo de muestreo, ya que el número de cámaras es una medida del esfuerzo de muestreo en términos de área. Dicho radio se calculó en lo general y para cada periodo de muestreo, así como para las ecorregiones Sierra Madre del Sur y los Bosques secos de Jalisco.

### **4.2.- Porcentaje de uso de suelo**

Se analizó el uso de suelo en sitios de presencia del ocelote, comparando entre áreas con y sin detección de ocelote. Se generó un mapa con el programa QGis (versión 3.22.0) delimitando un buffer de 2.34 km<sup>2</sup> (promedio de valores del estudio de Monterrubio-Rico et al. 2017 y Guzmán, 2019) utilizando como centroide las coordenadas de cada sitio de muestreo. Se calculó el área en has de cobertura de vegetación, y uso de suelo para cada buffer, utilizando el modelo de alta definición del proyecto “Monitoreo de la cubierta del suelo y la deforestación en el Estado de Michoacán: Un análisis de cambios mediante sensores remotos a escala regional, Proyecto FOMIX Michoacán 2014” (disponible en: [Proyecto: Monitoreo de la cubierta del suelo y ... \(unam.mx\) consultado: Octubre 2022](#)). Se



reclasificó las categorías en cuatro biomas-hábitat de los usos de suelo: 1) Agropecuario: incluyó la agricultura de riego, temporal, cultivos perennes, pastizales inducidos y cultivados y zonas sin vegetación aparente, 2) Cuerpos de agua, 3) Forestal: incluye todo tipo de bosque y selvas y 4) Urbano: incluye asentamientos urbanos. Una vez clasificados se calculó el porcentaje de cada categoría, para cada uno de los sitios de presencia y ausencia, posteriormente se aplicó una prueba de  $\chi^2$  (chi cuadrado) para determinar si existe influencia de algún tipo de cobertura con respecto al uso de suelo y la presencia del ocelote.

#### **4.3.-Tasa de captura de depredadores, competidores y presas del ocelote**

Se calculó la abundancia relativa mediante tasas de captura de los principales depredadores, competidores y presas del ocelote registrados durante los muestreos. La determinación de las presas fue con base en la bibliografía sobre componentes de su dieta (Emmons, 1988; Sunquist, Sunquist, y Daneke, 1989; Chinchilla, 1994; Murray y Gardner, 1997; De Villa-Meza et al., 2002; Silva-Pereira et al., 2010). Se consideraron como presas a mamíferos pequeños y medianos desde la de menor masa *Sciurus aureogaster* (300-509g), *Dasypus novemcinctus* (4-8kg), *Sylvilagus sp.* (1,8-2.3 kg), *Didelphis sp.*(2-6 kg), *Ortalis sp.* (300-706g), hasta la de mayor masa *Nasua narica* (5-9kg). Como enemigos naturales y depredadores se consideró al *Puma concolor* y *Panthera onca*, y como competidores por interferencia se consideró al *Canis latrans* y *Urocyon cinereoargenteus*.

El análisis incluyó la comparación de las variables de los ensamblajes de especies considerando tanto las áreas y sitios con presencia de ocelote como donde no estuvo presente. Se midió la diferencia mediante pruebas de  $\chi^2$  (chi cuadrado), para evaluar diferencias. Posteriormente, se examinó individualmente cada variable cuando se observó diferencias relevantes entre las tasas de captura que podrían estar indicando una relación con la abundancia del ocelote (**Apéndice VII**).



#### **4.4.-Determinación de territorios del ocelote**

Se analizó los registros de todos los sitios para estimar los posibles territorios de ocelotes identificados y que presentaron mayor regularidad en los registros. Se construyó una matriz en donde se identificó el número de ocelotes machos y hembras que obtuvieron mayor número de recapturas en coordenadas diferentes, y se les clasificó como “ocelotes residentes”. A los registros restantes se les consideró como “ocelotes con territorio en periferia del área efectiva de muestreo”, y aquellos con solo un registro como “ocelotes sin territorio o flotantes” dependiendo de la cantidad de registros de cada individuo. Se calcularon las distancias máximas de desplazamiento (MMDD) para cada grupo de ocelotes por periodo, esta distancia fue calculada mediante el promedio de las distancias máximas registradas (Guzmán 2019). Para hembras se utilizó un buffer de 1,208.8 m y para machos de 2,360 m, empleando QGis (versión 3.22.0), para estimar cada territorio individual. En los polígonos resultantes se calculó la abundancia relativa de presas, depredadores, competidores, % de bosque, y la permanencia de cada individuo (**Apéndices II y III**).

#### **4.5.-Distancia a zonas urbanas**

Para medir la distancia de los registros a las zonas urbanas se utilizó la capa de datos “Zonas de asentamientos humanos” de la página de Infraestructura de Datos Espaciales Abiertos (IDEA) de la unidad GITS, IGg y la UNAM (disponible en: [IDEA | Descarga de datos \(unam.mx\)](#)). Se utilizó QGis (versión 3.22.0) para generar las variables, se usó el complemento Nnjoin para el cálculo de distancia aproximada del polígono más cercano a los registros de los ocelotes. Se clasificaron en 3 grupos: 1) Distante, distancias  $\geq$  a 5 km, 2) moderada, distancias  $\geq$  1 km y  $<$  a 5 km, y 3) Cercana, distancias  $<$  a 1 km.

#### **4.6.-Análisis de componentes principales**

Antes de generar los modelos de componentes principales (PCA) en JMP (versión 13.0.0), se examinó a cada variable mediante un análisis de correlación entre ellas para seleccionar un conjunto más reducido y sin correlación para reducir la multicolinealidad y que aporten información valiosa al modelo de regresión múltiple.



#### 4.7.-Modelo de regresión múltiple

El modelo de regresión lineal múltiple, permite establecer la relación que se produce entre una variable dependiente (Y) y un conjunto de variables independientes ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ). En la regresión múltiple se aproxima más a situaciones de análisis real puesto que los fenómenos suelen ser complejos y se explican por series de variables que indirectamente o directamente influyen. Además, al igual que en el modelo de regresión lineal simple, se deben cumplir con los supuestos que son:

- ✓ Homocedasticidad: la distribución de los errores respecto al plano de regresión es constante, es decir, homogénea alrededor del mismo.
- ✓ Normalidad: la distribución de los errores sigue una ley normal
- ✓ Independencia de errores: los errores son independientes entre sí, no están relacionados tampoco con las variables predictoras.

#### 4.8.-Selección de variables

La variable dependiente en cada caso fue la abundancia relativa del ocelote (IAR ocelote), o el número de ocelotes identificados, según el caso. La selección de variables independientes se estableció del resultado de los análisis previos, como de la consulta de investigaciones similares en ocelote y otros felinos como el tigrillo (López Ortiz, 2020), o puma (Charre-Medellín et al. 2015). Visualizándose así las variables que influyen en la abundancia del ocelote reportadas en diferentes trabajos (**Apéndice IV y V**). En total nueve variables reunieron las condiciones para el modelo de regresión múltiple: cinco catalogadas como ambientales, tres como ecológicas y una antropogénica (**Cuadro 5**). Además, se incluyeron los conglomerados resultantes de las variables más correlacionadas del análisis de componentes principales, para evaluar la conveniencia de introducirlas al modelo separadas, o en conjunto.



**Cuadro 5.** Variables utilizadas en el análisis de regresión múltiple.

N°	ID variable	Nombre y unidad	Descripción	Categoría
1	T° Prom.	Temperatura anual promedio (°C)	Temperatura promedio 2009-2018 de áreas muestreadas en modelo de temperatura de la CONAGUA.	Ambiental
2	P Prom.	Precipitación anual promedio (mm)	Precipitación promedio 2009-2018 registrada en los sitios de muestreo.	Ambiental
3	Elevación	Elevación promedio (msnm)	Elevación promedio en cada sitio donde se colocó cámaras trampa.	Ambiental
4	NDVI	Valor del índice de vegetación de diferencia normalizada (-1 a +1)	El vigor de vegetación mediante la medida del NIR (reflectancia en la banda infrarrojo cercano) y el VIS (reflectancia correspondiente a la banda del rojo visible).	Ambiental
5	% Bosque	Porcentaje de bosque o área forestal (km <sup>2</sup> )	Cobertura forestal calculada como se menciona en el apartado de metodología (45p.).	Ambiental
6	Presas	Tasa de captura de presas (registros/100 días-trampa)	Las tasas de captura de las tres variables fueron calculadas y comparadas como se menciona en la parte de metodología (46p.).	Ecológica
7	Depredadores	Tasa de captura de depredadores (registros/100 días-trampa)		Ecológica
8	Competidores	Tasa de captura de competidores (registros/100 días-trampa)		Ecológica
9	ZAH	Distancia a zonas de asentamientos humanos (km)	La distancia a asentamientos humanos fue calculada mediante la metodología mencionada en el área de métodos (47p.).	Antropológica



#### 4.9.-Modelos de regresión múltiple

Previo al análisis, se evaluó la fuerza de la relación de las variables individualmente mediante una regresión simple (**Apéndice VII**). Se ajustaron los modelos de cada subconjunto a los datos de la abundancia del ocelote con cada una de las variables explicativas. Se utilizó el programa de JMP (versión: 13.1.0) para el análisis de regresión múltiple, utilizando la opción de “todos los modelos posibles”, donde se generan todas las combinaciones de variables, descartando aquellas combinaciones donde existe casos particulares de multicolinealidad. Al final se seleccionaron los diez modelos con mejor ajuste. La selección del mejor modelo se basó en el criterio de información de Akaike (AIC), junto con el criterio de información bayesiano (BIC) y el valor de  $R^2$ . Ya que se consideran como criterios estadísticos que miden la calidad relativa de los modelos, y facilitan su selección. El conjunto de modelos candidatos se clasificó de acuerdo a los criterios AIC/BIC, seleccionando aquel con el mínimo de estos criterios.

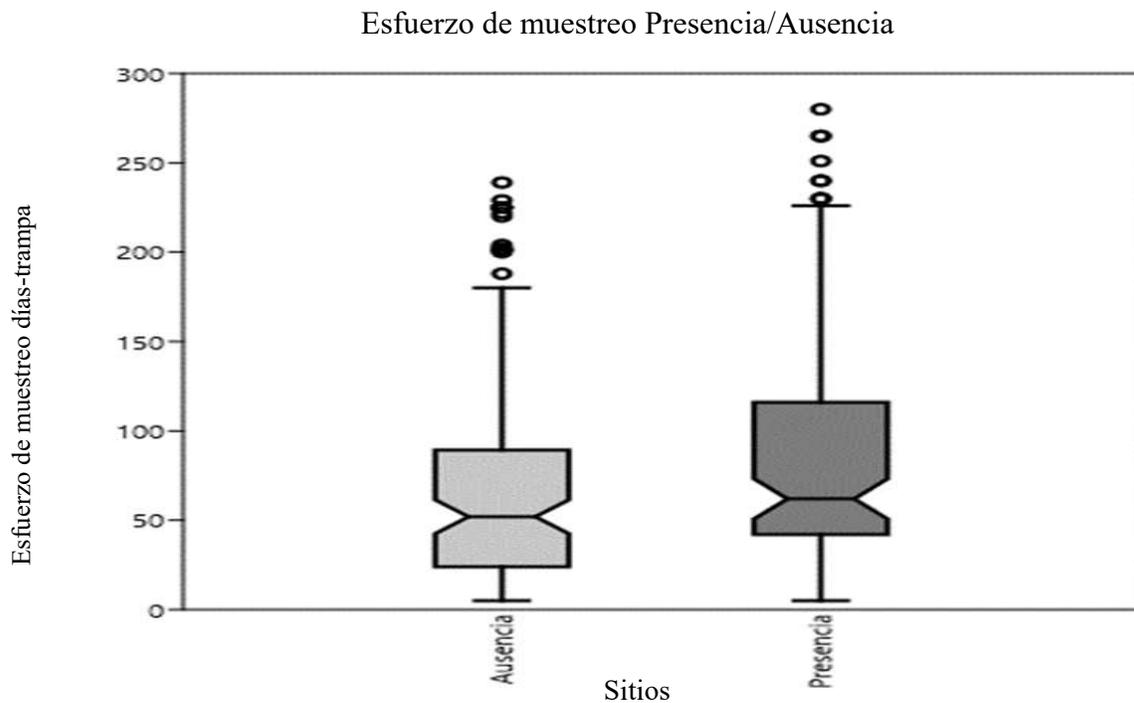
También se probaron los supuestos de regresión de los mejores modelos examinando gráficos residuales (gráficos de los residuos estandarizados en función de los predichos) y gráficos de distribución normal, con la finalidad de hacer más precisa la elección del modelo de regresión múltiple, por último, se aplicó la prueba de Durbin-Watson que detecta si los residuales de una regresión están autocorrelacionados. Esta prueba siempre presenta un resultado entre 0 y 4, un resultado de 2 o cercano significa que no hay autocorrelación, y un resultado entre 1.2 y 2.5 indica que la autocorrelación no es motivo de preocupación, en otro caso si es menor a 1.5 o mayor a 2.5 es probable que exista un problema de autocorrelación (Durbin y Watson, 1971).



## 5.-RESULTADOS

### 5.1.-Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo total acumulado en los sitios de presencia fue de 14,211 días-trampa, con un esfuerzo promedio por cámara más alto de 280 días-trampa y el mínimo de 5 días-trampa. En los sitios de ausencia el esfuerzo acumulado fue de 8,346 días-trampa, con un esfuerzo promedio mayor registrado de 239 días-trampa y un mínimo de 5 días-trampa. Los resultados muestran diferencias significativas en la prueba de Wilcoxon ( $p < 0.05$ ,  $W = 2565$ ) por lo tanto las medias del conjunto de sitios con donde se registró ocelote presentaron mayor duración de exposición (**Figura 6**).



**Figura 6.** Esfuerzo de muestreo por paraje entre sitios de presencia y ausencia del ocelote del 2009-2018.

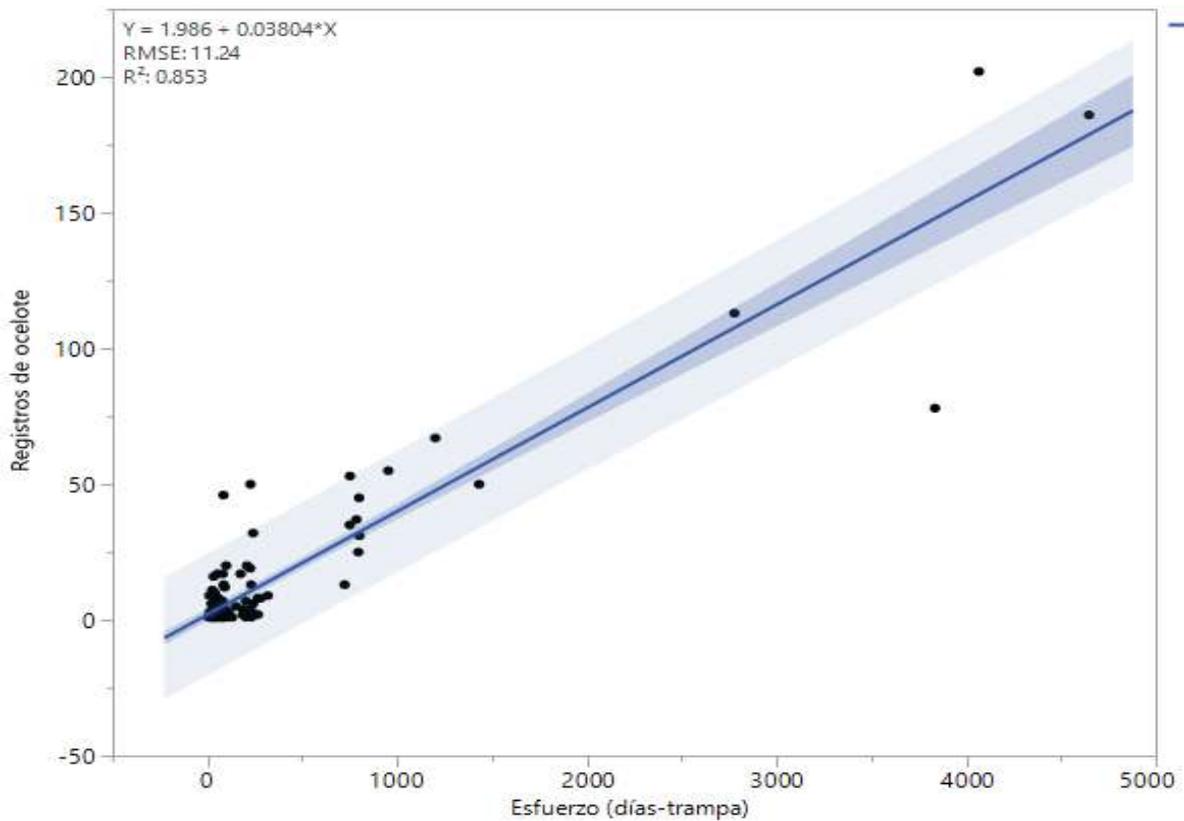


El esfuerzo total acumulado en la Sierra Madre del Sur fue de 4,795 días-trampa, donde los sitios con mayor esfuerzo por cámara fueron de 240 días-trampa, y el mínimo en que se detectó ocelote fue de 10 días-trampa. En los Bosques secos de Jalisco el esfuerzo acumulado de las cámaras que lo registraron fue de 5,374 días-trampa, con 230 días-trampa en la cámara de mayor esfuerzo y el menor con mínimo de 5 días-trampa. Por último, en la región de Bosques secos del Balsas el esfuerzo acumulado de cámaras que registraron ocelote fue de 4,042 días-trampa, la cámara con mayor esfuerzo estuvo activa 265 días-trampa y la cámara de menor tiempo activa fue de 53 días-trampa. El esfuerzo acumulado de cámaras sin registro en la Sierra Madre del Sur fue de 2,561 días-trampa, con intervalo de esfuerzo por paraje/sitio de 151 días-trampa y 6 días-trampa. En los Bosques secos de Jalisco el esfuerzo acumulado fue de 1,318 días-trampa, con intervalo máximo de 85 y un mínimo de 5 días-trampa. Por último, en la región del Balsas el esfuerzo acumulado de cámaras sin registro fue de 4,467 días-trampa con un intervalo máximo de 239 y mínimo de 7 días-trampa. Se obtuvo diferencia significativa en la prueba de Kruskal-Wallis ( $\chi^2=47.3596$ ,  $gl=2$ ,  $p<.0001$ ) por lo tanto el esfuerzo de muestreo en presencia y detección del ocelote si es estadísticamente diferente entre regiones.

