



Revista mexicana de biodiversidad

ISSN: 1870-3453

ISSN: 2007-8706

Instituto de Biología

Morales-Delgado, Laura Marysol; Farías-González, Verónica; Téllez-Valdés, Oswaldo  
Distribución potencial de *Leopardus wiedii* en las áreas naturales protegidas de México

Revista mexicana de biodiversidad, vol. 92, 923322, 2021

Instituto de Biología

DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3322>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42571635024>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM  
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Conservación

### Distribución potencial de *Leopardus wiedii* en las áreas naturales protegidas de México

#### *Potential distribution of Leopardus wiedii in Mexican protected natural areas*

Laura Marysol Morales-Delgado, Verónica Farías-González \* y Oswaldo Téllez-Valdés

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos, Laboratorio de Recursos Naturales, Avenida de Los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, 54090 Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México

\*Autor para correspondencia: v.farias@unam.mx (V. Farías-González)

Recibido: 6 diciembre 2019; aceptado: 2 noviembre 2020

#### Resumen

El margay (*Leopardus wiedii*) es un felino en peligro de extinción debido principalmente a la pérdida de su hábitat. Las áreas naturales protegidas (ANP) son importantes para la conservación del margay debido a su preferencia por la vegetación nativa con cobertura densa. Nuestro objetivo fue generar un modelo de distribución potencial de *L. wiedii* en México para identificar ANP desprovistas de registros georreferenciados de margay y con condiciones ambientales favorables para su presencia. Obtuvimos 97 registros con coordenadas geográficas únicas de 1944 a 2015, a los cuales se les realizó un análisis de rarefacción. Utilizamos el algoritmo MaxEnt versión 3.4.0 para generar el modelo de distribución potencial (AUC = 0.8574) a partir de 66 registros sin correlación espacial ni ambiental y 8 variables climáticas. El modelo fue superpuesto sobre mapas digitales de ANP y ecorregiones terrestres en México. El modelado del nicho ecológico predijo alta idoneidad climática para la presencia del margay en 17 ANP que no presentaron registros con coordenadas geográficas del felino. El modelo también coincidió en 16 ANP con registros georreferenciados de las cuales solo 2 ANP presentaron alta idoneidad climática. El modelo de distribución potencial es una interpretación de la distribución geográfica actual del margay y puede ser utilizado como guía para verificar in campo la presencia de la especie en las ANP.

**Palabras clave:** En peligro de extinción; Felidae; MaxEnt; Modelado; Nicho ecológico; Tigrillo

#### Abstract

The margay (*Leopardus wiedii*) is a small felid endangered mainly by habitat loss. Natural protected areas (ANP) are important for margay conservation due to the felid's preference for native vegetation with dense coverage. Our objective was to generate a potential distribution model for *L. wiedii* in México to identify ANP devoid of

georeferenced records of margay and with suitable environmental conditions for its presence. We obtained 97 records with unique geographic coordinates from 1944 to 2015, to which a rarefaction analysis was done. We used MaxEnt version 3.4.0 to generate the potential distribution model (AUC = 0.8574) from 66 records without spatial nor environmental correlation and 8 climatic variables. The model was overlaid on digital maps of ANP and terrestrial ecoregions of México. Ecological niche modeling predicted high climatic suitability for margay's presence in 17 ANP that did not present records with geographic coordinates. The model also concurred in 16 ANP with georeferenced records from which only 2 ANP presented high climatic suitability. The potential distribution model is an interpretation of the margay's contemporary geographic distribution and may be applied as a guide to verify the species' presence in the ANP.

**Keywords:** Endangered; Felidae; MaxEnt; Modelling; Ecological niche; Tigrillo

## Introducción

El margay (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) es el más pequeño de los felinos silvestres en México y está en peligro de extinción debido a la destrucción y fragmentación de su hábitat por la conversión a tierras agrícolas y ganaderas y a desarrollos urbanos; también está amenazado por el tráfico y comercio ilegal de pieles y ejemplares vivos y el sacrificio incidental de individuos que cazan aves de corral (Oliveira et al., 2015). A nivel mundial, el margay aparece como especie casi amenazada en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Oliveira et al., 2015) y como especie sobre la que no se pueden comercializar individuos o sus partes de manera legal según el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2015). En nuestro país, el tamaño de las poblaciones de margay se desconoce y es posible que se esté reduciendo continuamente por lo que se incluyó dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de especie en peligro de extinción (Semarnat, 2010).

La conservación del margay es importante ya que este pequeño felino posee características morfológicas particulares, en comparación con otros mesocarnívoros, que le permiten jugar una variedad de funciones que serían de difícil sustitución en los ecosistemas donde habita (Farias y Svensson, 2014). Es un cazador solitario que captura a sus presas tanto en el suelo como en los árboles porque puede desplazarse en el dosel y quedar suspendido de las ramas por las extremidades traseras al flexionar la articulación anterior al tarso con una supinación de hasta 180° (Oliveira, 1998; Oliveira et al., 2015; Tewes y Schmidly, 1987). Sus hábitos arbóreos le permiten prevenir encuentros agonísticos desfavorables con especies competidoras (Oliveira et al., 2015). Entre sus presas registradas a lo largo de su distribución, se incluyen anfibios, lagartijas, roedores, ardillas y pequeños

primates (Bianchi et al., 2011; Cinta-Magallón et al., 2012; Oliveira, 1998; Oliveira et al., 2015; Oliveira-Calleia et al., 2009).