La regresión lineal simple indicó que la variable del esfuerzo de muestreo en relación a la cantidad de registros que se obtienen se relaciona en forma positiva y significativamente ( $R^2=0.85$ ,  $p<0.0001$ ), existiendo una correspondencia entre el esfuerzo y la cantidad de registros obtenidos, que, por cada aumento de una unidad de esfuerzo, en la ecuación se espera un 0.03804 registros de ocelote, equivaliendo un registro de ocelote a 33 unidades o días-cámara de esfuerzo (**Figura 8**). También puede usarse el esfuerzo como predictor de la cantidad de individuos a registrarse ( $R^2=0.76$ ,  $p<0.0001$ ). Por cada aumento en unidad de esfuerzo el número de individuos identificables aumenta en 0.0005508 (**Figura 9**), o a la inversa para identificar un individuo se requiere de un esfuerzo en cámaras trampa de 1,815. También se encontró una relación positiva, significativa, y con el valor más alto de coeficiente de determinación ( $R^2=0.87$ ,  $p<0.0001$ ), la relación entre el número de registros, y como variable dependiente el número de individuos identificables. Por cada registro de aumento, el número de individuos identificables aumenta en 0.2086, representando cinco registros la identificación de un ocelote (**Figura 10**).

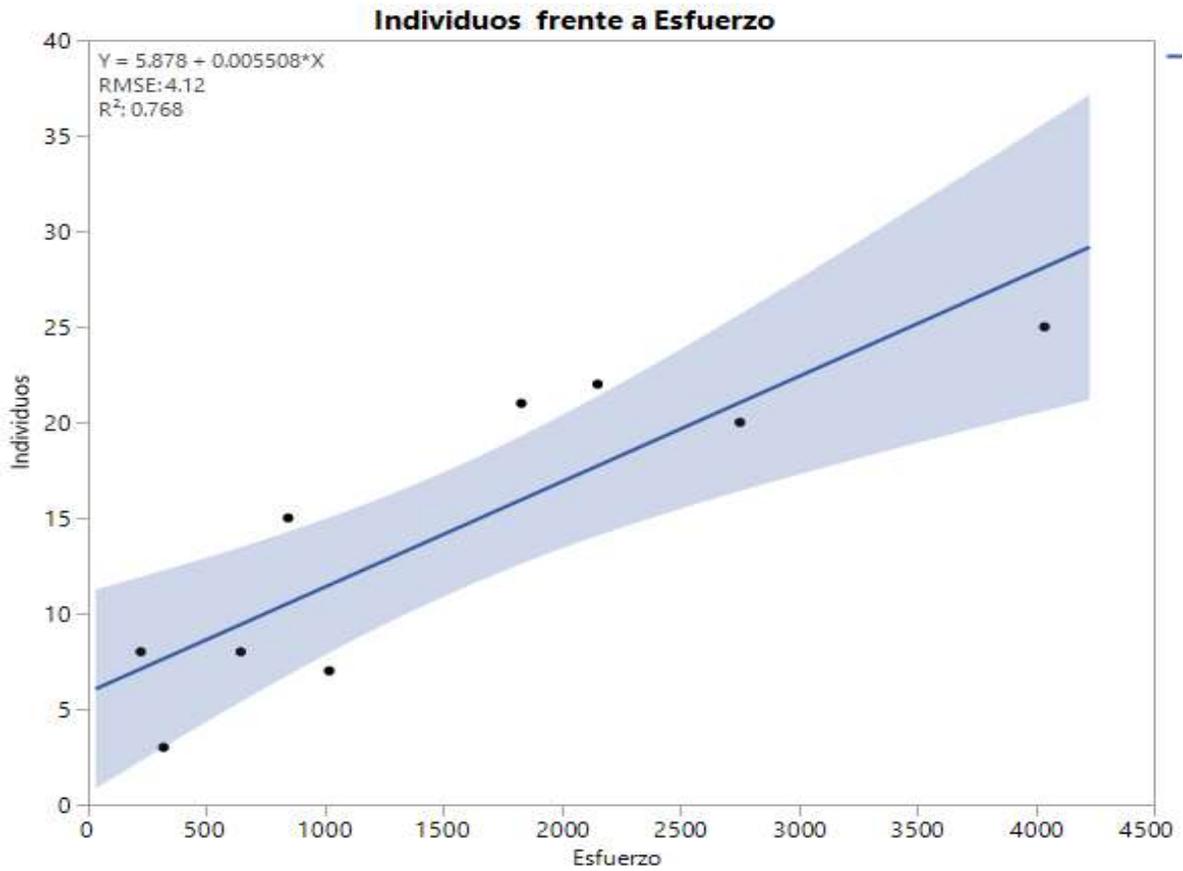


Aplicando la ecuación, 500 días de esfuerzo de muestreo equivalen a 21.06 registros y a 6.1 individuos. Mientras que 500 registros (ligeramente inferior a los obtenidos para Michoacán) equivale a registrar 106.14 individuos.



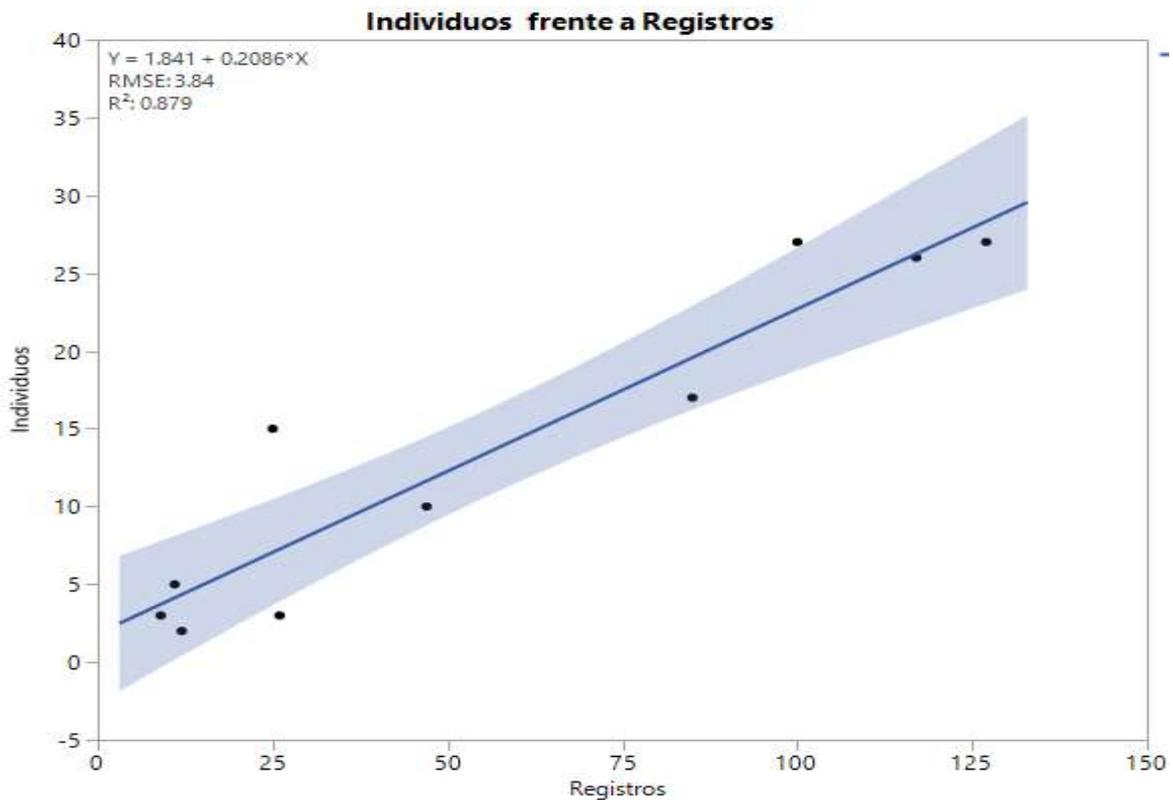
**Figura 7.** Relación entre el esfuerzo de muestreo y número de registros durante el 2009 al 2018 en el estado de Michoacán.





**Figura 8.** Relación observada entre el número de individuos de ocelote con respecto al esfuerzo de muestreo durante el periodo 2009 al 2018 en el estado de Michoacán.



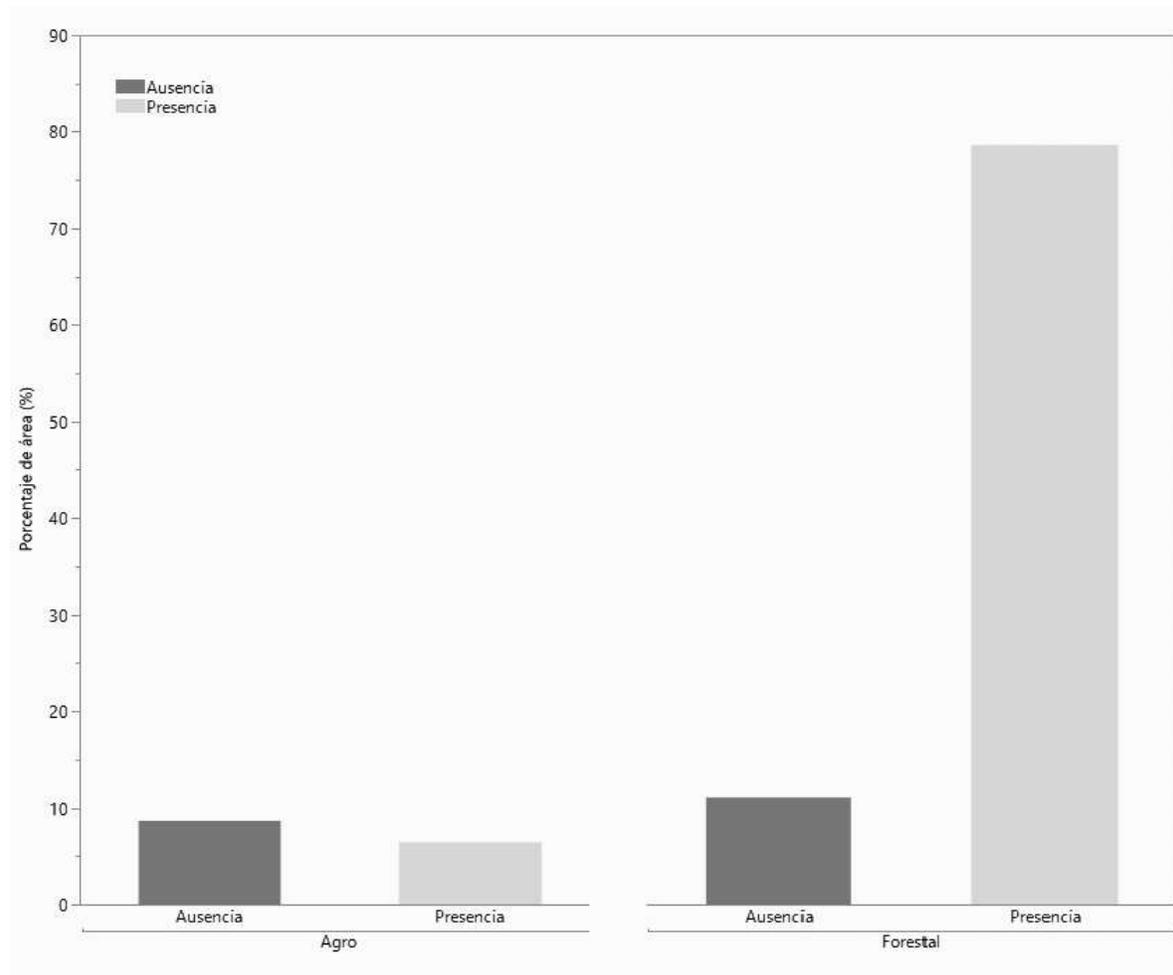


**Figura 9.** Relación entre el número de individuos identificados de ocelote con respecto al número de registros de ocelote (2009 al 2018).

## 5.2.-Porcentaje de uso de suelo en torno a sitios de muestreo

Se observó diferencias significativas entre los tipos de uso de suelo con respecto a la proporción de sitios con registro de ocelote. Para el agropecuario ( $\chi^2= 33.9$ ,  $gl=1$ ,  $p < 0.05$ ) con mayor porcentaje de sitios de ausencia, y el forestal ( $\chi^2= 263.7$ ,  $gl=1$ ,  $p < 0.05$ ) y para cuerpos de agua ( $\chi^2= 10.58$ ,  $gl=1$ ,  $p < 0.05$ ) siendo mayor en los sitios de presencia de ocelote (**Figura 10**).

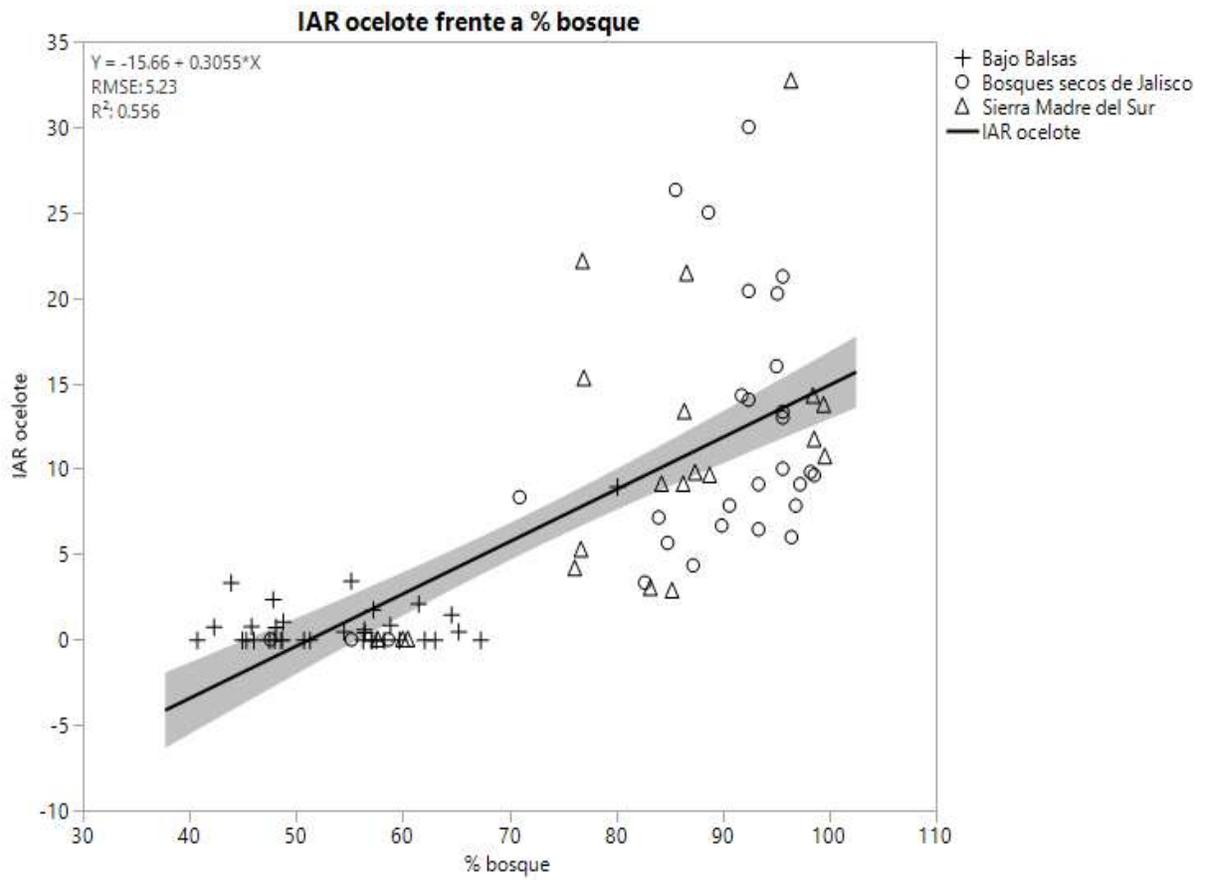




**Figura 10.** Comparación del porcentaje de sitios muestreados con respecto a cobertura.

En la regresión lineal de abundancia de ocelote y el porcentaje de bosque ( $IAR = -15.6590 + 0.3054 * \% \text{ bosque}$ ) fue moderada pero significativa y predictiva ( $R^2 = 0.55$ ,  $N = 92$ ,  $p < 0.001$ ), utilizamos este modelo para explicar la influencia que tiene el porcentaje de bosque sobre la abundancia del ocelote (**Figura 11**).





**Figura 11.** Regresión entre abundancia de ocelote y el porcentaje de bosque por regiones.



### 5.3.-Abundancia relativa de depredadores/ competidores y presas

El ocelote presentó mayor tasa de captura en ausencia de puma y menor en sitios con puma, por lo que se podría decir que la presencia del puma influye sobre la presencia/abundancia del ocelote. La tasa de captura del ocelote fue similar entre áreas con presencia y en ausencia de jaguar. Con respecto a competidores no se observan diferencias significativas en la tasa de captura. En cambio, con respecto al registro de presas las tasas de captura (5.21 registros/días-trampa), fueron mayores en sitios donde se encuentra mayor abundancia de sus presas, por lo tanto, este sería un factor que influye en la presencia/abundancia del ocelote (**Cuadro 6**).

**Cuadro 6.** Tasas de captura del *Leopardus pardalis* en presencia/ausencia de depredadores, competidores y presas.

		Tasa de captura registros/días-trampa
<b>Ausencia</b>		<i>Leopardus pardalis</i>
<b>Depredadores</b>		
	<i>Puma concolor</i>	<b>6.22</b>
	<i>Panthera onca</i>	5.14
<b>Competidores</b>		6.20
<b>Presas potenciales</b>		3.76
<b>Presencia</b>		
<b>Depredadores</b>		
	<i>Puma concolor</i>	4.86
	<i>Panthera onca</i>	5.15
<b>Competidores</b>		6.08
<b>Presas potenciales</b>		<b>5.21</b>

### 5.4.-Presencia de presas

En los sitios de ausencia de presas se registró al ocelote en 11 parajes, siendo el máximo cuatro presas diferentes registradas, en cambio en los sitios de presencia de presas se registró al ocelote en 96 parajes con el máximo de cinco especies de presas diferentes. Se obtuvo diferencias significativas en la prueba de Wilcoxon ( $p < 0.05$ ,  $W = 8.3855$ ) en tasas de captura del ocelote en sitios con presas y sitios sin presas.

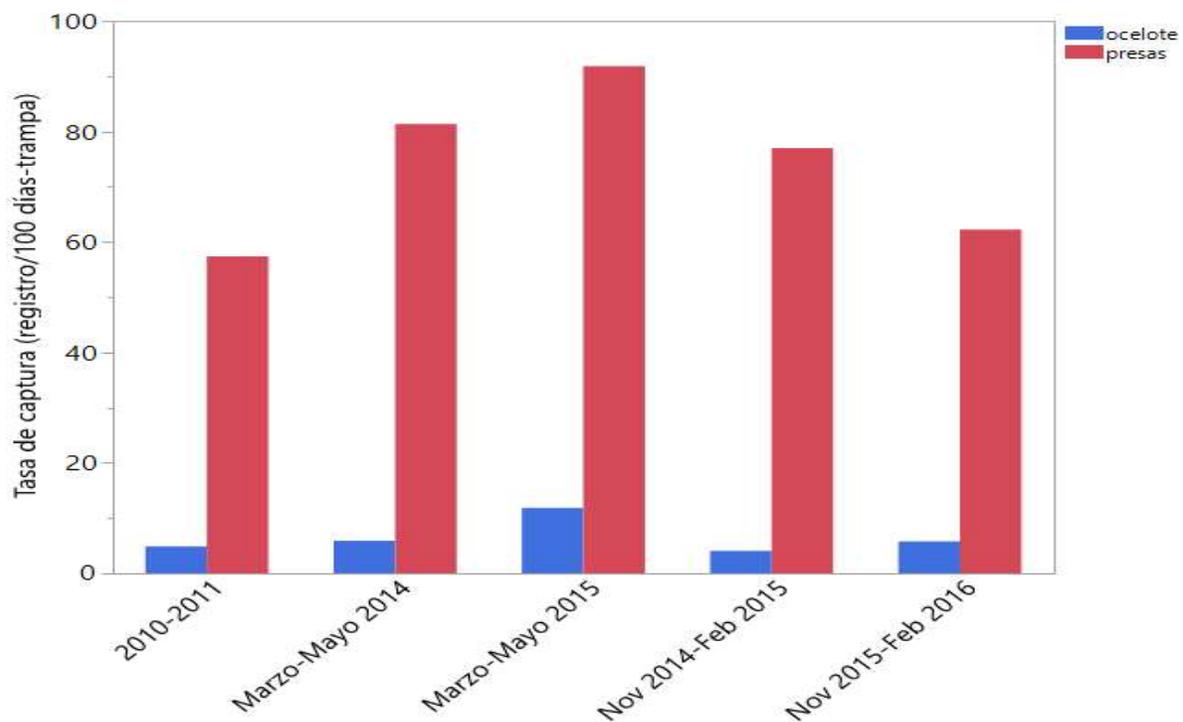


### 5.5.-Depredación y competencia

El ocelote se registró 38 parajes con ausencia de grandes felinos, y en 24 con ausencia de competidores, mientras que fue simpátrico en 18 parajes con grandes felinos y 19 parajes con competidores, existiendo diferencias estadísticas en la prueba de Wilcoxon ( $p < 0.05$ ,  $W = 4.8700$ ) entre la tasa de captura del ocelote en sitios con respecto al puma, pero no hubo diferencia estadística con respecto al jaguar ( $p > 0.05$ ,  $W = 0.0107$ ). Con los competidores no se encontró diferencias estadísticas en tasas de captura entre sitios con y sin competidores ( $p > 0.05$ ,  $W = 0.0802$ ).

### 5.6.-Abundancia ocelote, presas y depredadores

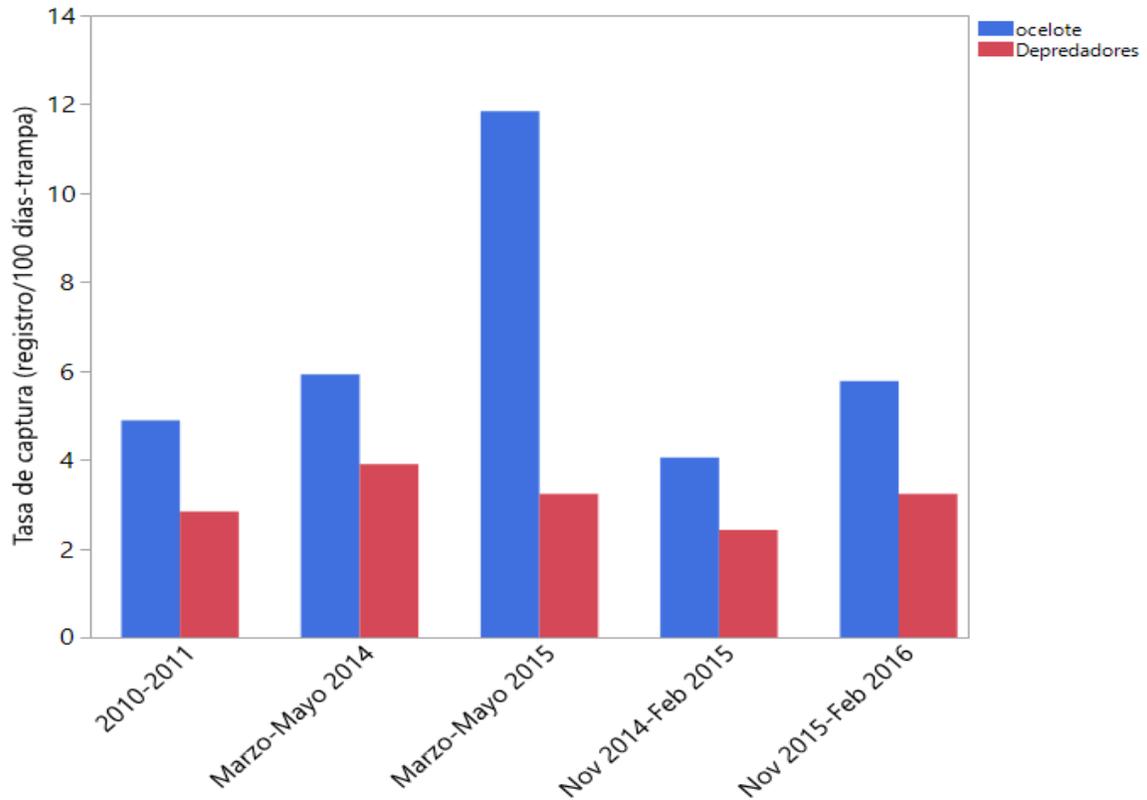
Al comparar la tasa de captura del ocelote y las presas entre periodos, se puede observar que la abundancia de presas fue alta todos los periodos, pero en el periodo 3 se registró la mayor tasa para las presas y también para el ocelote (**Figura 12**).



**Figura 12.** Abundancias del ocelote y presas por periodo.



En el caso de la tasa de captura de depredadores se observa que se mantuvo baja en comparación con la tasa de captura del ocelote. Además, el registro más alto de la tasa de captura del ocelote se obtuvo en el periodo 3 donde la tasa de captura de los depredadores es menor (**Figura 13**).

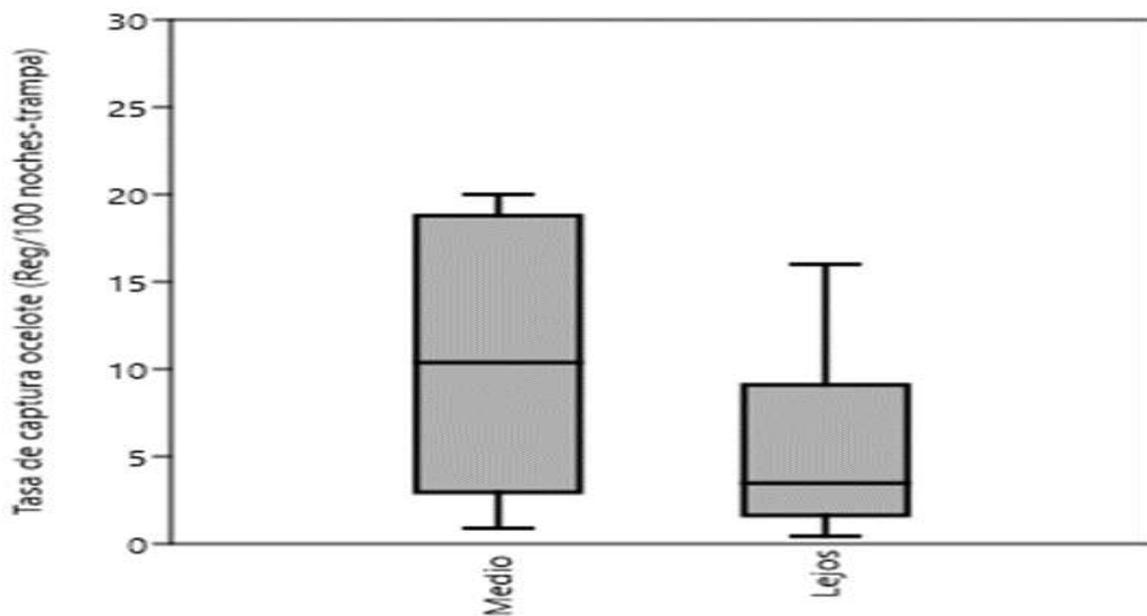


**Figura 13.** Abundancias del ocelote y depredadores por proyecto 2010 a 2016, en Michoacán.



### 5.7.-Distancia a zonas de asentamientos humanos

De los 224 parajes, 203 (90.7%) fueron clasificados como “Lejanos”, 20 (8.8%) parajes como a moderada distancia y solo 1 (0.4%) como “cerca”. La tasa de captura para los sitios lejanos “Lejanos” fue 8.01 registros/100 días-trampa, y en los parajes a distancia moderadamente fue de 8.8 registros/100 días-trampa y 6.09 registros/100 días-trampa para el único paraje cercano (**Figura 14**). De acuerdo a la prueba de Wilcoxon, si hay tasas de captura significativamente más altas a distancias moderadas a asentamientos humanos, las medias de los grupos ( $W= 5886, p=>0.05$ ).

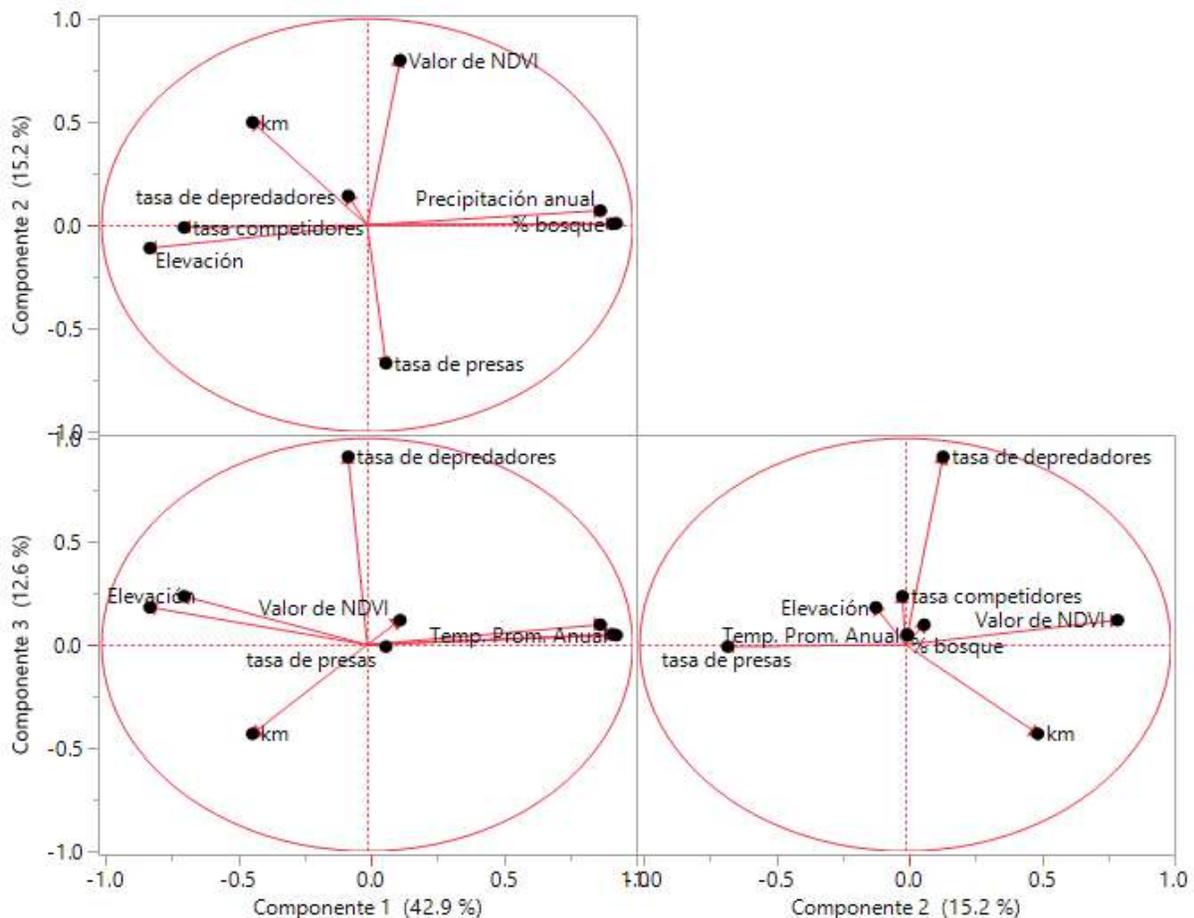


**Figura 14.** Medianas de los grupos de distancia a zonas urbanas con la tasa de captura de ocelote ( $W= 5886, p=>0.05$ ).



### 5.8.-Análisis de componentes principales

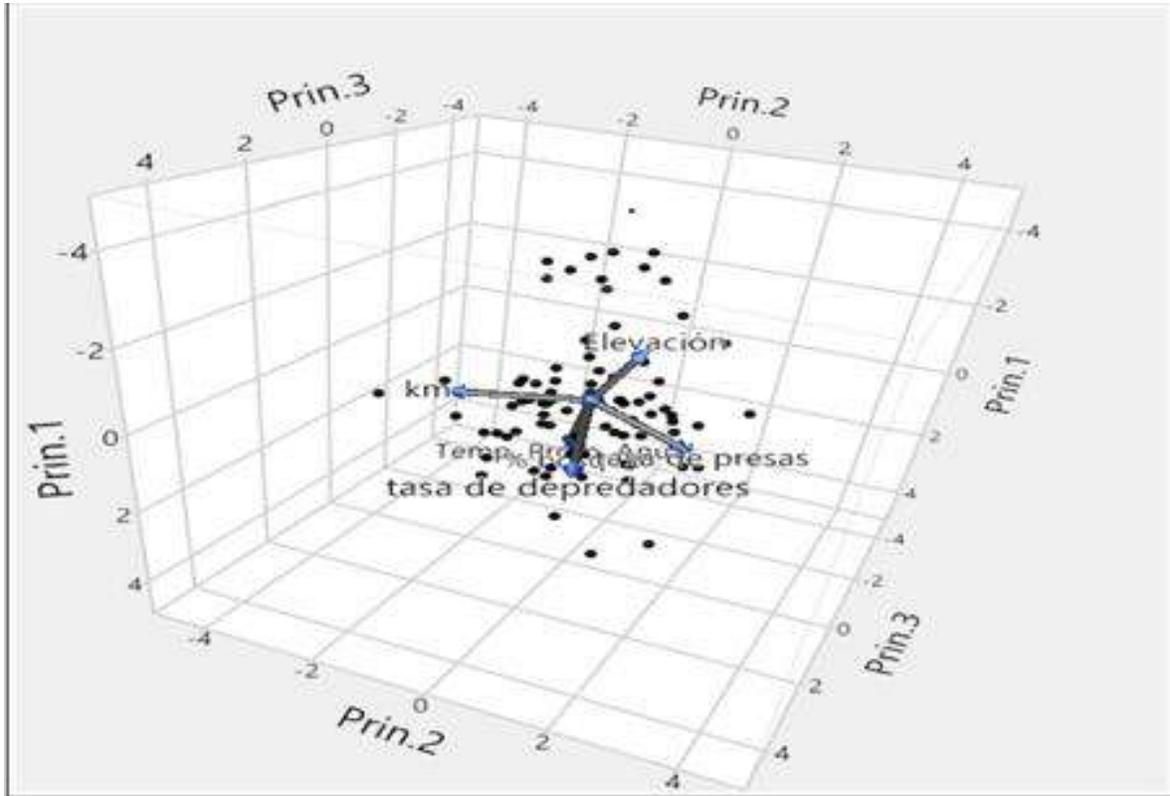
La ordenación derivada del análisis de componentes principales explica el 70.7% de la varianza acumulada en los tres primeros ejes (**Cuadro 7, Figura 15**). El componente 1 (42.9%) está determinado de manera positiva por la variable de la temperatura promedio y de manera negativa por la variable de elevación. Es así como, sobre la derecha del eje 1 se visualizan las variables que se asocian entre sí. A su vez, el componente 2 (15.24%) está determinado de forma positiva por el valor de NDVI, y de forma negativa por la abundancia de presas. Por otro lado, el componente 3 (12.58%) está determinado por la variable de tasa de depredadores de manera positiva y de manera negativa por la distancia a asentamientos humanos.



**Figura 15.** Proyección en el plano factorial de los tres primeros componentes principales.



La grafica 3D muestra como los tres primeros componentes principales se relacionan en una tercera dimensión, interactuando en conjunto (**Figura 16**).



**Figura 16.** Representación 3D de los componentes principales.



**Cuadro 7.** Matriz de componentes principales en variables relacionadas con la abundancia del ocelote. En letra negra las variables significativas (correlaciones >0.50).

\*AH= Distancia con asentamientos humanos.

Variable	Componentes		
	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Presas	0.03585	<b>-0.57123</b>	-0.00817
Depredadores	-0.03650	0.12113	<b>0.85595</b>
Competidores	-0.35104	-0.00962	0.22088
Distancia AH*	-0.21989	0.42561	-0.40550
% bosque	0.47050	0.00480	0.04749
Temp. Prom. Anual	0.47710	0.00741	0.04346
Precip. anual	0.44656	0.06012	0.09117
Elevación	-0.41644	-0.09488	0.17039
Valor de NDVI	0.06299	<b>0.68197</b>	0.11218
p	<0.0001	<0.0001	<0.0001

### 5.9.-Conglomerados por asociación

De acuerdo a las correlaciones obtenidas se obtuvo tres conglomerados por asociación. El primer conglomerado se conformó con variables ambientales, el segundo de la variable antropogénica junto con competidores, y el tercer conglomerado agrupó variables ecológicas (**Cuadro 8**).

**Cuadro 8.** Matriz de conglomerados por asociación.

N° Conglomerado	Miembros	Variable más representativa	Proporción de la variación explicada por conglomerado
CA	% bosque Temp. Prom. Anual Precipitación anual Elevación	<b>Bosque primario (%)</b>	0.285
C2	tasas competidores ZAH Valor de NDVI	<b>Valor de NDVI</b>	0.164
C3	TC de presas TC de depredadores	<b>Tasa de presas</b>	0.144

### 5.10.-Modelo de regresión lineal múltiple



Se seleccionó los diez mejores modelos de regresión lineal múltiple basados en 11 variables espaciales (variable antropogénica, cuatro variables ambientales, tres variables ecológicas y tres variables construidas por asociación). El modelo más parsimonioso, al presentar con el menor número de variables y el coeficiente de determinación más alto ( $R^2=0.42$ ), y significativo ( $F=21.027$ ,  $N=91$ ,  $p<0.05$ ), fue el n. 11. Explica el 41% de la variación de la abundancia con menos variables (**Cuadro 9**). Este modelo indicó que presas y porcentaje de bosque tienen efectos positivos en las abundancias del ocelote, y la variable de presas explicó un porcentaje mayor de la variabilidad en la abundancia del ocelote, con coeficientes de determinación ( $R^2$ ) a de 30% y 8% respectivamente. Se muestra el error estándar de los coeficientes de regresión, el efecto principal que obtuvo cada variable sobre la abundancia y la prueba de Durbin. (**Cuadro 10**).