Aun cuando el margay muestra un área de distribución histórica desde Sonora y Tamaulipas en México hasta el norte de Argentina y noroeste de Uruguay (Hall, 1981; Oliveira, 1998), el área ocupada actualmente por esta especie debe ser mucho menor debido a su preferencia por la vegetación nativa con cobertura densa y en buen estado de conservación (Aranda et al., 2012; Aranda-Sánchez y Valenzuela-Galván, 2015; Briones-Salas et al., 2016; Domínguez-Castellanos y Ceballos, 2005; Oliveira, 1998; Oliveira et al., 2015). Se ha registrado la presencia del felino desde el nivel del mar hasta alrededor de los 1,000 m snm, aunque hay algunos registros a 3,000 m (Oliveira, 1998; Oliveira et al., 2015). Las estimaciones de densidad poblacional del margay son escasas y se han utilizado diferentes métodos para obtenerlas; en general se reportan de 1 a 5 individuos/100 km<sup>2</sup>, pero en algunos sitios de la región amazónica y en ausencia del ocelote (*Leopardus pardalis*) se han hecho estimaciones de hasta 15 a 25 individuos/100 km<sup>2</sup> (Di Bitteti et al., 2010; Oliveira et al., 2010, 2015). Además de la baja densidad poblacional y de su reducida área de ocupación, se trata de una especie difícil de registrar por sus hábitos nocturno-crepusculares y arborícolas, a pesar de su amplia distribución geográfica (Oliveira et al., 2015). En México, la distribución histórica del margay se registró a lo largo de ambas costas, por el océano Pacífico, desde el sur de Sonora y por el golfo de México, desde Tamaulipas hasta unirse en Oaxaca y continuar al istmo de Tehuantepec, Chiapas y la península de Yucatán (Hall, 1981; Leopold, 1959; Oliveira et al., 2015; Tewes y Schmidly, 1987). Los reportes recientes de fotocapturas de margay documentaron su presencia en sitios anteriormente no incluidos dentro del área de distribución histórica en los estados de Guanajuato (Iglesias et al., 2008); Morelos (Aranda y Valenzuela-Galván, 2015; Valenzuela-Galván et al., 2013); Puebla

(Fariás et al., 2015) y San Luis Potosí (Martínez-Calderas et al., 2012), y con ello aumentaron el área de distribución conocida para el felino.

Un método eficiente y robusto para elaborar hipótesis acerca de la distribución geográfica potencial de una especie es el modelado del nicho ecológico, a partir de registros georreferenciados y de la información de variables ambientales como predictores (Sánchez-Cordero et al., 2001). Los modelos de distribución potencial son un recurso importante en la biología de la conservación debido a que son utilizados como representaciones del espacio geográfico idóneo para la presencia de la especie en estudio (Mateo et al., 2011; Sánchez-Cordero et al., 2001). Sin embargo, también hay que tomar en consideración que los sitios con condiciones climáticas favorables no necesariamente estarán ocupados por la especie bajo estudio debido a que la distribución geográfica de los organismos también está determinada por las interacciones entre especies y por su historia biogeográfica, y estos factores no pueden ser incorporados en los algoritmos (Guisan y Zimmermann, 2000; Soberón y Peterson, 2005).

Aún con esta desventaja, el modelado del nicho ecológico se ha convertido en información fundamental para enfocar los esfuerzos de conservación (Sánchez-Cordero et al., 2001; Soberón y Peterson, 2005). El algoritmo de MaxEnt (Maximum Entropy, Phillips et al. 2006, 2009) posee robustez y alta capacidad predictiva basado en la entropía máxima; por lo tanto, es de los más utilizados para estimar la idoneidad de las condiciones ambientales que a su vez permiten la presencia de una especie (Elith et al., 2011; Merow et al., 2013).

Las áreas naturales protegidas (ANP) pueden ofrecer espacios geográficos con mayor probabilidad de cumplir con el objetivo de conservación de los felinos silvestres (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009; Estes et al., 2011; Woodroffe y Ginsberg, 1998). Los felinos silvestres se benefician por la protección, y la abundancia de sus poblaciones está relacionada positivamente con el tamaño de las reservas (Di Bitteti et al., 2010; Massara et al., 2015, 2016). Debido a que las ANP son áreas estáticas y que el tamaño es uno de los principales factores en cuanto a su eficiencia, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) hizo una propuesta para la expansión de varias ANP, así como para la creación de una nueva figura de conservación, a lo que llamó las Regiones Terrestres Prioritarias y que es un instrumento de planeación territorial (Arriaga et al., 2000).

Las áreas que mantienen altos niveles de integridad ecológica, como muchas de las ANP, son importantes para la conservación del margay debido a que este felino no se adapta fácilmente a hábitat degradado debido a su preferencia por la vegetación nativa densa y a que busca

refugio entre las copas de los árboles y en cañones rocosos con pendiente pronunciada (Oliveira, 1998; Oliveira et al., 2015). Nuestro objetivo fue generar un modelo de distribución potencial de *L. wiedii* en México para identificar ANP desprovistas de registros georreferenciados de margay y con condiciones ambientales favorables para su presencia. El modelo de distribución potencial fue nuestra hipótesis sobre la distribución geográfica actual del margay, y nuestra predicción fue que podríamos identificar ANP donde sería factible verificar la presencia del margay.

## Materiales y métodos

Elaboramos una base de datos biológica con la información de los registros de presencia de *L. wiedii* para México con coordenadas geográficas de 1944 a 2015. Se obtuvo la información disponible de los registros de presencia de *L. wiedii* en México en los portales de redes de bases de datos interconectadas “Mammal Networked Information System” (MaNIS), “Global Biodiversity Information Facility” (GBIF), Irekani del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM) y Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO) del IBUNAM. También se realizó una búsqueda de registros georreferenciados en artículos científicos (Almazán-Catalán et al., 2013; Aranda-Sánchez y Valenzuela-Galván, 2015; Botello et al., 2006, 2008; Faller-Menéndez et al., 2005; Fariás et al., 2015; Horváth et al., 2008; Iglesias et al., 2008; Lira-Torres et al., 2005, 2012; Martínez-Calderas et al., 2012, 2016; Meave-del Castillo y Luis-Martínez, 2000; Morales-Pérez, 2005; Navarrete-Gutiérrez et al., 1996; Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2012; Valenzuela-Galván et al., 2013) y se revisaron los ejemplares depositados en la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Departamento de Zoología del IBUNAM. No utilizamos registros de observaciones directas ni de registros fotográficos que no estuvieran incluidos en alguna colección científica o citados en algún artículo científico. Se incluyeron 12 campos, 3 con información taxonómica (género, especie y subespecie), 5 con información geográfica (latitud, longitud, estado, municipio, localidad) y 4 de la colección biológica (nombre de la colección, número de catálogo, tipo de ejemplar, fecha de recolecta).

El modelo del nicho ecológico de *L. wiedii* se generó con el software MaxEnt versión 3.4.0 (*Maximum Entropy*, Phillips et al., 2017) a partir de los registros de presencia y 19 coberturas digitales de variables climáticas elaboradas por Cuervo-Robayo et al. (2014) con datos climáticos de 1910 a 2009 y resolución espacial de 1 km<sup>2</sup>. Para eliminar la correlación geográfica de los datos utilizamos

la herramienta SDMtoolbox v2.4 para ArcGis 10.0 (Brown, 2020). El software eliminó los registros múltiples de presencia dentro de un área determinada y seleccionó registros independientes espacial y ambientalmente a partir de una matriz de registros coordenados y sus perfiles bioclimáticos. La herramienta “spatially rarefy occurrence data” filtró los datos de las localidades y redujo los registros de presencia a un solo punto dentro de una distancia Euclideana especificada. Esta herramienta se usó para aplicar rarefacción a los registros de margay a varias distancias de acuerdo con la heterogeneidad topográfica y climática y fueron filtrados espacialmente a 10 km<sup>2</sup>, 20 km<sup>2</sup> y 25 km<sup>2</sup> en áreas con heterogeneidad alta, media y baja, respectivamente. Este método de filtrado gradual es muy útil para estudios con pocos registros ya que puede maximizar el número de localidades independientes.

Se generó un modelo utilizando los parámetros predeterminados por MaxEnt y con las opciones de ignorar datos duplicados, considerar siembra de datos al azar y no considerar acotación ni extrapolación. El 75% de los registros se utilizó para el entrenamiento del modelo y 25% para la evaluación del modelo. El número máximo de puntos de fondo fue de 1,000. La región M (Soberón y Peterson, 2005) fue recortada de la cobertura digital de ecorregiones de la Wildlife World Fund (WWF, Olson et al., 2001) y el recorte se basó en las ecorregiones con registros de margay por lo que la península de Baja California no se incluyó. El análisis jackknife de MaxEnt estimó la contribución relativa (%) de cada una de las 19 variables al modelo generado y a partir de esta información, se seleccionó el subconjunto de variables que presentaron los mayores porcentajes de contribución y que sumados explicaron de 90 a 95% de la variabilidad. Tras la selección de las variables: (i) precipitación del cuatrimestre más lluvioso, (ii) oscilación anual de la temperatura, (iii) temperatura mínima promedio del periodo más frío, (iv) estacionalidad de la temperatura, (v) estacionalidad de la precipitación, (vi), temperatura promedio del cuatrimestre más frío (vii) precipitación del cuatrimestre más seco y (viii) precipitación anual, repetimos el ejercicio de modelado con estas 8 variables para generar 15 réplicas y su promedio utilizando la opción de submuestra que replicó conjuntos de muestras elegidos y eliminó el porcentaje de prueba aleatoria sin reemplazo. Se obtuvo la curva ROC/AUC (acrónimo en inglés de Receiver Operating Characteristic / Area Under the Curve). La curva ROC evaluó la habilidad predictiva del modelo y AUC midió la capacidad del modelo para clasificar correctamente los registros de la especie como presencia o ausencia (Fawcett, 2006; Phillips et al., 2006). Utilizamos la ROC, y no la ROC parcial, debido a que no contamos con muchos registros considerando la extensión

del país y la distribución de la especie (Peterson, 2011). Utilizamos la clasificación de Araújo y Guisan (2006) del valor de AUC que indica la precisión del modelo como insuficiente (0.50 - 0.60), pobre (0.60 - 0.70), promedio (0.70 - 0.80), bueno (0.80 - 0.90) o excelente (0.90 - 1.00).

El mapa de distribución potencial logístico se desplegó en el sistema de información geográfica ArcView 3.3 (Environmental Systems Research Institute [ESRI], Redlands, California, EUA). El criterio de punto de corte que utilizamos fue el del umbral logístico de presencia de entrenamiento de percentil 10 (Phillips et al., 2006) y en nuestro modelo tuvo el valor de  $\geq 0.4125$ . El mapa de distribución potencial del margay fue proyectado mediante ArcView sobre coberturas digitales de mapas de a) ANP federales de México (Conanp, 2016), b) ANP estatales, municipales, ejidales y privadas de México (Conabio, 2015) y c) ecorregiones terrestres de México (INEGI-Conabio-INE, 2008). Determinamos las ANP que mostraron las condiciones ambientales favorables para la presencia de *L. wiedii* como aquellas dentro de los límites del modelo logístico de distribución potencial. Identificamos a las ANP con valores de idoneidad más altos (0.8 - 1.0) de acuerdo con el modelo logístico. Utilizamos el mapa de ecorregiones terrestres en México para identificar los tipos de vegetación presentes en las ANP y en los sitios donde los registros fueron obtenidos (Inegi-Conabio-INE, 2008).

## Resultados

De un total de 97 registros de *L. wiedii* para México con coordenadas únicas, 66 fueron registros independientes; es decir, sitios sin correlación espacial ni ambiental y se utilizaron para generar el modelo de nicho ecológico. El total de los 97 registros de presencia de margay se distribuyeron en 18 estados de la República Mexicana. El 74% se localizaron en San Luis Potosí (n = 23), Oaxaca (15), Colima (10), Chiapas (9), Jalisco (9) y Guerrero (6). Los estados con menos de 5 registros fueron: Campeche (4), Morelos (4), Veracruz (4), Puebla (3), Durango (2), Guanajuato (2), Chihuahua (1), Nayarit (1), Quintana Roo (1), Sinaloa (1), Sonora (1) y Yucatán (1). Asimismo, del total de los 66 registros independientes, la mayoría se concentraron en: San Luis Potosí (15), Oaxaca (11), Chiapas (8), Jalisco (6) y Guerrero (5), y los estados con menos de 5 registros fueron: Campeche (3), Colima (3), Morelos (3), Veracruz (3), Durango (2), Puebla (2), Chihuahua (1), Guanajuato (1), Quintana Roo (1), Sinaloa (1) y Yucatán (1). De acuerdo con el mapa de ecorregiones terrestres en México (Inegi-Conabio-INE, 2008), los 97 registros georreferenciados de margay se ubicaron casi en su totalidad en 3 ecorregiones que fueron las sierras



templadas ( $n = 50$ ), las selvas cálido-húmedas (25) y las selvas cálido-secas (21), y 1 sitio se ubicó en la ecorregión de elevaciones semiáridas meridionales. Los 66 registros independientes también se ubicaron en las sierras templadas (27), las selvas cálido-húmedas (20) y las selvas cálido-secas (18), y 1 registro se mantuvo en las elevaciones semiáridas meridionales. Los tipos de vegetación donde se localizaron los 97 registros fueron bosque de pino-encino ( $n = 20$ ), selva baja caducifolia (18), bosque de encino (16), selva alta y mediana perennifolia (9), selva mediana (9), selva alta y mediana subperennifolia (6), bosque de pino (5), selva baja (5), bosque mesófilo de montaña (4), pastizal cultivado (3) y matorral xerófilo (2).