**Cuadro 9.** Modelos de regresión múltiple basados en valores de criterio de información de Akaike (AICc) y Bayesiano (BIC).

N° Modelo	Variables predictoras	N° variables	R <sup>2</sup>	RMSE	AICc	BIC	Significancia de covariables
11	Presas, % bosque	2	0.41	2.813	308.00	310.2	Todos
2	Presas, CA	2	0.39	2.9808	317.00	324.8	Todos
16	Presas, ZAH, % bosque	3	0.42	2.9599	317.45	327	ZAH sin significancia
17	Presas, Depredadores, % bosque	3	0.42	2.9716	317.93	327.4	Depre sin significancia
18	Presas, km, CA	3	0.42	2.9737	318.02	327.5	ZAH, CA sin significancia
22	Presas, % bosque, Precipitación anual	3	0.41	2.9859	318.53	328.0	Precip. sin significancia
26	Presas, ZAH, NDVI	3	0.41	2.9903	318.70	328.2	ZAH sin significancia
8	Presas, Depredadores	2	0.39	3.0271	318.91	326.7	Todos
29	Presas, Depredadores, ZAH, % bosque	4	0.43	2.965	319.03	330.27	ZAH sin significancia
30	Presas, Competidores, ZAH, % bosque	4	0.43	2.9656	319.06	330.29	Compe, ZAH sin significancia

**Cuadro 10.** Parámetros del mejor modelo de regresión múltiple.



Término	Estimación	SE	Razón		Efecto principal	R valor	Durbin-Watson
			t	Prob >  t			
Constante del modelo	-2.392758	1.89755	-1.26	<.0001			1.70
Abundancias presas	0.3280443	0.05511	5.95	<.0001	0.734	.30	p>0.05
% bosque	0.0388405	0.02179	1.78	0.009	0.266	.08	

Los parámetros del mejor modelo abundancia del ocelote son:  $-2.39275+0.3280*\text{tasa de presas}+ 0.038840*\%$  de bosque.  $\beta_1$  indica que por cada registro de presas que aumente, la abundancia del ocelote aumenta un 0.3280, mientras que en  $\beta_2$  por cada unidad de aumento en porcentaje de bosque la abundancia del ocelote se espera aumente un 0.0388. Las variables incluidas en el modelo no presentaron autocorrelación ( $d=1.70$ ,  $p>0.05$ ). Aunque se observa que las presas presentan la mayor influencia proporcional (0.734) sobre la abundancia del ocelote.

### 5.10.1.-Modelo de regresión lineal múltiple

Examinando la relación entre especies de presas, el análisis de regresión múltiple indica que el modelo entre la abundancia del ocelote con respecto a las dos presas de mayor abundancia relativa, el tlacuache (*Didelphis sp.*) y el tejón (*Nasua narica*) mostró un coeficiente de determinación importante ( $R^2= 0.53$ ),  $N=91$ ,  $p=0.0047$ ) explicando un 53% de la variación en la abundancia del ocelote (**Cuadro 11**).

**Cuadro 11.** Parámetros del modelo de regresión lineal múltiple que explica la abundancia de ocelote en base a la abundancia de presas específicas.



Término	Estimación	SE	R <sup>2</sup> valor	Razón t	Prob >  t	Durbin-Watson
Constante del modelo	3.9493397	1.50216		2.63	0.0234	1.590
		8				p>0.05
<i>Didelphis sp.</i>	0.1538191	0.04472	.50	3.44	0.0055	
		4				
<i>Nasua narica</i>	-0.032373	0.02680	.03	-1.21	0.0252	
		6				
Model:abun~presas ( N: 91), RMSE=2.887, R <sup>2</sup> =0.5340; ajustado R <sup>2</sup> =0.5093						

### 5.10.2.-Modelo regresión lineal múltiple para hembras

Para este modelo se utilizó los datos de hembras clasificadas como “residentes”, ya que presentaron un territorio establecido (**Apéndice II**). Se presenta el resultado de los diez mejores modelos de regresión lineal múltiple basados en cinco variables espaciales (una variable antropogénica, dos variables ambientales, dos variables ecológicas). La negrita indica el modelo con mejor desempeño y parsimonia al explicar la máxima variación con el menor número de variables en la abundancia de las hembras de ocelotes identificadas (**Cuadro 12**).

El mejor modelo incluyó dos variables: un factor ecológico (depredadores) y uno ambiental (valor de NVDI). Este modelo fue significativo ( $p=0.0018$ ), y explica un 68% de la variación de la abundancia de las hembras residentes ( $R^2= 0.68$ ,  $F=11.87$ ,  $N=20$ ) (**Cuadro 12**).

**Cuadro 12.** Comparación de modelos de regresión múltiple en que se analiza la abundancia de hembras residentes con variables más explicativas basados en valores de criterio de información de Akaike (AICc) y Bayesiano (BIC).



N° Modelo	Variables predictoras	N° variables	R2	RMSE	AICc	BIC	Significancia de covariables
<b>6</b>	<b>Depre, NDVI</b>	<b>2</b>	<b>0.683</b>	<b>2.3802</b>	<b>65.07</b>	<b>70.19</b>	<b>Todos</b>
3	Depre, % Bosque	2	0.659	2.4699	74.11	72.22	Todos
8	Depre, Presas	2	0.568	2.7797	77.420	75.53	Presas sin significancia
18	Depre, Presas, NDVI	3	0.683	2.4963	78.13	73.82	NDVI sin significancia
11	Depre, ZAH	2	0.533	2.8886	78.50	76.61	ZAH sin significancia
20	Depre, Presas, % Bosque	3	0.659	2.5893	79.15	74.85	Presas sin significancia
13	Presas, NDVI	2	0.508	2.9651	79.23	77.34	Presas sin significancia
14	Presas, % Bosque	2	0.452	3.129	80.73	78.85	Ninguna
21	Depre, Presas, ZAH	3	0.583	2.8624	81.96	77.66	ZAH sin significancia
15	Presas, ZAH	2	0.263	3.6297	84.89	83.00	Ninguna

Al desglosar el mejor modelo se observa que las variables, depredadores y valor de NDVI son las de mayor capacidad explicativa o de mejor desempeño en describir la relación entre variación en la abundancia en hembras residentes, siendo la variable de depredadores la que cuenta con mayor peso, con coeficientes de determinación de  $R^2$  de 40% y 28% respectivamente (**Cuadro 13**).



**Cuadro 13.** Parámetros del mejor modelo de regresión lineal múltiple que explica la abundancia de hembras residentes en Michoacán.

Término	Estimació n	SE	R <sup>2</sup> valor	Razón t	P	Durbin-Watson
Constante del modelo	-13.93487	5.310834		-2.62	0.023	1.58
tasa de depredadores	0.6975786	0.279342	.40	2.50	0.029	p>0.05
NDVI	62.881777	20.14928	.28	3.12	0.009	

Modelo: abundacia.H~depre/NDVI, RMSE=2.380, R<sup>2</sup>=0.683, ajus  
R<sup>2</sup>=0.625

### 5.10.3.-Modelo regresión lineal múltiple para machos

Para este modelo se ocuparon los registros de los machos clasificados como “residentes”, ya que presentaron un territorio establecido (**Apéndice III**). Se seleccionó los diez mejores modelos basados en cinco variables (una variable antropogénica, dos variables ambientales, dos variables ecológicas). El modelo más parsimonioso y con mayor capacidad explicativa en la regresión múltiple incluyó dos variables: correspondientes a factores ecológicos, depredadores y presas. Este modelo fue significativo ( $p < .0001$ ), explicando un 52% de la variación de la abundancia en individuos machos ( $R^2 = 0.52$ ,  $F = 14.0836$ ,  $N = 27$ ). La negrita indica el mejor modelo utilizado en que se describe la variación en la abundancia de machos residentes de ocelote (**Cuadro 14**).



**Cuadro 14.** Comparación de los 10 mejores modelos de regresión múltiple de abundancia de ocelotes machos basados en valores del criterio de información de Akaike (AICc) y Bayesiano (BIC).

N°	Modelo	Variables predictoras	N° variables	R2	RMSE	AICc	BIC	Significancia
6		Presas, Depredadores	2	0.5298	1.9681	120.94	121.53	Todos
16		Presas, Depre, NDVI	3	0.5743	1.9114	124.15	128.08	NDVI sin sig
		Presas, Depre, %	3					
17		Bosque		0.5108	1.9413	125.02	128.95	Todos
18		Presas, Depre, ZAH	3	0.5299	2.0086	126.92	130.86	ZAH sin sig
26		Presa, Depre, NDVI, %Bos	4	0.5815	1.9359	126.94	130.93	Ninguno
8		Presas, % Bosque	2	0.4685	2.0924	127.37	130.96	% B. sin sig
29		Presas, ZAH	2	0.4406	2.1467	128.807	132.397	Ninguno
31		P, Depre, NDVI, %, ZAH	5	0.5878	1.9644	130.118	133.844	ZAH sin sig
10		Depre, % Bosque	2	0.1216	2.6899	141.439	145.029	Ninguno
21		Depre, NDVI	2	0.1172	2.6968	141.581	145.171	NDVI sin sig

El mejor modelo desglosado indica que las variables de presas y depredadores son las de mayor influencia en describir la variación de la abundancia de ocelotes machos, siendo la variable de presas la de mayor influencia, con coeficientes de determinación de  $R^2$  en un 44% y 8% respectivamente (**Cuadro 15**).



**Cuadro 15.** Parámetros del modelo de regresión lineal múltiple que mejor explica la abundancia de ocelotes macho residentes.

<b>Término</b>	<b>Estimación</b>	<b>SE</b>	<b>R<sup>2</sup> valor</b>	<b>Razón t</b>	<b>Prob &gt;  t </b>	<b>Durbin- Watson</b>
Constante del modelo	1.7717046	0.539511		3.28	0.0030	1.850 P>0.05
Presas	0.0052721	0.001025	.44	5.14	0.0010	
Depredadores	0.1572795	0.072217	.08	2.18	0.0391	
Modelo: abundancia.M~Pre/Depre, RMSE=1.9681, R <sup>2</sup> = 0.5297, ajustado R <sup>2</sup> =0.4921						

#### 5.10.4.-Modelo de regresión lineal múltiple presas y depredadores

El análisis indica que existe una relación significativa entre la abundancia del puma (*Puma concolor*) y el tlacuache (*Didelphis sp.*) con la abundancia del ocelote, al describir un 61% de la variación en la abundancia del ocelote ( $R^2=0.6155$ ,  $F=20.017$ ,  $N=27$ ,  $p=0.0003$ , (Cuadro 16).

**Cuadro 16.** Parámetros del modelo de regresión lineal múltiple con mayor capacidad explicativa en relación a la abundancia de machos residentes y presas y depredadores.

<b>Término</b>	<b>Estimación</b>	<b>SE</b>	<b>R<sup>2</sup> valor</b>	<b>Razón t</b>	<b>Prob &gt;  t </b>	<b>Durbin-Watson</b>
Constante del modelo	2.8377926	0.492414		5.76	0.0003	1.75 P<0.05
IAR tlacuache	0.1705561	0.026995	.54	6.32	0.0067	
IAR puma	-0.305008	0.13989	.07	-2.18	0.0389	
Modelo: abundancia. M~Pre/Depre/Sp, RMSE=1.779, R <sup>2</sup> = 0.6155, ajust R <sup>2</sup> =0.5848						



## 6.-DISCUSIÓN

Este es el primer estudio en el que se examina factores que influyen en la abundancia del ocelote para bosques tropicales estacionalmente secos, tanto para México como para el occidente. Se han realizado estudios donde se evalúa la influencia de factores sobre la abundancia de la especie, pero en áreas protegidas y bosques de mayor estabilidad climática y humedad. Por ejemplo, la influencia de la precipitación y latitud a escala continental (Di Bitteti et al. 2008), o los efectos de los impactos humanos (Cruz et al. 2018), las interacciones ecológicas en áreas protegidas (Massara et al. 2016). Sin embargo, para Michoacán en bosques secos tropicales se planteó anteriormente que los factores ecológicos locales pueden describir mejor la abundancia del ocelote, al mostrar poder predictivo las variables climáticas (Monterrubio-Rico et al. 2017).

Se analizó múltiples factores que influyen en la abundancia del ocelote en Michoacán, desde el número de cámaras utilizadas, la duración del muestreo hasta la disponibilidad de presas (Olivera et al., 2010; Foster y Harmsen, 2011). En el análisis efectuado la muestra de localidades, esfuerzo promedio por cámaras y duración en años de los muestreos permitió analizar tamaños de muestra suficientes y pertinentes para las distintas preguntas de investigación en la medida de lo posible, pero con suficiente independencia entre datos y localidades. Se dispuso de 220 parajes o sitios de colocación de las cámaras, y un esfuerzo de muestreo acumulado de 22,527 días-trampa. Por lo que se plantea que en los resultados la influencia de posibles sesgos por error de muestreo, o insuficiente tamaño de muestra son mínimos. Previo a los análisis se examinó la relación entre generación de registros y el esfuerzo, así como por diferencias entre esfuerzo individual de las cámaras.

Además, el modelo de regresión basado en sub-muestra que solo incluyó las regiones con muestreo continuo e interrumpido durante varios años, se constituye en una validación indirecta de los resultados en lo general, ya que mediante el uso de la ecuación de dicho modelo se identificó el esfuerzo requerido para 500 registros, y su equivalencia en individuos distintos, indicando que 500 registros equivalen a 106 individuos identificables.



Este resultado valida los análisis generales, ya que, mediante un subconjunto de datos analizado en regresiones independientes, se obtuvo resultados similares a los obtenidos a escala estatal que son 559 registros y 115 individuos identificados.

Identificar y explicar que factores y cómo influyen en la abundancia del ocelote requirió la totalidad de los registros y varias etapas de análisis. Primero examinar y comparar los sitios de muestreo y su resultado en el registro del ocelote en relación a variables ambientales a nivel sitio, como duración de cámara por periodo de muestreo, altitud, temperatura promedio anual, precipitación promedio anual, distancia a asentamientos humanos, porcentaje de cobertura de bosques, vigor de la vegetación, abundancia de presas, depredadores y competidores.

Posteriormente, el análisis de regresiones lineales simples permitió examinar los parámetros más importantes en función del esfuerzo de muestreo asociados con resultados de las trampas cámara como lo es la duración del muestreo mínimo por sitio para registrar al ocelote. En la ecorregión del Bajo Balsas, donde existen las menores tasas de captura (0.72), se requieren 53 días en promedio por cámara, y el esfuerzo requerido para la región más extensa de bosques tropicales que es la Sierra Madre del Sur, la tasa de captura regional de 4.7 requiriéndose 10 días de duración mínima en las cámaras, mientras que en la costa (Bosques secos de Jalisco) el menor esfuerzo requerido fue de 5 días-trampa.

Otros parámetros relevantes y pocas veces examinados mediante regresiones lineales simples son la fuerte relación entre los parámetros del esfuerzo de muestreo, como el número de registros, y número de ocelotes individualmente identificados. El coeficiente de determinación en las tres relaciones fue significativo y con valores relativamente altos, desde la regresión entre el número de registros y el número de ocelotes, considerando como variable dependiente el número de ocelotes ( $R^2=0.87$ ,  $p<0.0001$ ). Seguido del esfuerzo de muestreo con la cantidad de registros con coeficiente de determinación alto ( $R^2=0.85$ ,  $p<0.0001$ ), y por último el esfuerzo con la cantidad de individuos identificados ( $R^2=0.76$ ,  $p<0.0001$ ), todas significativas ( $\neq 0$ ). Las tres variables al estar fuertemente correlacionadas permiten mediante sus respectivas ecuaciones e intervalos de confianza, predecir recíprocamente cuantos registros se esperan de un esfuerzo determinado, y a partir



de un número de registros cuantos ocelotes se puede esperar. Estos análisis permiten estimar de manera práctica si en una localidad las tasas de captura están por debajo o acorde a lo esperado en ocelotes para una localidad en función del esfuerzo y número de registros.

En el proceso de selección de variables que explicaran la abundancia del ocelote en Michoacán, el análisis de componentes principales permitió visualizar a las variables con una mayor correlación, y de esta manera agruparlas y obtener conglomerados aumentando el poder explicativo de cada una. Aunque los conglomerados obtenidos no resultaron altamente significativos, los análisis permitieron identificar y seleccionar las variables de mayor relevancia a incluir en los modelos de regresión múltiple, e incluso generar modelos específicos para cada sexo.

Aunque el proceso implicó la generación de múltiples modelos con un máximo de cinco variables, el modelo más parsimonioso indicó que presas y porcentaje de bosque tienen efectos positivos y significativos en las abundancias del ocelote, siendo la abundancia de presas la de mayor contribución con coeficientes de determinación ( $R^2$ ) de 30% y porcentaje de cobertura boscosa con 8% respectivamente en lo individual (**Cuadro 9**). Cada una de las dos variables han sido consideradas en diversas investigaciones como una de las principales variables para explicar la abundancia de carnívoros (Olivera et al. 2010; Martínez - Hernández et al. 2014; Monterrubio-Rico et al. 2017; Guzmán et al. 2009), debido a que la abundancia de carnívoros está regulada principalmente por la disponibilidad de presas que varía en función de cambios temporales (Kitchener, 1991; Fuller & Sievet, 2001; Laundré et al. 2007; Prenda et al. 2008).

En comparación con otras investigaciones de felinos como en el jaguar, en la que se ha reportado hasta cuatro factores a escala continental, como la temperatura promedio, la productividad primaria neta promedio, desviación estándar de productividad primaria neta y distribución de registros (Włodzimierz et al. 2018).

Las presas que mostraron una relación significativa con la abundancia del ocelote fueron el tlacuache y el tejón, especies consideradas generalistas y que habitan en una amplia variedad de hábitats, sin embargo, el tlacuache fue el que explicó mejor la



abundancia del ocelote, y esto coincide con otros autores que consideran a los marsupiales como presas importantes en la dieta de este felino (Martins et al. 2008). Aunque se ha visto que la preferencia de presas está asociada al tipo de hábitat, en lugares con bosque maduro esta especie depreda mamíferos más pequeños y roedores (Wang, 2002), mientras que en sitios con una baja calidad de hábitat este felino consume mamíferos de talla mediana complementando su dieta con aves y/o reptiles (Bianchi et al. 2010). Al examinar las presas en cada periodo, se observó mayores tasas de captura en presas y ocelotes en los mismos sitios, ando con cinco presas distintas (tlacuache sp, armadillo, ardilla, Coatí y chachalaca), en comparación con los sitios donde se ausentó el ocelote, en que solo se observó tres especies de presas (Coatí, tlacuache y chachalaca) , por lo que parece que importa también el número de presas diferentes al igual que sus abundancias (Massara et al. 2017; Martínez-Hernández et al. 2017).

La variación temporal en las presas en ambientes estacionales puede explicar las variaciones temporales de la abundancia de este felino. Sin es necesario estudiar el efecto de la variación en la disponibilidad de presas medianas y pequeñas en la estructura y dinámica poblacional del ocelote, ya que en los resultados las presas constituyeron la principal variable asociada a la abundancia del ocelote, sin embargo, los diseños deben contemplar la variación de las comunidades de pequeños roedores, los cuales no se registran en fototrampeo.

Con respecto a la cobertura de bosque, el porcentaje y la presencia de este felino ya ha sido relacionada en otros estudios con coberturas vegetales extensas (Tewes, 1986; Laack, 1991; Harveson et al. 2004; Maffei et al. 2005). Los resultados también coinciden con la teoría de que el ocelote se asocia positivamente con la cobertura forestal (Harveson et al. 2004; Cruz, 2018). Algunos autores consideran al ocelote como un depredador “adaptable”, y se plantea la hipótesis de que son capaces de prosperar en bosques conservados, y cuente con las presas adecuadas (Wang et al. 2019). Los resultados en este estudio indican que ambas variables explican el 41% de la variación a nivel estatal, pero desconocemos que variables influyen en el otro 59%.



Entre los mejores 10 modelos, la presencia de depredadores aparece en un modelo menos parsimonioso con tres variables, pero incrementa solo 1% el valor del coeficiente de determinación. Igualmente fueron variables presentes en los 10 mejores modelos distancia con asentamientos humanos, y competidores. Además, debe considerarse que porcentaje de la variación es resultante de condiciones climáticas y de competencia intraespecífica. Aunque no fueron significativas en ningún modelo de regresión múltiple, se ha visto que si tienen un efecto importante sobre la abundancia de las especies. Principalmente la temperatura (Massara et al. 2018). Por lo tanto, es importante no descartar estas variables al momento de interpretar las variantes en la abundancia de la especie.

En los modelos de regresión múltiple separados por sexo, aunque con menor tamaño de muestra ( $n=20$  para cada sexo), fueron los suficientemente precisos en indicar diferencias ya que en ellos se eliminó el sesgo que representan los parámetros asociados a individuos flotantes o que su territorio se encuentra al margen del área efectiva de muestreo al considerar solo “ocelotes residentes”. En ambos sexos se observó que los depredadores si influyen en su abundancia. Este supuesto ya había sido planteado (Monterrubio-Rico et al., 2017 y Charre-Medellín, 2012) quienes observaron menor densidad de ocelote en presencia del puma en Michoacán. Una explicación es que los depredadores superiores como el puma o jaguar ejercen efectos negativos sobre el ocelote (Newsomw et al., 2017). A esto se la ha denominado “efecto pardalis” (De Olivera et al. 2008, 2010; Hernández-Sánchez et al. 2017; Maffei et al. 2005; Trolle, 2003) debido a que depredadores superiores pueden matarlos, competir por recursos o territorio (Wiens, 2011).

Las observaciones hechas sobre el desplazamiento de ocelotes resultante de la posible competencia o inhibición de pumas o jaguares se han efectuado en bosques de mayor humedad y estabilidad climática, por lo que la presión de los depredadores sobre el ocelote en las regiones de nuestro estudio puede diferir dependiendo de la estacionalidad y también las capacidades de carga, y ámbitos hogareños de los ensambles de felinos. Esto explica la importancia del NDVI para las hembras, al ser más vulnerables por tener un territorio más pequeño (Martínez-Meyer, 1997), puede que prefieran sitios con cobertura vegetal más vigorosa y densa que les oculte mejor y así evitar a sus depredadores (Moreno, 2006). En cambio, un ocelote macho puede que al moverse más evite a los depredadores



superiores, y para él sea de mayor relevancia la presencia de presas. Aunque nuestros modelos con mejor poder explicativo no incluyen las variables climáticas, las regresiones simples mostraron bajos coeficientes de determinación (**Apéndice VI**), que no hay significancia en dichas variables. Un punto a considerar es que los datos pertenecen un conjunto de información a nivel estatal (rango de 750 a 1144 mm) y posiblemente la amplitud de los valores no permite percibir su posible influencia como se reporta en estudios a nivel continental (Di Bitteti et al. 2008). En análisis previos en que solo se examina el periodo de muestreo 2010-2011 y con menor tamaño de muestra y menor dispersión geográfica en bosques tropicales y bosques secos de Michoacán (Monterrubio-Rico et al. 2017) encontraron un bajo coeficiente de determinación entre la abundancia del ocelote y las variables de precipitación y latitud, ( $R^2=0.0288$ ,  $p=0.416$ ) resaltando que el coeficiente de determinación en este estudio mostró mayor significancia ( $R^2=0.17$ ,  $p=0.0173$ ), reflejando la existencia de un efecto cuando se extiende el análisis a una escala estatal.

Para la variable de los competidores como el coyote o la zorra gris, los ocelotes no parecen verse afectados, ya que no fue significativa en ningún modelo de regresión. Mas bien parece que los competidores evitan los lugares más frecuentados por el ocelote. Tampoco la variable antropogénica fue significativa. Esto es similar a lo reportado por (Monterrubio-Rico et al. 2017) donde sus resultados no se vieron afectados por los impactos humanos. Sin embargo, es importante resaltar que es necesario agregar más variables antropogénicas como la presencia de animales domésticos (perros, gatos, ganado etc.), accesibilidad del humano a los sitios de detección, indicios de caza, que han sido mencionados como causantes de una disminución de abundancia de las especies (Bianchi et al. 2010; Massara et al. 2018; Cruz et al. 2018; Lombardi, Perotto-Baldivieso y Tewes, 2020).

Si bien se detectó un gran número de ocelotes durante el periodo del 2009 al 2018, la mayoría se detectaron solo una vez ya que en varias localidades los muestreos fueron de corta duración. Pero en las regiones de esfuerzo a lo largo de varios años incluyó altas tasas de recaptura en los mismos lugares, indicando estabilidad de los territorios. De esta manera



nuestro estudio ha mostrado la importancia y del muestreo a largo plazo, con la finalidad de evaluar mayor número de parámetros sobre la población de estudio.

La información generada en esta investigación es detallada y complementa estudios anteriores ya que explora los factores que influyen en la abundancia a nivel estatal. Proporciona parámetros nuevos y aclara como algunos factores influyen en la abundancia. Sirve como instrumento base del desarrollo de estudios de viabilidad poblacional y determinación de áreas prioritarias para conservar bosques en la región ya que permite establecer los niveles de presas y porcentaje de bosque para sitios “óptimos” de reserva para el ocelote (Massara et al. 2016; Wang et al. 2019; Lombardi et al. 2020).



## 7.-CONCLUSIONES

- 🐾 Las presas y la calidad de hábitat son los factores más relevantes a las que se relaciona la variación de la abundancia del ocelote.
- 🐾 Aunque el modelo con mayor coeficiente de determinación explico únicamente el 41%, es un porcentaje significativo, ya que existen múltiples condiciones y recursos en el hábitat del ocelote además de la influencia antropogénica, que, en el caso de factores ambientales, su influencia puede percibirse a una escala mayor para evidenciar su efecto.
- 🐾 Se confirma la importancia que tiene la cobertura de bosques primarios en la distribución del ocelote, ya que el modelo simple fue altamente significativo.
- 🐾 Los factores que influyen en la abundancia del ocelote son específicos al sexo, al parecer difieren en requerimientos con respecto a interacciones, considerando hipotéticamente el comportamiento de cada sexo y sus ámbitos hogareños.
- 🐾 En hembras, los depredadores fueron un factor influyente en su presencia y abundancia, posiblemente son más cuidadosas, en especial con crías.
- 🐾 Las presas con mayor coeficiente de determinación fueron el tlacuache y tejón, ambas especies son reportadas como presas y son comunes y moderadamente abundantes.
- 🐾 Para mejorar este proyecto es necesario contar con más variables antropológicas y aumentar la cantidad de registros tanto de depredadores como competidores para poder así tener una explicación más completa de las variaciones presentes.



## 8.-LITERATURA CITADA

- Abadí, F., Botha, A. y Altwegg, R. (2013). Revisando el efecto de la heterogeneidad de captura en estimaciones de supervivencia en estudios de captura-marca-recaptura: ¿importa? *PloS uno*, 8 (4), p.e62636.
- Abreu, K. C., Moro-Rios, R. F., Silva-Pereira, J. E., Miranda, J. M., Jablonski, E. F., & Passos, F. C. (2008). Feeding habits of ocelot (*Leopardus pardalis*) in Southern Brazil. *Mammalian Biology*, 73(5), 407-411.
- Aranda, M. (2005). *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758). Los mamíferos silvestres de México, Ceballos G. y G. Oliva (eds.). Fondo de Cultura Económica-CONABIO. México, D. F. p. 359-361.
- Almazán-Catalán, J. A., Sánchez-Hernández, C., Ruíz-Gutiérrez, F., de Lourdes Romero-Almaraz, M., Taboada-Salgado, A., Beltrán-Sánchez, E., & Sánchez-Vázquez, L. (2013). Registros adicionales de felinos del estado de Guerrero, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(1), 347-359.
- Aranda, M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México, D.F., México. 255 pp.
- Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Lazcano-Barrero, M. A., Pérez-Elizalde, S., & 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.
- Bárceñas, H. y Medellín. R. A. (2010). Ocelot (*Leopardus pardalis*) in Aguascalientes, México. *The South western Naturalist*, 55: 447-449.
- Castillo, C., & Angélica, L. (2015). *Distribución y abundancia del ocelote (Leopardus pardalis) en el sur de la Sierra Madre Oriental* (Bachelor's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).
- Castilho, C. S., Hackbart, V. C., Pivello, V. R., & dos Santos, R. F. (2015). Evaluating landscape connectivity for Puma concolor and Panthera onca among Atlantic Forest protected areas. *Environmental Management*, 55(6), 1377-1389.
- Charre-Medellín, J., C. Colín-Soto y T. Monterrubio-Rico. (2010). Uso de manantiales de filtración por los vertebrados terrestres durante la época seca en un bosque tropical fragmentado en la costa de Michoacán. *Acta Zoológica Mexicana* 26: 737–743.



- Charre-Medellín, J. (2012). Uso de manantiales por los mamíferos silvestres en bosques tropicales de Michoacán. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México.
- Charre-Medellín, J. F., T. Monterrubio-Rico, F. Botello, L. León-Paniagua y R. Núñez. (2013). Actual records of jaguar (*Panthera onca*) from the state of Michoacán, Mexico. *The Southeastern Naturalist* 58:264-268.
- Charre-Medellín, J., T. Monterrubio-Rico y D. Guido-Lemus. (2014). Nuevo registro de jaguar (*Panthera onca*), en el centro occidente de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:1295–1299.
- Charre-Medellín, J., T. Monterrubio-Rico, D. Guido-Lemus y E. Mendoza. (2015). Patrones de distribución de felinos silvestres (Carnívora: *Felidae*) en el trópico seco del Centro-Occidente de México. *Revista de Biología Tropical* 63:783–797.
- Chávez, C., A de la Torre, H. Bárcenas, R.A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Cruz, P., Iezzi, M. E., De Angelo, C., Varela, D., Di Bitetti, M. S., & Paviolo, A. (2018). Effects of human impacts on habitat use, activity patterns and ecological relationships among medium and small felids of the Atlantic Forest. *PLOS ONE*, 13(8), e0200806. doi: 10.1371/journal.pone.0200806.
- Colín-Soto, C. (2012). Riqueza y estructura de comunidades del Orden Quiróptera en bosques tropicales de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México.
- Cormack, R. M. (1964). Estimates of survival from the sightings of marked animals. *Biometrika* 51:429–438.
- da Rocha, DG, R. Sollmann, EE Ramalho, R. Ilha y CK Tan. (2016). Densidad de ocelote (*Leopardus pardalis*) en la Amazonia central. *PloS uno* 11: e0154624.



- de la Torre, J. A., Arroyo-Gerala, P. y Torres-Knoop, L. (2016). Densidad y patrones de actividad de los ocelotes en el Ecosistema Gran Lacandona. *Therya*, 7(2), 257-269.
- Díaz, G., Ocelotlcuauhtli, E. (2019). Estimación de parámetros poblacionales para el ocelote (*Leopardus pardalis*; Linnaeus, 1758), mediante distintos modelos basados en fototrampeo, en un bosque tropical seco del estado de Michoacán, México.
- Di Bitetti, M. S., Paviolo, A., De Angelo, C. D., & 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(02), 189–200. doi:10.1017/s0266467408004847.
- Di Minin, E., Slotow, R., Hunter, LTB, Montesino Pouzols, F., Toivonen, T., Verburg, PH, et al. (2016). Prioridades globales para la conservación nacional de carnívoros bajo el cambio de uso de la tierra. *Informes científicos*, 6, 23814. <https://doi.org/10.1038/srep23814>.
- Durbin, J. y Watson, G. S. (1950). Prueba de correlación serial en regresión de mínimos cuadrados: *I. Biometrika*, 37(3/4), 409-428.
- Droz, M., y Pękalski, A. (2001). Coexistencia en un sistema depredador-presa. *Revisión física E*, 63(5). doi:10.1103/physreve.63.051909.
- Emmons, L.H. (1988). Un estudio de campo de los ocelotes (*Felis pardalis*) en Perú. *Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie)* 43: 133-157.
- Emmons, L. H. y F. Feer. (1997). *Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide*. Chicago: University of Chicago Press.
- Flores-Hernández, A. (2013). Diversidad de mamíferos en un bosque tropical subcaducifolio fragmentado, en la costa de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México.
- Garduño, A. N. (2005). *LOS MAMÍFEROS SILVESTRES DE MICHOACÁN*.
- Garrote, G., Castañeda, B., Escobar, J. M., Pérez, L., & Trujillo, F. (2019). Estima de densidad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) en los Llanos Orientales de Colombia. *Galemys*, 31, 78-82.



- Gallardo Téllez, E. G. (2021). Evaluación de efectos de antropización en los ensambles de mamíferos medianos y grandes de bosque templado de la región aguacatera de Michoacán.
- González, C. A. L., Brown, D. E., y Gallo-Reynoso, J. P. (2003). The ocelot *Leopardus pardalis* in north-western Mexico: ecology, distribution and conservation status. *Oryx*, 37(03). doi:10.1017/s0030605303000620.
- Gómez-Ramírez, M. Á., CE Gutiérrez, González y CA López - González. (2017). Los ocelotes prosperan en un hábitat no típico del noroeste de México. *Investigación de especies en peligro de extinción* 32: 471 - 478.
- Gómez-Ortiz, Y., Monroy-Vilchis, O., & Mendoza-Martínez, G. D. (2015). Feeding interactions in an assemblage of terrestrial carnivores in central Mexico. *Zoological Studies*, 54(1), 16. DOI: 10.1186/s40555-014-0102-7 [ [Links](#) ].
- Guido-Lemus, D. (2012). Riqueza de la comunidad de los mamíferos silvestres de la cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán, una comparación utilizando métodos de muestreo. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México.
- Guido-Lemus, D. (2015). Riqueza, abundancia y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes, en diferentes condiciones de manejo en la región del Bajo Balsas, Michoacán. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México.
- Haddad, NM, Brudvig, LA, Clobert, J., Davies, KF, González, A., Holt, RD,... Townshend, JR (2015). La fragmentación del hábitat y su impacto duradero en los ecosistemas de la Tierra. *Avances científicos*, 1, e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- Haines, A. M., Tewes, M. E., & Laack, L. L. (2005). Survival and cause-specific mortality of ocelots in southern Texas. *Journal of Wildlife Management*, 69(1), 255-263.
- Hernández Sánchez, A. (2016). Abundancia de mesocarnívoros en dos tipos de vegetación en la Sierra Norte de Oaxaca, México.



- Horton, GE y BH Letcher. (2008). Patrones de movimiento y límites del área de estudio: influencias en la estimación de supervivencia en estudios de captura, marca y recaptura. *Oikos* 117: 1138 – 1142.
- Hunter, L. (2019). Carnívoros del mundo 2a ed.). Princeton, Nueva Jersey: Prensa de la Universidad de Princeton. UICN (2016). La lista roja de especies amenazadas de la UICN. Versión 2016-1,
- Kendall, WL, JD Nichols y JE Hines. (1997). Estimación de la emigración temporal utilizando datos de captura-recaptura con el diseño robusto de Pollock. *Ecología* 78: 563 - 578.
- Laack, L.L. (1991). Ecología del ocelote (*Felis pardalis*) en el sur de Texas. Tesis de maestría, Texas A&I Universidad, Kingsville, Texas: 1–113.
- Laack, L. L., Tewes, M. E., Haines, A. M., & Rappole, J. H. (2005). Reproductive life history of ocelots *Leopardus pardalis* in southern Texas. *Acta Theriologica*, 50(4), 505-514.
- Lira-Torres, I., y M. Briones-Salas. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 28:566-585.
- Lombardi, J. V., MacKenzie, D. I., Tewes, M. E., Perotto-Baldivieso, H. L., Mata, J. M., & Campbell, T. A. (2020). Co-occurrence of bobcats, coyotes, and ocelots in Texas. *Ecology and Evolution*, 10(11), 4903-4917.
- López Ortiz, E. I. (2020). Historia de vida, distribución potencial y conectividad del tigrillo (*Leopardus wiedii*) en Michoacán.
- Maffei, L., Noss, A. J., Cuéllar, E., & Rumiz, D. I. (2005). Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behaviour in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. *Journal of Tropical Ecology*, 349-353.
- Martínez-Hernández, A., Rosas-Rosas, O. C., Clemente-Sánchez, F., Tarango-Arámbula, L. A., Palacio-Núñez, J., Bender, L. C., & Herrera-Haro, J. G. (2014). Density of threatened ocelot *Leopardus pardalis* in the Sierra Abra-Tanchipa Biosphere Reserve, San Luis Potosí, Mexico. *Oryx*, 49(04), 619–625. doi:10.1017/s0030605313001452.