Elegimos como modelo de distribución potencial del margay al modelo promedio de las 15 réplicas (fig. 1). La eficiencia de predicción del modelo lo ubicó en el intervalo del valor de AUC de 0.8574 con una precisión clasificada como buena de acuerdo con los valores considerados por Araújo y Guisan (2006). El modelo predijo mayor probabilidad de presencia de condiciones favorables para el margay en las sierras Madre Oriental, Norte de Oaxaca y Madre Occidental. La predicción tuvo menor probabilidad en la depresión del Balsas, la planicie costera de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas y

en las regiones de manglares y humedales de Tabasco y las regiones norte y este de la península de Yucatán. El subconjunto de 8 variables ambientales que presentaron los mayores porcentajes de contribución y que sumados explicaron de 90 a 95% de la variabilidad estuvieron relacionados con la estacionalidad de la temperatura y de la precipitación, los periodos con mayor precipitación y los periodos más fríos.

De los 97 sitios con registros georreferenciados de margay, 39 se localizaron dentro de un ANP federal y 1 en ANP privada (tabla 1). No hubo registros georreferenciados en ANP estatales, municipales y ejidales. Mediante el modelado del nicho ecológico del margay identificamos 40 ANP federales con condiciones climáticas favorables para la presencia del felino de las cuales no encontramos registros con coordenadas geográficas en las colecciones científicas ni en los artículos científicos (tabla 2). El modelado predijo que 17 de las 40 ANP contaron con condiciones ambientales de alta idoneidad (0.8 - 1.0) de acuerdo con el modelo logístico (fig. 2) para la presencia de este felino (tabla 2). Los 40 registros de margay que se localizaron dentro de algún ANP se ubicaron en bosque de pino-encino ( $n = 12$ ), bosque de encino (8), selva baja caducifolia (4), selva alta y mediana subperennifolia (4),

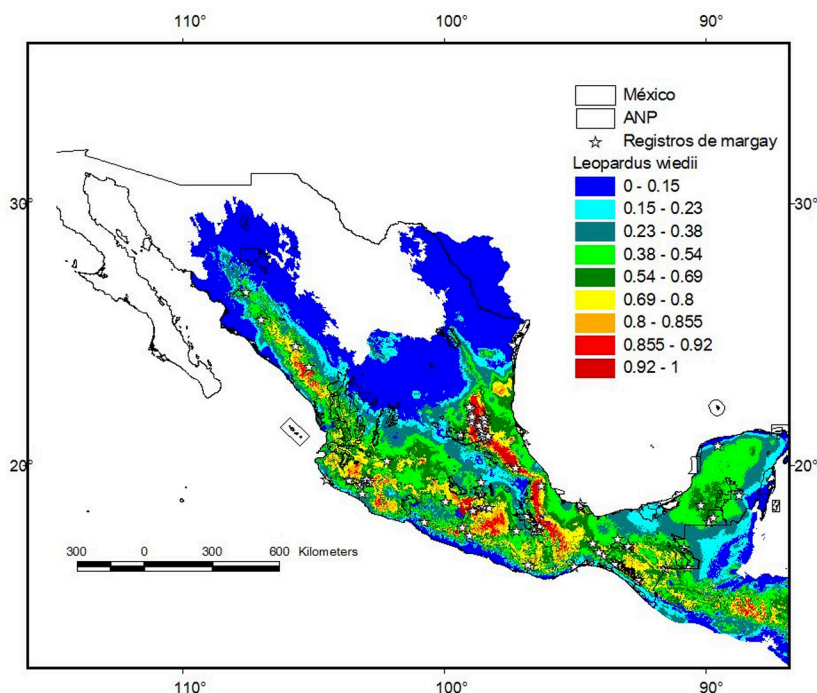


Figura 1. Modelo de distribución potencial del margay (*Leopardus wiedii*) en México con los polígonos de las áreas naturales protegidas federales. Las estrellas identifican a los 66 registros de margay utilizados para generar el modelo. Los colores cálidos (rojo y anaranjado) indican los valores de idoneidad ambiental más altos (0.8 - 1.0) para la presencia del margay. Los tonos de colores representan valores de un continuo entre 0 y 1 de idoneidad desde el color más frío (azul) hacia el color más cálido (rojo).

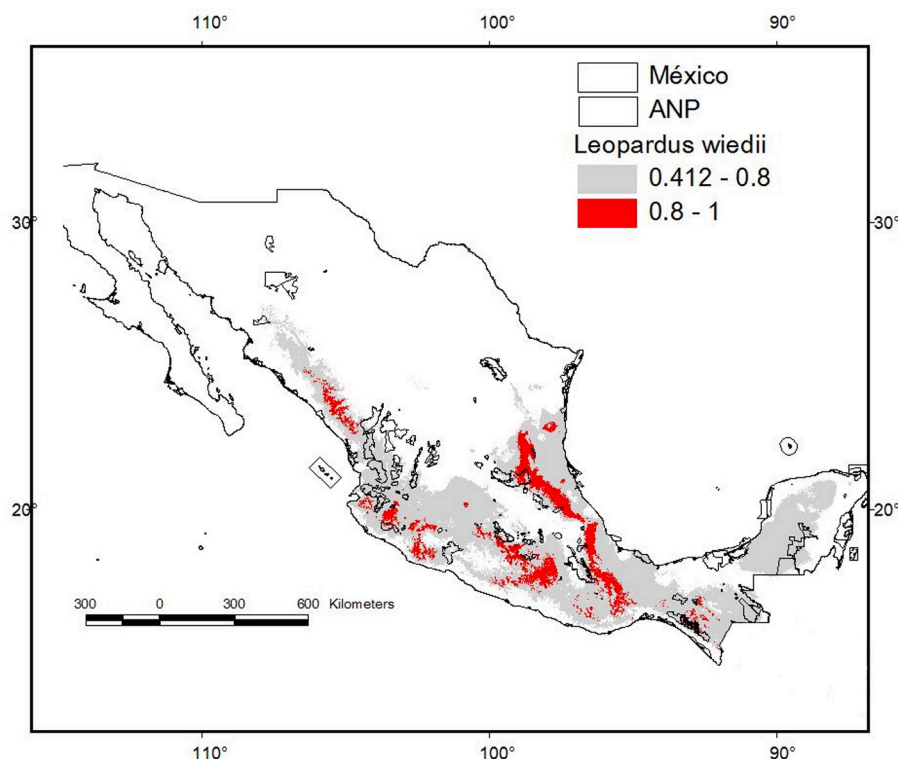


Figura 2. Modelo de distribución potencial del margay (*Leopardus wiedii*) en México con los polígonos de las áreas naturales protegidas federales. El color rojo indica los valores de idoneidad ambiental más altos (0.8 - 1.0) para la presencia del margay.

pastizal cultivado (3), bosque mesófilo de montaña (2), matorral xerófilo (2) y bosque de pino (1).