- Martínez-Calderas, J. M., Rosas-Rosas, O. C., Martínez-Montoya, J. F., TarangoArámbula, L. A., Clemente-Sánchez, F., Crosby-Galván, M. M. y SánchezHermosillo, M. D. (2011). Distribución del ocelote (*Leopardus pardalis*) en San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 997-1004.
- Martella, M. B., Trumper, E. V., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología. Poblaciones: demografía, crecimiento e interacciones. *Reduca (Biología)*, 5(1).
- Malhi, Y., Gardner, TA, Goldsmith, GR, Silman, MR y Zelazowski, P. (2014). Bosques tropicales en el Antropoceno. *Revisión anual de medio ambiente y recursos*, 39, 125-159. <https://doi.org/10.1146/annurev-environment-030713-155141>.
- MacKenzie, DI, Nichols, JD, Seamans, ME y Gutiérrez, RJ (2009). Modelado de la dinámica de ocurrencia de especies con múltiples estados y detección imperfecta. *Ecología*, 90 (3), 823–835.
- Massara, R. L., Paschoal, A. M. O., Bailey, L. L., Doherty, P. F., & Chiarello, A. G. (2016). Ecological interactions between ocelots and sympatric mesocarnivores in protected areas of the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 97(6), 1634-1644.
- Massara, R., Paschoal, A. M. D. O., L. Bailey, L., F. Doherty Jr, P., Hirsch, A., & G. Chiarello, A. (2018). Factors influencing ocelot occupancy in Brazilian Atlantic Forest reserves. *Biotropica*, 50(1), 125-134.
- Medellín, J. F. C. (2009). *Distribución y diversidad de mamíferos medianos y grandes en el municipio de Arteaga, Michoacán* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO).
- Meyer, E.M., & GONZÁLEZ, C. A. L. (2002). Hábitos alimenticios del ocelote (*Leopardus pardalis*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco, México. *The American midland naturalist*, 148(1), 146-154.
- Monterrubio-Rico, T. C., Gómez-Cárdenas, E., del Socorro Alvarado, M., Barragán-López, E., & Torres-Villa, R. (2020). Depredación de *Ctenosaura pectinata* (Squamata: Iguanidae) por *Lynx rufus* (Carnivora: Felidae) en el Estado de Michoacán de Ocampo, México. *Mammalogy Notes*, 6(1), 0112-0112.
- Mellen J. (1989). Comportamiento reproductivo de pequeños gatos cautivos (*Felis spp.*). Tesis doctoral, Universidad de California, Davis, California: 1–168.
- Morlans, B. M. C., & en Conservación, M. A LA ECOLOGÍA DE POBLACIONES.



- Moreira, J., McNab, R. B., Thornton, D., García, R., Ponce-Santizo, G., & Radachowsky, J. (2007). Abundancia de Jaguares en La Gloria-El Lechugal, Zona de Usos Múltiples, Reserva del a Biosfera Maya, Petén, Guatemala. *Flores: Wildlife Conservation Society-Guatemala Program*.
- Monterrubio-Rico, T., J. Charre-Medellín, G. Zavala-Páramo, H. Cano-Camacho, M. Pureco y L. León-Paniagua. (2012). Evidencias fotográfica, biológica y genética de la presencia actual del jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:825–833.
- Monterrubio-Rico, T., D. Guido-Lemus, J. Charre-Medellín, G. Zavala-Paramo, G. Padilla-Jacobo, H. Cano-Camacho y L. León-Paniagua. (2013). Nuevos registros de la ardilla de Peters *Sciurus oculatus* (Peters 1863) para Michoacán y primera genotipificación molecular de la especie. *Acta Zoológica mexicana* 29:304–316.
- Monterrubio-Rico, T. y J. Charre-Medellín. (2014). Distribución geográfica y ecológica de la nutria de río neotropical (*Lontra longicaudis*) en Michoacán, México. *Therya* 5:277–288.
- Monterrubio-Rico, T. C., Charre-Medellín, J. F., Pérez-Martínez, M. Z., & Mendoza, E. (2017). Use of remote cameras to evaluate ocelot (*Leopardus pardalis*) population parameters in seasonal tropical dry forests of central-western Mexico. *Mammalian*, 82(2), 113–123. doi:10.1515/mammalia-2016-0114.
- Morláns, C., y María, B. (2014). Introducción a la ecología de poblaciones.
- Moreno-Arzate, E., L. Íñiguez-Dávalos y C. A. López-González. (2011). High elevation records of ocelots (*Leopardus pardalis*) in Jalisco, México. *Mammalia* 75:387-388.
- Moreno, R. S., Kays, R. W., y Samudio, R. (2006). Liberación competitiva en dietas de ocelote (*Leopardus pardalis*) y puma (*Puma concolor*) después de la disminución del jaguar (*Panthera onca*). *Journal of Mammalogy*, 87(4), 808-816.
- Murray, J. L., & G. L. Gardner. 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian species* 548:1–10.



- Nowell K. y Jackson P. 1996. Encuesta sobre el estado de los gatos salvajes y plan de acción para la conservación. UICN, Glándula: 1–382.
- Nivelo-Villavicencio C., J. Fernández de Córdova, A. Jiménez, P.X. Astudillo.(2019). Aportes sobre la dieta y distribución del Ocelote *Leopardus pardalis* (Linné 1758) en los altos Andes de Ecuador. Revista peruana de biología 26(3): 399 - 402 (septiembre 2019). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v26i3.15715>
- Nichols, JD y KH Pollock. (1990). Estimación del reclutamiento por inmigración versus reproducción in situ utilizando el diseño robusto de Pollock. *Ecología* 71: 21 - 26.
- Nichols, J. D. (2005). Modern open-population capture–recapture models. Pages 88–122 in S. C. Amstrup, T. L. McDonald, and B. F. J. Manly, editors. *Handbook of capture–recapture analysis*. Princeton University Press, Princeton.
- Palomo-Muñoz, G., R. García-Anlen, G. Ponce-Santizo y J. Moreira. (2014). Abundancia, densidad y patrones de actividad de ocelotes (*Leopardus pardalis*) utilizando trampas cámara en el Biotipo Protegido Dos Lagunas, Petén, Guatemala. *Rev. la Univ. del Val. Guatemala* 29: 39–46. (En español).
- Payán E. 2009. Hunting sustainability, species richness and carnivore conservation in Colombian Amazonia. PhD Thesis, University College London and Institute of Zoology, London.
- Pérez-Irineo, G., & 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.
- Penido, G., Astete, S., Furtado, M. M., Jácomo, A. T. D. A., Sollmann, R., Torres, N., ... & Marinho Filho, J. (2016). Density of ocelots in a semiarid environment in northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 16.
- Peak, R. G. (2004). Factors affecting songbirds nest survival in riparian forests in a midwestern agricultural landscape. *Auk* 121:726-737.
- Pollock, K. H. (1982). A capture–recapture design robust to unequal probability of capture. *Journal of Wildlife Management* 46:757–760



- Pollock, K. H. & R. Alpizar-Jara. (2005). Classical open–population capture–recapture models. Pages 36–57 in S. C. Amstrup, T. L. McDonald and B. F. J. Manly, editors. Handbook of capture–recapture analysis. Princeton University Press, Princeton.
- Porfirio, G., Foster, V.C., Fonseca, C., & Sarmiento, P. (2016). Patrones de actividad de los ocelotes y sus presas potenciales en el Pantanal brasileño. *Mammalian Biology*, 81(5), 511-517.
- Ramírez-Barajas, P. J., Alava, D. P., & Moreira, S. E. (2014). Parecidos, pero no iguales: ocelote y tigrillo, ¿cómo diferenciarlos con foto-capturas? similar but not the same: ¿how to distinguish ocelot from margay with photographic captures? *Revista N°4/septiembre*, 8, 11.
- Rico, T. C. M., Medellín, J. F. C., Soto, C. Z. C., Lemus, D. G., & Hernández, A. I. V. (2010). felinos silvestres Michoacán. Tiberio C. Monterrubio Rico, Juan F. Charre Medellín, Cristina Z. Colín Soto, Daniel Guido Lemus y Ali I. Villanueva Hernández Laboratorio de Ecología de Vertebrados Terrestres Prioritarios, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Rotella, J. J., S. J. Dinsmore, & T. L. Shaffer. (2004). Modeling Nest-survival Data: A Comparison of Recently Developed Methods That can be Implemented in MARK and SAS. *Anim. Biodivers. Conserv.* 27: 187–205.
- Romero, E. J. T. (2009). *Densidad, abundancia, uso de hábitat y patrones de actividad del ocelote (Leopardus pardalis) en la zona noreste del Estado de Quintana Roo: Estudio usando cámaras trampa* (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur).
- Tewes ME. (1986). Correlaciones ecológicas y de comportamiento de los patrones espaciales de los ocelotes. Tesis doctoral, Universidad de Idaho, Moscú, Idaho: 1–128.
- Torres, J. Y. F. (2018). *Uso de hábitat y patrones de actividad de los depredadores superiores en un bosque templado fragmentado en Michoacán* (Doctoral dissertation, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo).
- UICN. 2022. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Accedido el [09/01/2023].
- Satter, C. B. (2017). Estimating population density and survival of ocelots in six study sites over multiple years in Belize, Central América (Doctoral dissertation, Virginia Tech).



- Satter, C. B., Augustine, B. C., Harmsen, B. J., Foster, R. J., & Kelly, M. J. (2019). Sex-specific population dynamics of ocelots in Belize using open population spatial capture–recapture. *Ecosphere*, 10(7), e02792.
- Schaller, G. (1996). Carnivores and conservation biology. En: Gittleman, J. (ed.). *Carnivore behavior, ecology and evolution*. Volume 2. Cornell University Press. Ithaca. USA. pp. 1-10.
- Seber, G. A. F. (1965). A note on the multiple-recapture census. *Biometrika* 52:249–259.
- SEMARNAT, (2018). Programa de Acción para la Conservación del Ocelote (*Leopardus pardalis*), Margay (*Leopardus wiedii*) y Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018).
- Silva-Magaña, N., & Santos-Moreno, A. (2020). The pardalis effect: its spatial and temporal variation. *Revista Mexicana de biodiversidad*, 91.
- Sunquist, M., & Sunquist, F. (2002). *Wild Cats of the World*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Valderrama Landeros, Luis, Baret, Frédéric, & España Boquera, María Luisa. (2011). Consistencia entre los mapas globales y los mapas regionales de la cubierta terrestre en el estado de Michoacán, México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(3), 343-360. Recuperado en 07 de abril de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182011000300006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182011000300006&lng=es&tlng=es).
- Valderrama-Vasquez, 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. *Payán E. & Castaño Uribe C.(eds.). Grandes Felinos de Colombia: Bogota: Panthera, Conservación Internacional & Fundación Herencia Ambiental Caribe*.
- Verbel, J.F.U. (2016). Morfología, dieta y aspectos del comportamiento del *Leopardus pardalis* en el centro de atención y valoración de fauna silvestre, Montería, Córdoba, Colombia. Universidad de Córdoba facultad de ciencias básicas departamento de biología Montería.



Wang, B., Rocha, D. G., Abrahams, M. I., Antunes, A. P., Costa, H. C., Gonçalves, A. L. S., ... & Tan, C. K. W. (2019). Habitat use of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in Brazilian Amazon. *Ecology and evolution*, 9(9), 5049-5062.

Williams, B. K., J. D. Nichols, and M. J. Conroy. (2002). Analysis and management of animal populations. Academic, San Diego, CA.

ZAR, J. H. (1999). Biostatistical Analysis. Prentice Hall. Nueva Jersey. EE.UU.

Zarza-Villanueva, H. 2006. Ficha técnica de *Leopardus pardalis*. En: Medellín, R. (compilador). Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W005. México, D.F. © CONABIO, algunos derechos reservados.



**APENDICE I:** Parámetros reproductivos por cada proyecto de muestreo.

PROYECTO	Manantiales costa 2009	Manantiales Fauna Enero 2010- 2011 Feb	Cerro tres picos 2011	Atrayentes olfativos Marzo 2012- Enero 2013	Cuadrante Jaguar Marzo- Mayo- (junio y oct.1 ) 2013	Cuadrante jaguar 1 Marzo- Mayo 2014 (Sequia)	Cuadrante jaguar 2 Nov 2014- Feb 2015 (Húmeda)	Cuadrante jaguar 3 Marzo- Mayo 2015 (Sequia)	Cuadrante jaguar 4 Nov 2015- Feb 2016 (Húmeda)	Fauna Sierra Jal- Mich 2017- 2018
No. Registros ocelote	6	185	15	6	23	69	65	57	59	38
No. Ocelotes identificados	3	25	8	3	8	22	20	15	21	5
No. Ocelotes identificados machos	0	8	4	2	4	7	8	5	9	2
No. Ocelotes identificados hembras	3	17	4	1	4	15	12	10	13	3
No. Ocelotes identificados sin sexar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hembras con cría-juvenil	0	5	0	0	0	0	1	0	1	0
No. Crías-juveniles	0	6	0	0	0	0	1	0	2	0
Esfuerzo días-cámara total	111	4038	222	1018	644	2151	2752	844	1829	5715
Esfuerzo promedio por cámara (Esfuerzo total / N° de sitios con cámaras)	15.86	134.60	37.00	145.43	46.00	79.67	105.85	105.50	121.93	158.75
No. Sitios con cámaras	7	30	6	7	14	27	26	8	15	36
No. sitios detectando ocelote	4	18	5	1	5	15	16	4	10	14
Mínimo esfuerzo requerido para detección del ocelote:	18.5	21.83	14.80	169.67	28.00	31.17	42.34	14.81	31.00	150.39

esfuerzo total/ total de registros										
<b>Tasas de captura hembras</b> (registros ind de hembras identificadas/ esfuerzo total de muestreo *100)	2.70	0.42	1.80	0.10	0.62	0.70	0.44	1.18	0.71	0.05
<b>Tasas de captura hembras con crías</b> (registros ind de hembras identificadas con crías / esfuerzo total de muestreo *100)	0	0.12	0	0	0	0	0.04	0	0.05	0
<b>Productividad</b>										
<b>Productividad crías - específico:</b> N° de crías/ N° de hembras identificadas con cría	0	1.2	0	0	0	0	1	0	2	0
<b>Productividad crías - general:</b> N° de crías /N° de hembras individuales	0	0.35	0	0	0	0	0.08	0	0.15	0
<b>Productividad por área :</b>	0	4.5	0	0	0	0	1.43	0	3.08	0
<b>Índice de hembras:</b> N° ocelotes identificados hembras/ N° de cámaras	0.43	0.57	0.67	0.14	0.29	0.56	0.46	1.25	0.87	0.08
<b>Esfuerzo reproductivo:</b> N° de hembras con crías / N° de hembras sin crías *100	0	41%	0	0	0	0	9%	0	8%	0

<b>Radio de registros hembras:</b>	2	7.4	1.875	2	2.875	3.136363636	3.25	3.8	2.80952381	7.6
N° de registros de ocelote/N° de individuos										
<b>Densidad estimada promedio</b>	-	23.75 *	-	-	-	29.41**	35.97**	38.04**	38.61**	-
<b>Densidad promedio de hembras x área</b>	-	12.82	-	-	-	19.99	20.5	25.1	20.84	-
<b>Densidad promedio de machos x área</b>	-	5.93	-	-	-	9.11	13.66	12.55	14.28	-

\* Densidad Promedio tomada de Monterrubio-Rico et al., 2017.

\*\* Densidad promedio tomada de Guzmán, 2019.

**APENDICE II: Tabla de hembras identificadas clasificadas por su territorio.**

Clave de individuo	N° de registros	Territorio	Parajes	Esfuerzo	Registros	Tasa de captura
PVH01	41	Residente	El Naranjal manantial 5	226	1	0.44
			El Naranjal vereda-3	85	1	1.18
			La Playa del Venado 1	480	21	4.38
			La Playa del Venado 2	295	11	3.73
			La Playa del Venado 4	560	4	0.71
			La Playa del Venado vereda-1	51	1	1.96
Esmar-8	24	Residente	La Playa del Venado vereda-2	28	2	7.14
			Barranca de Juan 1	20	2	10.00
			Barranca de Juan 2	98	6	6.12
			Barranca de Juan 3	84	11	13.10
NH03	18	Residente	Barranca de Juan 4	57	5	8.77
			El naranjal manantial 4	76	1	1.32
			El Naranjal manantial 5	226	14	6.19
			El Naranjal vereda-3	85	2	2.35
Esmar-9	10	Residente	El Naranjal-Cobano Esfuerzo 1	208	1	0.48
			Barranca de Juan 1	20	2	10.00
			Barranca de Juan 2	98	4	4.08
			Barranca de Juan 3	84	4	4.76
NH02	9	Residente	El Naranjal manantial 5	226	8	3.54
			El Naranjal vereda-3	85	1	1.18
Esmar-26	7	Posible territorio	Naranjal 2	140	5	3.57
			Barranca de Juan	141	2	1.42
NH01	7	Posible territorio	El naranjal manantial 2	240	1	0.42
			El Naranjal manantial 5	226	1	0.44
NH04	7		El Naranjal-Cobano Esfuerzo 1	208	5	2.40
			El naranjal manantial 3	174	6	3.45

NH05	7	Posible territorio	El Naranjal manantial 5	226	1	0.44
			El naranjal manantial 3	174	2	1.15
			El Naranjal manantial 5	226	1	0.44
			El naranjal manantial 4	76	2	2.63
			El Naranjal-Cobano Esfuerzo 1	208	2	0.96
Esmar-20	6	Posible territorio	Cafetal	52	6	11.54
NH06	6	Posible territorio	El Naranjal-Cobano Esfuerzo 1	208	3	1.44
			El Naranjal manantial 5	226	3	1.33
NH07	6	Posible territorio	El naranjal manantial 4	76	1	1.32
			El Naranjal manantial 5	226	1	0.44
			El Naranjal vereda-3	85	4	4.71
2381-H-Leti	5	Posible territorio	El aguacate 1	32	5	15.63
Esmar-17 PVH02	5	Posible territorio	Barranca de Juan	84	5	5.95
			La Playa del Venado 1	240	1	0.42
			La Playa del Venado 2	230	1	0.43
			La Playa del Venado 3	265	1	0.38
			La Playa del Venado 4	280	2	0.71
Esmar-23	4	Posible territorio	Huerta de Hugo	31	1	3.23
			Barranca Paredones	45	2	4.44
			Truchas	55	1	1.82
Esmar-41	4	Posible territorio	paraiso perdido	25	4	16.00
Esmar-1	4	Posible territorio	Cafetal	105	3	2.86
			Pinera	86	1	1.16

Esmar-16	4	Posible territorio	Capire 2 -San jose de Los Pinos	225	4	1.78
Esmar-30	4	Posible territorio	Barranca de Juan	182	4	2.20
Esmar-32	4	Posible territorio	Barranca de Juan	141	4	2.84
PVH03	4	Posible territorio	La Playa del Venado 3	265	3	1.13
			La Playa del Venado 4	280	1	0.36
Esmar-18			Barranca del Jaguar	10	1	10.00
	3	Sin territorio	Capire 2 -San jose de Los Pinos	225	1	0.44
			paraiso perdido	25	1	4.00
Esmar-2	3	Sin territorio	Cayaco Río	50	2	4.00
			Naranjal 2	140	1	0.71
SJH02	3	Sin territorio	San José de Los Pinos 1	225	3	1.33
2386-H-Leti	2	Sin territorio	El aguacate 1	32	2	6.25
5226-H-Leti	2	Sin territorio	El Naranjal manantial 5	226	2	0.88
3115-H-Leti	2	Sin territorio	Ichamio 1	67	2	2.99
Esmar-14	2	Sin territorio	Barranca Paredones	45	1	2.22
			Truchas	55	1	1.82
Esmar-31	2	Sin territorio	Barranca de Juan	84	2	2.38
Esmar-33	2	Sin territorio	Chuta	52	1	1.92
			Mesillas	85	1	1.18
Esmar-38	2	Sin territorio	Naranjal 2	90	2	2.22
Esmar-44	2	Sin territorio	Naranjal 2	142	2	1.41
Esmar-5	2	Sin territorio	Huerta de Hugo	31	1	3.23
			Cafetal	53	1	1.89
PVH04	2	Sin territorio	La Playa del Venado 3	265	2	0.75
2741-H-Leti	1	Sin territorio	Manantial 2	12	1	8.33
10007-H-Leti	1	Sin territorio	El naranjo	110	1	0.91
1354-H-Leti	1	Sin territorio	La Coralilla 1	38	1	2.63