## Discusión

En nuestra búsqueda de registros de presencia de margay, encontramos el mayor número en San Luis Potosí y Oaxaca porque fue en estos estados de la República Mexicana donde se desarrollaron la mayoría de los trabajos de investigación que publicaron registros georreferenciados de margay en años recientes (Botello et al., 2006, 2008; Cinta-Magallón et al., 2012; Lira-Torres et al., 2005, 2012; Martínez-Calderas et al., 2012, 2016; Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2012). En contraste, las investigaciones realizadas en el suroeste del Estado de México, el sur de Michoacán y el sureste de Tamaulipas verificaron la presencia del margay por medio de fotocapturas y capturas de ejemplares, pero no publicaron las coordenadas geográficas de los sitios de colecta (Carvajal-Villareal et al., 2012; Charre-Medellín et al., 2015; Monroy-Vilchis et al., 2011). En la península de Yucatán los registros fueron muy escasos y no obtuvimos ningún registro en Tabasco (Faller-Menéndez et al., 2005). De esta manera, se comprende que el mayor número de

registros en San Luis Potosí y Oaxaca, así como el menor número de registros en el sureste mexicano no estuvieron relacionados con una mayor o menor abundancia de las poblaciones del margay.

Es notable mencionar que la mayor parte de los registros colectados en años recientes fueron fotocolectas. En comparación con métodos de colecta anteriormente utilizados como la trampa de pelo, las estaciones olfativas y la captura de ejemplares vivos, el fototrampeo posee ventajas para la captura de registros del margay ya que es una especie con actividad nocturna principalmente, sigilosa y con baja densidad poblacional (Downey, 2005; Goldman, 1943; Iglesias et al., 2008; Vanderhoff et al., 2011). El fototrampeo es un método no invasivo que permite la identificación del margay con relativa facilidad y la probabilidad de detección es confiable con un esfuerzo de muestreo apropiado aun cuando la abundancia relativa del felino sea baja (Tobler et al., 2008).

El modelo generado en nuestro estudio permitió obtener una hipótesis bien sustentada sobre distribución geográfica del felino en la que se puede apreciar la información reciente sobre el área de distribución en el centro de México (fig. 1). A pesar de que en la península

Tabla 1

Áreas naturales protegidas (ANP) con registros georreferenciados de presencia del margay (*Leopardus wiedii*) en México.

Área Natural Protegida, Estado (número de registros)	URN de la colección científica ó Autor y año del artículo científico
RB Calakmul, Campeche (2)	URN:catalog:KU:KUM:93837 URN:catalog:IBUNAM:CNMA:37373:102
RB El Ocote, Chiapas (2)	Navarrete-Gutiérrez et al., 1996
RB El Triunfo, Chiapas (1)	Morales-Pérez, 2005
PN Lagunas de Montebello, Chiapas (2)	Horváth et al., 2008
RB La Sepultura, Chiapas (1)	URN:catalog:IHNE:CZRMA:1620
MN Yaxchilán, Chiapas (1)	Meave del Castillo y Martínez, 2000
APFF Chichinautzin, CDMX, Estado de México y Morelos (1) **	Aranda-Sánchez y Valenzuela-Galván, 2015
RB Sierra de Manantlán, Colima y Jalisco (12)	URN:catalog:OHMN:Mammals:6362 URN:catalog:LACM:Mammals:029323 URN:catalog:LACM:Mammals:029324 URN:catalog:LACM:Mammals:029325 URN:catalog:LACM:Mammals:029326 URN:catalog:LACM:Mammals:029328 URN:catalog:LACM:Mammals:029329 URN:catalog:LACM:Mammals:029330 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB2623 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB2628 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB2761 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB2762
RB Sierra Gorda de Guanajuato, Guanajuato (2)	URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB1301 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB1068
RB Chamela-Cuixmala, Jalisco (1)	Domínguez-Castellanos y Ceballos, 2005
PN Volcán Nevado de Colima, Jalisco (1)	URN:catalog:LACM:Mammals:062851
RB Sierra de Huautla, Morelos (1)	Valenzuela-Galván et al., 2013
APRN CADNR 043 estado de Nayarit, Nayarit, Aguascalientes, Jalisco, Durango y Zacatecas (1) **	URN:catalog:CIIDIR-IPN:CRD:CRD7425
RB Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca y Puebla (8)	URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB934 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB1506 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB221 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB231 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB1385 URN:catalog:IBUNAM:CFB:FB47 Fariás et al., 2015
RB Los Tuxtlas, Veracruz (3)	URN:catalog:IBUNAM:CNMA:TUX49 URN:catalog:IBUNAM:CNMA:TUX50 URN:catalog:IBUNAM:CNMA:TUX430
Reserva Privada El Zapotal, Yucatán (1)	Faller-Menéndez et al., 2005

Las categorías de las ANP son: (RB) reserva de la biosfera, (PN) parque nacional, (APFF) área de protección de flora y fauna, (CADNR) cuenca alimentadora del distrito nacional de riego y (MN) monumento nacional. \*\*ANP que el modelo de nicho ecológico consideró con mayor idoneidad para la presencia del margay.



Tabla 2

Áreas naturales protegidas (ANP) federales en México sin registros georreferenciados de presencia de margay (*Leopardus wiedii*) y que se encuentran dentro de los límites del modelo logístico.

Categoría	Área Natural Protegida, Estado
Reserva de la Biosfera	Los Petenes, Campeche Montes Azules, Chiapas** Volcán de Tacaná, Chiapas Barranca de Metztitlán, Hidalgo Zicuirán-Infiernillo, Michoacán** Marismas Nacionales, Nayarit Sierra Gorda, Querétaro y Guanajuato** Sian Ka'an, Quintana Roo Sierra del Abra-Tanchipa, San Luis Potosí y Tamaulipas** Pantanos de Centla, Tabasco Ría Celestún, Yucatán Ría Lagarto, Yucatán
Parque Nacional	Cañón del Sumidero, Chiapas** Desierto del Carmen o de Nixcongo, Estado de México** Grutas de Cacahuamilpa, Guerrero Los Marmoles, Hidalgo** Insurgente José María Morelos, Michoacán** Cerro Guernica, Michoacán** El Tepozteco, Morelos y CDMX** Benito Juárez, Oaxaca Huatulco, Oaxaca Lagunas de Chacahua, Oaxaca Cañón del río Blanco, Veracruz**
Área de Protección de Flora y Fauna	Bala'an K'aax, Chiapas Chan-kin, Chiapas Metzabok, Chiapas Ciénegas del Lerma, Estado de México** La Primavera, Jalisco** Sierra de Quila, Jalisco** Pico de Tancitaro, Michoacán** Boquerón de Tonalá, Oaxaca Otoch Ma'ax Yetel Kooh, Quintana Roo Uaymil, Quintana Roo Meseta de Cacaxtla, Sinaloa Sierra de Álamos y Río Cuchujaqui, Sonora Cañón del Usumacinta, Tabasco Laguna Madre y Delta del Río Bravo, Tamaulipas
Área de Protección de Recursos Naturales	Cuenca hidrológica del río Necaxa, Puebla**
Zona Protectora Forestal los Terrenos Constitutivos y las Cuencas	De los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, Estado de México**
Monumento Nacional	Bonampak, Chiapas

\*\* ANP que el modelo de nicho ecológico consideró con mayor idoneidad para la presencia del margay.

de Yucatán el modelo resultó en un subestimado en comparación con el resto del país debido al número tan reducido de registros y a que no se capturó la variación ambiental, no se presentaron omisiones.

La probabilidad de encontrar las condiciones ambientales que permiten la presencia de una especie se interpreta como un índice de similitud ambiental entre una región determinada y los sitios donde la especie ha

sido registrada (Guisan y Zimmermann, 2000; Peterson y Soberón, 2012). El clima en los puntos de registro de la especie es representante de la gama ambiental del organismo; sin embargo, en caso de que no se cuente con una muestra representativa de la gama ambiental completa pueden presentarse omisiones en el modelo (Guisan y Thuiller, 2005; Guisan y Zimmermann, 2000; Soberón y Peterson, 2005; Phillips et al., 2006). Nuestro modelo no presentó omisiones y obtuvo un valor aceptable del AUC, por lo que asumimos que es un modelo robusto para dirigir el diseño de muestreos hacia sitios específicos en las ANP para verificar la presencia del margay. Asimismo, aun cuando se contó con un número reducido de registros, el modelo de distribución potencial se mostró robusto, ya que coincidió con la distribución actual basada en los registros y la potencial, de una manera que parece consistente considerando la distribución histórica (Hall, 1981).

Los hábitos sigilosos del margay no son compatibles con los métodos de captura de ejemplares, lo que pudo ser un impedimento para que la especie se pudiera registrar de manera regular en un pasado, ya que debido a su amplia distribución podría haber habido más registros en las colecciones científicas. Sin embargo, el número y distribución de los registros conocidos reflejó los ambientes en donde habita la especie. Finalmente, este estudio permitió identificar áreas y ANP en donde se podría específicamente aplicar el muestreo con cámaras trampa con el fin de obtener registros georreferenciados y disponer de más y mejores datos para hacer evaluaciones y recomendaciones para la conservación del margay.

Nuestra predicción se cumplió; identificamos 17 ANP federales con condiciones climáticas con alta idoneidad para la presencia del margay, pero en las cuales no encontramos registros con coordenadas geográficas de ejemplares resguardados en colecciones científicas o reportados en artículos científicos (tabla 2). Es importante mencionar que en los planes de manejo de las 17 ANP sin registros y otras más, se incluyó la presencia de la especie. Es posible que se haya incluido al felino en los listados faunísticos de las ANP que están localizadas dentro de la distribución histórica del margay (Hall, 1981) aún sin tener ejemplares en colecciones o fotocolectas científicas debido a que el margay es una especie críptica muy difícil de observar en vida silvestre y de capturar (Dominguez-Castellanos y Ceballos, 2005). Asimismo, existen registros y menciones en la literatura científica de la presencia del margay en áreas adyacentes a ciertas ANP. Por ejemplo, San Luis Potosí fue el estado del que encontramos el mayor número de registros georreferenciados, pero ninguno estuvo localizado dentro de algún ANP.

En nuestros resultados, la Reserva de la Biosfera (RB) Sierra del Abra Tanchipa, en San Luis Potosí, presentó

valores de idoneidad altos de acuerdo al modelo logístico y concordó con el trabajo de Martínez-Calderas et al. (2016), quienes generaron un modelo de distribución potencial del margay para el noreste de México y reportaron que el área con mayor potencial para la presencia del margay se encontró en las regiones montañosas de la sierra Madre Oriental entre la Gran Sierra Plegada y el Karso Huasteco; región que incluye a la RB Sierra del Abra Tanchipa. Otro caso es El Parque Nacional (PN) Cañón del Sumidero, Chiapas; fue otro sitio que nuestro modelo logístico predijo con alta idoneidad climática y coincidió con Arroyo-Chacón et al. (2013), quienes mencionaron avistamientos de margay por parte de los pobladores, a pesar de que no documentaron fotocapturas o capturas de ejemplares. Por otro lado, también encontramos comentarios sobre la presencia del margay en áreas adyacentes a ANP predichas por nuestro modelo logístico que no contaron con alta idoneidad de condiciones climáticas. Quijano-Hernández y Calmé (2002) reportaron que cazadores del ejido de Felipe Carrillo Puerto que colinda con la RB Sian Ka'an, Quintana Roo, confieren valor comercial a la piel del margay. La Reserva Privada El Zapotal, en Yucatán, cuenta con un registro de margay y colinda con la RB Ría Lagartos (Faller-Menéndez et al. 2005). Buenrostro-Silva et al. (2012) presentaron un listado de los mamíferos del PN Lagunas de Chacahua, Oaxaca y aunque no obtuvieron registros del margay, señalaron que previo a su estudio, Lira-Torres et al. (2005) registraron al felino en el cerro de La Tuza de Monroy, adyacente al PN Lagunas de Chacahua.

A partir de la información disponible en literatura y colecciones científicas, y de nuestro modelo de distribución potencial, resultó evidente la necesidad de obtener un mayor número de registros confiables de presencia del felino en México. Por lo tanto, sugerimos realizar investigaciones en campo para comprobar la presencia del margay en las ANP, identificar la ubicación precisa de sus poblaciones, así como los tipos de vegetación en que habitan y proponemos resaltar los sitios de alta idoneidad reportados en este trabajo (tabla 2). Esta información será útil para tomar medidas para la protección del margay y de su hábitat a corto, mediano y largo plazo.

## Agradecimientos

Investigación realizada gracias al Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT Proyecto IA200812. Agradecemos a Maribel Arenas Navarro por su apoyo en el análisis de rarefacción. Agradecemos a dos revisores anónimos por sus contribuciones para mejorar este manuscrito.

## Referencias

- Almazán-Catalán, A., Sánchez-Hernández, C., Ruiz-Gutiérrez, F., Romero-Almaraz, M. L., Taboada-Salgado A. y Beltrán-Sánchez, E. (2013). Registros adicionales de felinos del estado de Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 347–359. <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.23087>
- Aranda, M., Botello, F. y López-de Buen, L. (2012). Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 778–784. <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.24850>
- Aranda-Sánchez, M. y Valenzuela-Galván, D. (2015). Registro notable de margay (*Leopardus wiedii*) en el bosque mesófilo de montaña de Morelos, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 1110–1112. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.09.015>
- Araújo, M. B. y Guisan, A. (2006). Five, or so, challenges for species distribution modeling. *Journal of Biogeography*, 33, 1677–688. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01584.x>
- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y Loa, E. (2000). RTP-121 Valle de Tehuacán-Cuicatlán. En *Regiones terrestres prioritarias de México* (pp. 472–475). Ciudad de México: Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Arroyo-Chacón, E., Riechers-Pérez, A., Naranjo, E. J. y Rivera-Velázquez, G. (2013). Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos silvestres entre hábitats en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. *Therya*, 4, 647–676. <https://doi.org/10.12933/therya-13-140>
- Bezaury-Creel, J. y Gutiérrez-Carbonell, D. (2009). Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En *Capital natural de México. Volumen II. Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 385–431). México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Bianchi, R. C., Rosa, A. F., Gatti, A. y Mendes, S. L. (2011). Diet of margay, *Leopardus wiedii*, and jaguarundi, *Puma yagouaroundi*, (Carnivora: Felidae) in Atlantic Rainforest, Brazil. *Zoología*, 28, 127–132. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702011000100018>
- Botello, F., Illoldi-Rangel, P., Linaje, M. y Sánchez-Cordero, V. (2006). Primer registro del tigrillo (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) y del gato montés (*Lynx rufus*, Kerr 1792) en la reserva de la biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22, 135–139. <https://doi.org/10.21829/azm.2006.2211969>
- Botello, F., Sánchez-Cordero, V. y González, C. (2008). Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. En C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (Eds.), *Avances en el estudio de los mamíferos de México, Volumen II* (pp. 335–354). Ciudad de México, México: Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., Publicaciones Especiales.
- Briones-Salas, M., Lira-Torres, I., Carrera-Treviño, R. y Sánchez-Rojas, G. (2016). Relative abundance and activity patterns of wild felids in Chimalapas rainforest, Oaxaca, Mexico. *Therya*, 7, 123–134. <https://doi.org/10.12933/therya-16-320>
- Brown, J. L. (2020). SDMtoolbox 2.0 User guide. Southern Illinois University. USA.
- Buenrostro-Silva, A., Antonio-Gutiérrez, M. y García-Grajales, J. (2012). Mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Chacahua y La Tuza de Monroy, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28, 56–72. <https://doi.org/10.21829/azm.2012.281816>
- Carvajal-Villareal, S., Caso, A., Downey, P., Moreno, A., Tewes, M. E. y Grassman, L. I. Jr. (2012). Spatial patterns of the margay (*Leopardus wiedii*; Felidae, Carnivora) at “El Cielo” Biosphere Reserve, Tamaulipas, México. *Mammalia*, 76, 237–244. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2011-0100>
- Charre-Medellín, J. F., Monterrubio-Rico, T. C., Guido-Lemos, D. y De Mendoza, E. (2015). Patrones de distribución de felinos silvestres (Carnivora: Felidae) en el trópico seco del Centro-Occidente de México. *Revista de Biología Tropical*, 63, 783–797. <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i3.15408>
- Cinta-Magallón, C. C., Bonilla-Ruz, C. R., Alarcón, D. I. y Arroyo-Cabral, J. (2012). Dos nuevos registros de margay (*Leopardus wiedii*) en Oaxaca, México, con datos sobre hábitos alimentarios. *Cuadernos de Investigación UNED*, 4, 33–40.
- CITES. (2015). Los Anexos I, II y III de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. US Government Printing Office, Washington, Estados Unidos. Recuperado el 22 marzo, 2017 de <http://www.cites.org/esp/app/index.php>
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2015). Áreas naturales protegidas estatales, municipales, ejidales y privadas de México 2015. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2016). Áreas naturales protegidas federales de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de México, México.
- Cuervo-Robayo, A. P., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M. A., Venegas-Barrera, C. S., Manjarrez, J. y Martínez-Meyer, E. (2014). An update of high-resolution monthly climate surfaces for México. *International Journal of Climatology*, 34, 2427–2437. <https://doi.org/10.1002/joc.3848>
- Di Bitetti, M. S., De Angelo, C. D., Di Blanco, Y. E. y Paviolo, A. (2010). Niche partitioning and species coexistence in a neotropical felid assemblage. *Acta Oecologica*, 36, 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.04.001>
- Domínguez-Castellanos, Y. y Ceballos, G. (2005). Un registro notable del tigrillo (*Leopardus wiedii*) en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9, 146–149.
- Downey, J. P. (2005). *Hair-snare survey to assess distribution of margay (Leopardus wiedii) inhabiting El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, México (Tesis)*. Geology Oklahoma State University Stillwater, Oklahoma, EUA.

- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., y Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17, 43–57. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>
- Estes, J. A., Terborgh, J., Brashares, J. S., Power, M. E., Berger, J., Bond, W. J. et al. (2011). Trophic downgrading of planet Earth. *Science*, 333, 301–306. <https://doi.org/10.1126/science.1205106>
- Faller-Menéndez, J. C., Urquiza-Haas, T., Chávez, C., Johnson, S. y Ceballos, G. (2005). Registro de mamíferos en la Reserva Privada El Zapotal, en el noroeste de la Península de Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9, 128–140.
- Fariás, A. A. y Svensson, G. (2014). Ecoregional vulnerability assessment for the functional richness of South American Carnivorans (Mammalia: Carnivora). *Journal on Mammalian Evolution*, 21, 437–450. <https://doi.org/10.1007/s10914-014-9264-7>
- Fariás, V., Téllez, O., Botello, F., Hernández, O., Berruecos, J., Olivares, S. J. et al. (2015). Primeros registros de 4 especies de felinos en el sur de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 1065–1071. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.06.014>
- Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, 27, 861–874. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.10.010>
- Goldman, E. A. (1943). The races of the ocelot and margay in Middle America. *Journal of Mammalogy*, 24, 372–385. <https://doi.org/10.2307/1374838>
- Guisan, A. y Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8, 993–1009. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>
- Guisan, A. y Zimmermann, N. E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modeling*, 135, 147–186. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9)
- Hall, R. E. (1981). *The mammals of North America*. New York: John Wiley and Sons.
- Horváth, A. (2008). *Mamíferos de los Parques Nacionales Lagunas de Montebello y Palenque, Chiapas*. México D.F.: El Colegio de la Frontera Sur. Unidad San Cristóbal de las Casas. Bases de datos SNIB-Conabio. Proyecto No. BK047.
- Iglesias, J., Sánchez-Cordero, V., Magaña-Cota, G., Bolaños, R., Aranda, M., Hernández, R. et al. (2008). Noteworthy records or margay, *Leopardus wiedii* and ocelot, *Leopardus pardalis* in the state of Guanajuato, Mexico. *Mammalia*, 72, 347–349. <https://doi.org/10.1515/MAMM.2008.036>
- INEGI-Conabio-INE. (2008). Ecorregiones terrestres de México. Escala 1:1,000,000. Ciudad de México, México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Instituto Nacional de Ecología.
- Leopold, A. S. (1959). *Wildlife of Mexico: the game birds and mammals*. Berkley: University of California Press.
- Lira-Torres, I., Mora-Ambriz, L., Camacho-Escobar, M. A. y Galindo-Aguilar, R. E. (2005). Mastofauna del cerro La Tuza, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9, 6–20.
- Lira-Torres, I., Galindo-Leal, C. y Briones-Salas, M. (2012). Mamíferos de la selva Zoque, México: riqueza, uso y conservación. *Revista de Biología Tropical*, 60, 718–797. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i2.3999>
- Martínez-Calderas, J. M., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Martínez-Montoya, J. F. y Villordo-Galván, J. A. (2012). New records of tigrillo (*Leopardus wiedii*) in San Luis Potosí, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28, 482–486.
- Martínez-Calderas, J. M., Hernández-Saintmartín, A. D., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Villordo-Galván, J. A. y Olivera-Méndez, A. (2016). Potential distribution of margay (*Leopardus wiedii*, Schinz 1821) in Northeastern México. *Therya*, 7, 241–255. <https://doi.org/10.12933/therya-16-360>
- Massara, R. L., Paschoal, A. M. O., Bailey, L. L., Doherty Jr., P. F. y Chiarello, A. G. (2016). Ecological interactions between ocelots and sympatric mesocarnivores in protected areas of the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 97, 1634–1644. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw129>
- Massara, R. L., Paschoal, A. M. O., Doherty, Jr. P. F., Hirsch, A. y Chiarello, A. G. (2015). Ocelot population status in protected Brazilian Atlantic Forest. *Plos One*, 10, e0141333. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141333>
- Mateo, R. G., Felicísimo, A. M. y Muñoz, J. (2011). Species distribution models: a synthetic revision. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 217–240. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>
- Meave-del Castillo, J. A. y Luis-Martínez, A. M. (2000). *Caracterización biológica del Monumento Natural Yaxchilán como un elemento fundamental para el diseño de su plan rector de manejo*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-Conabio. Proyecto Núm. M099.
- Merow, C., Smith, M. J., y Silander, J. A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36, 1058–1069. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L. y Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59, 373–383. <https://doi.org/10.15517/rbt.v59i1.3206>
- Morales-Pérez, J. E. (2005). *Vertebrados terrestres del Corredor Biológico Sierra Madre del Sur, Chiapas, México*. Ciudad de México, México: Instituto de Historia Natural y Ecología. Dirección de Investigación Miguel Álvarez del Toro. Bases de datos SNIB-Conabio. Proyecto Núm. Y021.
- Navarrete-Gutiérrez, D. A., Alba, L. M. P., March, M. I. J. y Espinoza, M. E. (1996). Mamíferos de la Selva El Ocote, Chiapas. En *Conservación y desarrollo sustentable en la selva El Ocote, Chiapas* (pp. 179–207). México D.F.: El Colegio de la Frontera Sur/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales, A.C.
- Oliveira, T. G. (1998). *Leopardus wiedii*. *Mammalian Species*, 579, 1–6. <https://doi.org/10.2307/3504400>



- Oliveira, T. G., Paviolo, A., Schipper, J., Bianchi, R., Payan, E. y Carvajal, S. V. (2015). *Leopardus wiedii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20154.RLTS.T11511A50654216.en>
- Oliveira, T. G., Tortato, M. A., Silveira, L., Kasper, C. B., Mazim, F. D., Lucherini, M. et al. (2010). Ocelot ecology and its effect in the small-felid guild in the lowland neotropics. En D. W. Macdonald y A. Loveridge (Eds.), *Biology and conservation of wild felids* (pp. 563–584). Oxford: Oxford University Press.
- Oliveira-Calleia, F., Rohe, F. y Gordo, M. (2009). Hunting strategy of the margay (*Leopardus wiedii*) to attract the wild