1356-H-Leti	1	Sin territorio	La Coralilla 1	38	1	2.63
1451-H-Leti	1	Sin territorio	La Coralilla 4	34	1	2.94
1546-H-Leti	1	Sin territorio	La Coralilla 2	46	1	2.17
19952-H-Leti	1	Sin territorio	Los Desmontes	162	1	0.62
20272-H-Leti	1	Sin territorio	La Halazana 2	230	1	0.43
21145-H-Leti	1	Sin territorio	La Halazana 1	202	1	0.50
2379-H-Leti	1	Sin territorio	Coralilla 2 Arteaga	45	1	2.22
2387-H-Leti	1	Sin territorio	El aguacate 1	32	1	3.13
2568-H-Leti	1	Sin territorio	Manantial 2	12	1	8.33
2573-H-Leti	1	Sin territorio	Manantial 2	12	1	8.33
7002-H-Leti	1	Sin territorio	La Playa del Venado 1	240	1	0.42
9903-H-Leti	1	Sin territorio	Ivan madero 3	23	1	4.35
Esmar-12	1	Sin territorio	Severiano casa	51	1	1.96
Esmar-22	1	Sin territorio	Frijol	51	1	1.96
Esmar-27	1	Sin territorio	Puerto de las Paitas	54	1	1.85
Esmar-3	1	Sin territorio	Ceiba	50	1	2.00
Esmar-4	1	Sin territorio	Frijol	51	1	1.96
Esmar-43	1	Sin territorio	Naranjal 2	80	1	1.25
Esmar-46	1	Sin territorio	Barranca de Juan	84	1	1.19
Esmar-47	1	Sin territorio	Barranca de Juan	57	1	1.75
Esmar-7	1	Sin territorio	Jobita	51	1	1.96
NH08	1	Sin territorio	El Naranjal-Cobano Esfuerzo 1	208	1	0.48
S/C (H0)	1	Sin territorio	La Playa del Venado 1	240	1	0.42
SJH03 (H4)	1	Sin territorio	San José de Los Pinos 3	98	1	1.02

**APENDICE III: Tabla de machos identificados y clasificados por su territorio.**

Clave de individuo	N° de registros	Territorio	Parajes	Registros	Esfuerzo	Tasa de captura
NM02	20	Residente	El naranjal manantial 2	3	240	1.25
			El naranjal manantial 3	1	174	0.574712644
			El Naranjal manantial 5	8	226	3.539823009
			El Naranjal vereda-3	3	85	3.529411765
			El Naranjal-Cobano Esfuerzo 1	5	208	2.403846154
Esmar-21	18	Residente	Cayaco Río	6	85	7.058823529
			Naranjal 2	12	170	7.058823529
Esmar-11	14	Residente	Corral	2	84	2.380952381
			Juntas barranca, ciruelo y pinos	1	52	1.923076923
			Capire 2 -San jose de Los Pinos	1	54	1.851851852
			Mandarino	1	74	1.351351351
			Barranca del Jaguar	1	10	10
			Chuta	4	86	4.651162791
			Cerro pelón	4	86	4.651162791
Esmar-15	11	Residente	Barranca de Juan	11	182	6.043956044
Esmar-13	8	Posible territorio	Ceiba	1	50	2
			Barranca del Jaguar	3	132	2.272727273
			Capire 2 -San jose de Los Pinos	1	54	1.851851852
			Pozas 2	2	22	9.090909091
			paraiso perdido	1	25	4
NM03	8	Posible territorio	El Naranjal manantial 5	8	226	3.539823009
Esmar-19	7	Posible territorio	Barranca del Jaguar	1	10	10
			Jobita	1	51	1.960784314
			Severiano casa	2	51	3.921568627
			Corral	1	50	2
			Capire 2 -San jose de Los Pinos	1	54	1.851851852

Esmar-6	7	Posible territorio	Cerro pelón	1	86	1.162790698
PVM01	7		Mesillas	3	170	1.764705882
			Jobita	4	198	2.02020202
		La Playa del Venado 3	2	265	0.754716981	
Esmar-45	6	Posible territorio	La Playa del Venado 5	1	84	1.19047619
			La Playa del Venado vereda-2	1	28	3.571428571
		La Playa del Venado 1	1	240	0.416666667	
		La Playa del Venado 2	1	230	0.434782609	
		La Playa del Venado vereda-1	1	51	1.960784314	
		Naranjal 2	6	80	7.5	
20803-M-Leti	3	Sin territorio	Mesa de abajo 1	1	188	0.531914894
Esmar-42	3	Sin territorio	El frijolito	2	201	0.995024876
			paraiso perdido	3	25	12
1359-M-Leti	2	Sin territorio	La Coralilla 1	2	38	5.263157895
3333-M-Leti	2	Sin territorio	Platanar 1	2	33	6.060606061
Esmar-29	2	Sin territorio	Barranca de Juan	2	182	1.098901099
Esmar-37	2	Sin territorio	Cayaco Río	1	35	2.857142857
			Naranjal 2	1	80	1.25
NM01	2	Sin territorio	El naranjal manantial 2	1	240	0.416666667
			El naranjal manantial 3	1	174	0.574712644
10005-M-Leti	1	Sin territorio	El naranjo	1	110	0.909090909
10013-M-Leti	1	Sin territorio	Barranca del Jaguar	1	10	10
10357-M-Leti	1	Sin territorio	Huahua-Dona Lalo 1	1	59	1.694915254
10388-M-Leti	1	Sin territorio	Huahua-Dona Lalo 1	1	59	1.694915254
1353-M-Leti	1	Sin territorio	La Coralilla 1	1	38	2.631578947
1358-M-Leti	1	Sin territorio	La Coralilla 1	1	38	2.631578947
1402-M-Leti	1	Sin territorio	La Coralilla 3	1	14	7.142857143
1717-M-Leti	1	Sin territorio	El Ingenio	1	225	0.444444444
1726-M-Leti	1	Sin territorio	El Capire	1	225	0.444444444

20361-M-Leti	1	Sin territorio	El Ahuajito 1	1	202	0.495049505
2375-M-Leti	1	Sin territorio	Bejama	1	90	1.111111111
2377-M-Leti	1	Sin territorio	Coralilla 1Arteaga	1	38	2.631578947
2378-M-Leti	1	Sin territorio	Coralilla 2 Arteaga	1	46	2.173913043
2393-M-Leti	1	Sin territorio	El aguacate 1	1	32	3.125
Esmar-10	1	Sin territorio	Barranca de Juan	1	20	5
Esmar-24	1	Sin territorio	Jobita	1	244	0.409836066
Esmar-48	1	Sin territorio	Capire 2 -San jose de Los Pinos	1	54	1.851851852
PVM02	1	Sin territorio	La Playa del Venado vereda-2	1	28	3.571428571
SJM01	1	Sin territorio	San José de Los Pinos 4	1	119	0.840336134
SJM02	1	Sin territorio	San José de Los Pinos 6	1	118	0.847457627
SJM03	1	Sin territorio	San José de Los Pinos vereda 2	1	82	1.219512195

**APENDICE IV:** Matriz de variables con efecto en la abundancia y presencia del ocelote más mencionadas en artículos dependiendo del método, sitio o la ecología de la especie.

N° de estudio	Asociadas al método		Asociadas al sitio				Asociadas a la ecología		Fuente
	Esfuerzo de muestreo	N° de cámaras	Tipo de vegetación	Estatus del sitio	Altitud Prom	Precipitación Prom	Presas potenciales	Competidores/Depredadores	
1	X		X	X				X	Pérez-Irineo et al. (2017).
2			X	X			X	X	Pérez-Irineo, G., & Santos-Moreno, A. (2014)
3			X	X			X	X	Monterrubio-Rico et al. (2017)
4			X	X				X	Ocañas García, O. A. (2019).
5	X	X	X	X		X	X	X	Martínez-Hernández et al. (2015).
6		X					X		Contreras et al. (2016).
7			X	X			X	X	Martínez-Hernández et al. (2017).
8			X	X			X		Calderón, M. S. H. (2004)
9					X	X	X	X	Di Bitetti et al. (2008)a.
10			X	X			X	X	Hernández Sánchez, A. (2016)
11		X	X	X				X	Gómez-Ramírez et al. (2017)
12			X			X	X		Cacelin Castillo, L. A. (2015).
13							X	X	Silva-Magaña, N., & Santos-Moreno, A. (2020).
14	X	X					X		Martínez Hernández, A. (2013).

<b>15</b>							X	X	Ávila-Nájera et al. (2015)
<b>16</b>			X	X					Romero, E. J. T. (2009)
<b>17</b>			X	X					Anguiano y Núñez 2011
<b>18</b>	X	X	X					X	Aranda, M. et al. (2012)
<b>19</b>	X				X	X			de la Torre et al. (2016).
<b>20</b>								X	Ma. Gabriela Palomo M.(2015)
<b>21</b>			X					X	Dillon, A., & Kelly, M. J. (2007).
<b>22</b>					X			X	Di Bitetti et al. (2006).
<b>23</b>	X		X						Trolle, M., & Kéry, M. (2005).
<b>24</b>	X		X						Dillon, A., & Kelly, M. J. (2008).
<b>25</b>	X		X						Ayala et al. (2013).
<b>26</b>				X	X	X		X	Mosquera, 2016
<b>27</b>			X			X		X	Torres, 2017
<b>28</b>			X				X		Salvador y Espinoza 2016
<b>29</b>									Kolowski and Alonso 2010
<b>30</b>							X	X	Ayala et al. 2010
<b>31</b>								X	Fusco-Costa et al. 2010
<b>32</b>			X			X		X	Palomo-Muñoz et al. 2014

**APENDICE V:** Matriz con datos de los artículos revisados para explorar correlaciones entre variables.

<b>N° de estudio</b>	<b>Esfuerzo de muestreo</b>	<b>N° de cámaras</b>	<b>Tipo de vegetación</b>	<b>Estatus del sitio</b>	<b>Altitud Prom</b>	<b>Precipitación Prom</b>	<b>País</b>	<b>Fuente</b>
<b>1</b>	2340	26	Bosque tropical lluvioso	Protegido	295	3200	Ecuador	Salvador and Espinoza 2016
<b>2</b>	1534	23	Bosque tropical lluvioso	Protegido	100	3000	Perú	Kolowski and Alonso 2010
<b>3</b>	1018	69	Bosque tropical lluvioso	Protegido	400	2440	Bolivia	Ayala et al. 2010
<b>4</b>	504	52	Bosque tropical semi-caducifolio	Protegido	210	1800	Brasil	Trolle and Kelly 2005
<b>5</b>	1920	29	Bosque tropical lluvioso	Protegido	140	3000	México	De la Torre et al. 2016
<b>6</b>	908	13	Bosque tropical lluvioso	Protegido	566	1500	Belize	Dillon and Kelly 2007
<b>7</b>	875	12	Bosque tropical lluvioso	Protegido	566	2000	Belize	Dillon and Kelly 2008
<b>8</b>	1455	33	Bosque tropical semi-caducifolio	Protegido	150	1350	Guatemala	Moreira et al. 2007
<b>9</b>	1150	25	Bosque tropical lluvioso	Protegido	200	1700	Guatemala	Palomo-Muñoz et al. 2014
<b>10</b>	2160	27	Bosque tropical semi-caducifolio	Protegido	230	1200	México	Torres-Romero 2009
<b>11</b>	1620	23	Bosque seco tropical	Protegido		1200	Bolivia	Maffei et al. 2005
<b>12</b>	450	30	Bosque tropical semi-caducifolio	Protegido		1300	Brasil	Trolle and Kéry 2003
<b>13</b>	2324	9	Bosque seco tropical	No protegido	1000	1300	México	Monterrubio-Rico et al. (2017)

<b>14</b>	2048	37	Bosque seco tropical	Protegido	462	1017	México	Martínez-Hernández et al. 2014
<b>15</b>	585	16	Bosque tropical semi-caducifolio	Protegido		3014	Brasil	Fusco-Costa et al. 2010
<b>16</b>	1520	36	Bosque tropical lluvioso	Protegido	120	2200	Argentina	Di Bitetti et al. 2006
<b>17</b>	658	18	Bosque tropical	Protegido		680	USA	Haines et al. 2006
<b>18</b>	2200	20	Bosque tropical lluvioso	Protegida	230	2800	Ecuador	Mosquera, 2016
<b>19</b>	2160	27	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	130	1200	México	Torres, 2017
<b>20</b>	12800	22	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	1195	3250	México	Pérez-Irineo, G., Santos-Moreno, A., & Hernández-Sánchez, A. (2017).
<b>21</b>	8529	36	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	1100	2250	México	Pérez-Irineo, G., & Santos-Moreno, A. (2014).
<b>22</b>	5168	34	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	1300	1441	México	Ocañas García, O. A. (2019).
<b>23</b>	760	40	Bosque tropical lluvioso	Protegida	162	1324	Guatemala	Contreras et al (2016).
<b>24</b>	7786	119	Bosque tropical caducifolio	Protegida	462	1017	México	Martínez-Hernández et al. (2017).
<b>25</b>	784	40	Bosque tropical lluvioso	Protegida	525	2252	Guatemala	Calderón, M. S. H. (2004).
<b>26</b>	596	28	Bosque tropical caducifolio	No protegida	820	546.5	México	Medellín, J. F. C. (2009).
<b>27</b>	4512	47	Bosque Tropical Lluvioso	Protegida	120	2000	Argentina	Di Bitetti et al. (2008)
<b>28</b>	4032	42	Bosque Tropical Lluvioso	Protegida	120	2000	Argentina	Di Bitetti et al. (2008)

<b>29</b>	12800	12	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	500	3250	México	Hernández Sánchez, A. (2016)
<b>30</b>	12800	12	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	1900	3250	México	Hernández Sánchez, A. (2016)
<b>31</b>	680	20	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	1400	1800	México	Cacelin Castillo, L. A. (2015)
<b>32</b>	902	26	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	1400	1800	México	Cacelin Castillo, L. A. (2015)
<b>33</b>	7665	62	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	1650	1550	México	Silva-Magaña, N., & Santos-Moreno, A. (2020).
<b>34</b>	7300	62	Bosque tropical lluvioso	Protegida	1650	1550	México	Silva-Magaña, N., & Santos-Moreno, A. (2020).
<b>35</b>	7665	62	Zona antropizada	No protegida	1650	1550	México	Silva-Magaña, N., & Santos-Moreno, A. (2020).
<b>36</b>	7786	119	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	660	1017	México	Martínez Hernández, A. (2013).
<b>37</b>	1755	27	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	7.5	1511.4	México	Ávila-Nájera et al. (2015)
<b>38</b>	1152	24	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	7.5	1511.4	México	Ávila-Nájera et al. (2015)
<b>39</b>	1804	22	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	7.5	1511.4	México	Ávila-Nájera et al. (2015)
<b>40</b>	1728	24	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	7.5	1511.4	México	Ávila-Nájera et al. (2015)
<b>41</b>	2160	36	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	7.5	1200	México	Romero, E. J. T. (2009).
<b>42</b>	510	17	Bosque tropical caducifolio	Protegida	250	765	México	Anguiano y Núñez 2011
<b>43</b>	1156	2	Bosque tropical caducifolio	Protegida	1630	1150	México	Aranda et al. (2012).

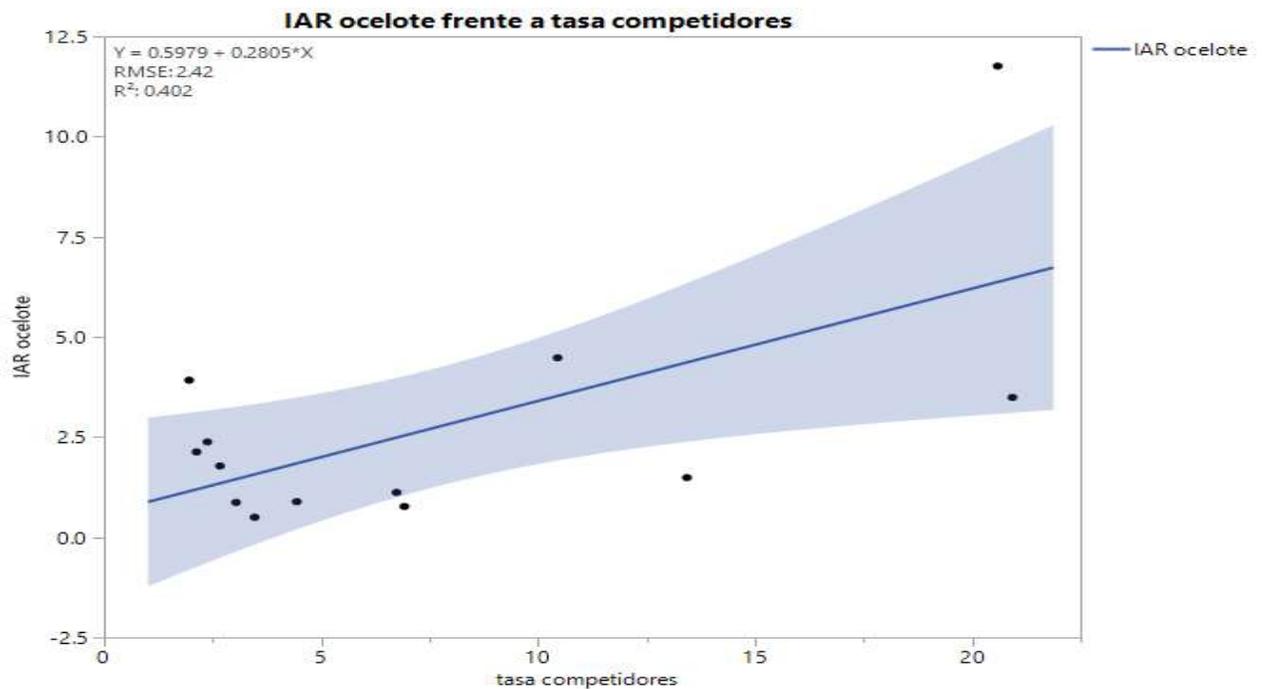
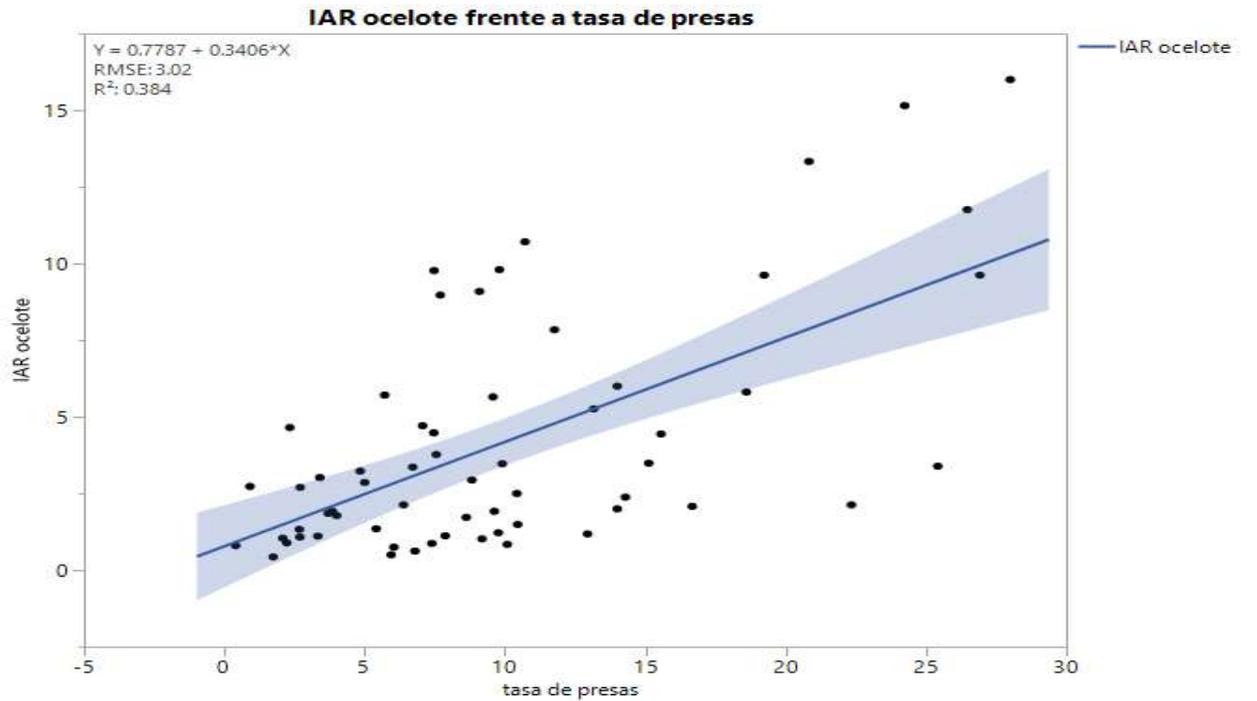
<b>44</b>	1150	25	Bosque tropical caducifolio	Protegida	400	1165	Guatemala	Ma. Gabriela Palomo M.(2015)
<b>45</b>	1018	69	Bosque tropical subcaducifolio	Protegida	1600	2440	Bolivia	Ayala et al. (2013).

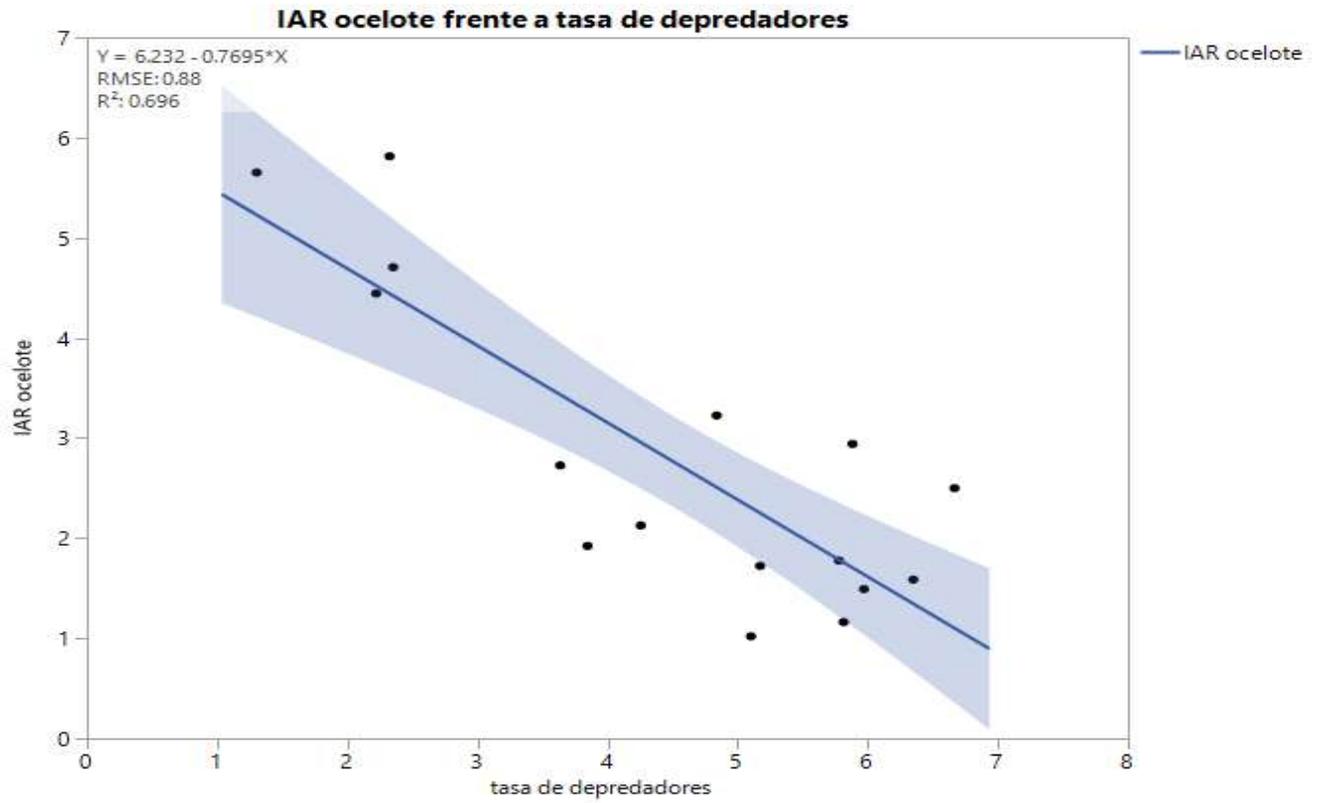
**APENDICE VI: Tabla de parámetros de regresiones lineales y ecuación**

Modelo	Parámetros de regresión lineal							
	F	P	R <sup>2</sup>	Intercepto	Pendiente (SE)	límite inferior 95%	límite superior 95%	Ecuación Final
Registros/Esfuerzo de muestreo	2.477	0.0014	0.85	1.9859057	0.0380372 (0.001439)	0.0351884	0.0408861	1.9859057302+0.0380372498*esfuerzo
Individuos/Esfuerzo de muestreo	23.1296	0.0019	0.76	5.877979	0.005508 (0.001145)	0.0027998	0.0082161	5.8779795832+0.0055079751*esfuerzo
Individuos/Registros	58.1035	0.0001	0.87	1.8411879	0.2085655 (0.027362)	0.1454696	0.2716615	1.8411879354+0.208565511* registros
IAR ocelote/ % bosque	112.5399	0.0001	0.55	-15.65909	0.3054792 (0.028796)	0.02482714	0.3626869	-15.65909134+0.305479*bosque
IAR ocelote/ Depredadores	34.2935	0.0418	0.69	6.2319271	-0.769475 (0.131398)	-1.049544	-0.489407	6.2319271019+-0.769475194*depredadores
IAR ocelote/ Competidores	7.3958	0.0199	0.40	0.5978987	0.2804571 (0.103127)	0.0534755	0.5074386	0.5978987+0.2804557*competidores
IAR ocelote/ Presas	37.4629	0.0001	0.38	0.778734	0.3405507 (0.055639)	0.2292557	0.4218457	0.77873398+0.3405507123*presas
IAR ocelote/ Temp. Promedio	19.006	0.0201	0.24	-128.4363	5.6414343 (1.29403)	3.0491798	8.2336887	-128.4362853+5.6414342821*Temp
IAR ocelote/Precipitación	6.3549	0.0173	0.17	-42.58196	0.0569252 (0.02281)	0.0108079	0.1030424	-42.5819603+0.0569251926*precipitación
IAR ocelote/Elevación	5.0237	0.0338	0.16	13.494171	-0.006733 (0.003004)	-0.012908	-0.000558	13.494170+-0.00673289*elevación
IAR ocelote/ ZAH	5.3751	0.0259	0.12	20.18669	-0.655706 (0.282824)	-1.228253	-0.083158	20.186668566+-0.655705577*ZAH

## APENDICE VII: Regresiones simples para cada variable candidata

### Índice de abundancia relativa (IAR) de depredadores/ competidores y presas

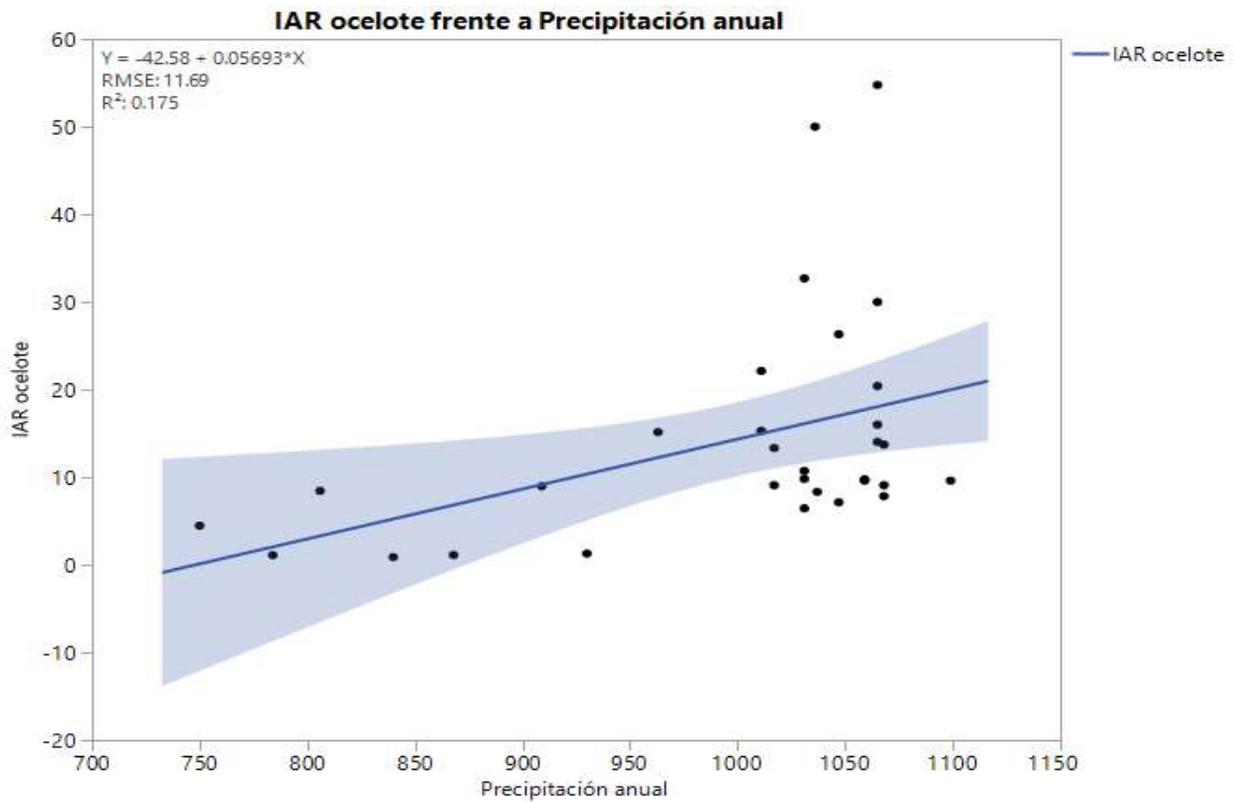
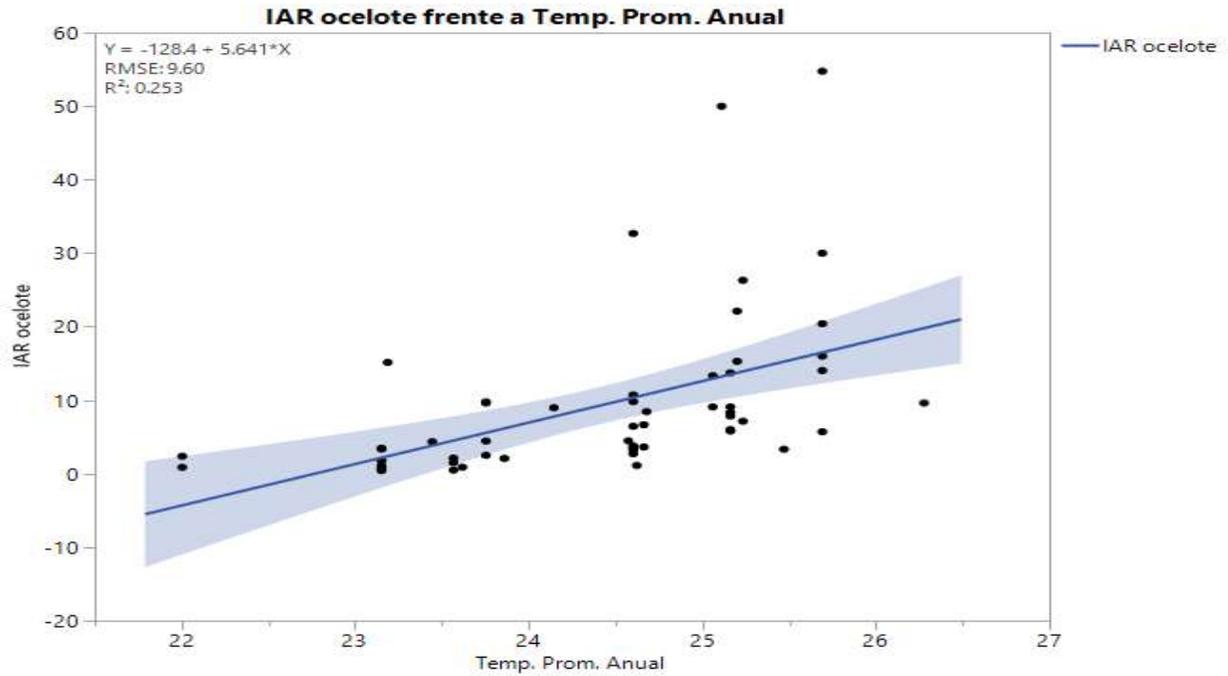


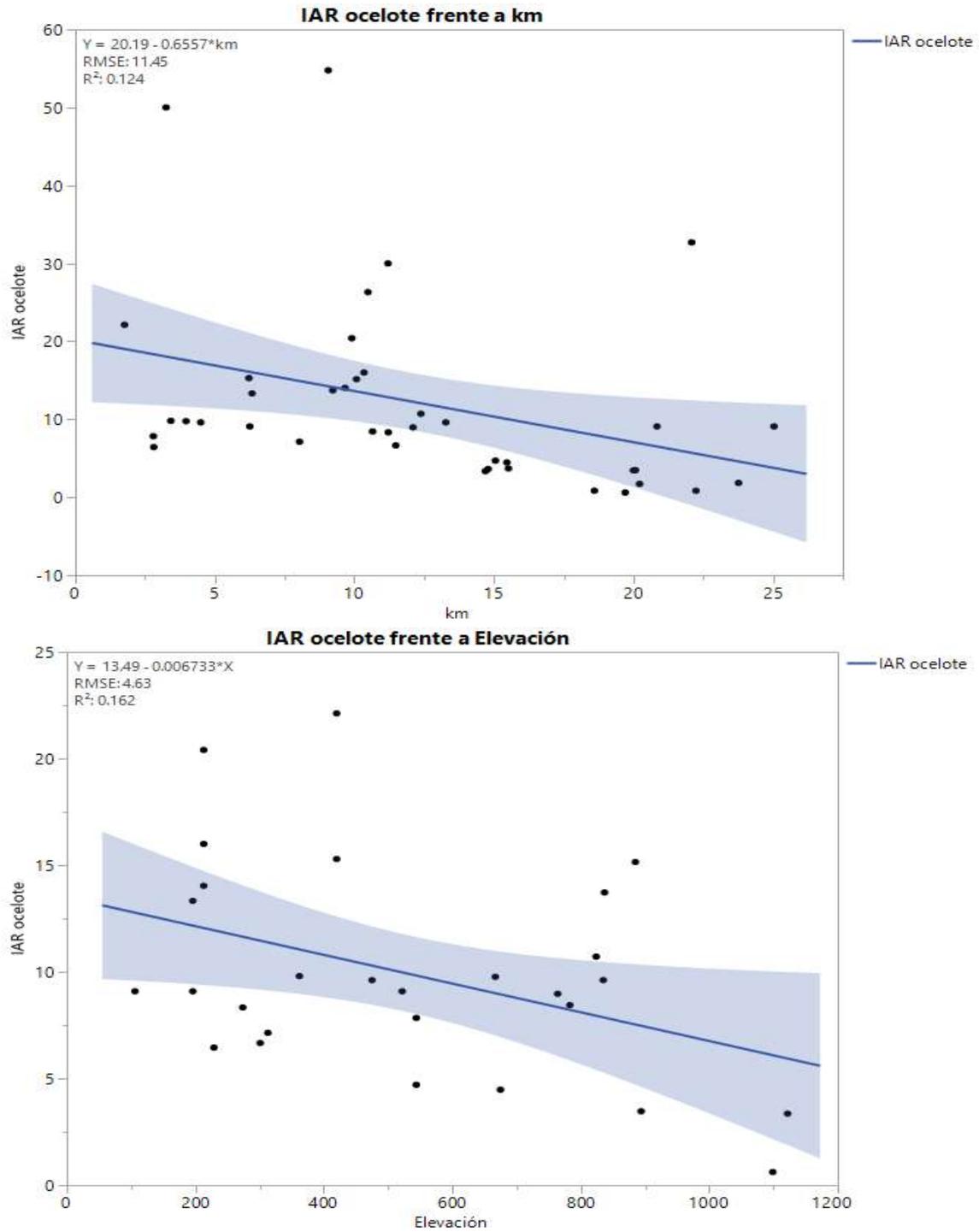


**Figura 1:** Modelos de regresión simple para variables ecológicas : a) Presas ( $R^2=0.38$ . ( $F=37.47$ ,  $gl= 60$ ,  $p<0.05$ ), b) Competidores ( $R^2= 0.40$  ( $F7.3928=$ ,  $gl=11$ ,  $p=>0.05$ ) y c). Depredadores ( $R^2 = 0.69$  ( $F= 34.29,gl=15$ ,  $p=>0.05$ ))



### Variables ambientales candidatas a regresión lineal múltiple





**Figura 2:** Modelos de regresión lineal simple para variables ambientales y antropogénica: a)  $T^\circ \text{ Prom.}$  ( $R^2=0.253$ ), b)  $P\text{prom.}$  ( $R^2=0.175$ ), c)  $Z\text{AH}$  ( $R^2=0.124$ ) y d)  $\text{Elevación}$  ( $R^2=0.162$ ).

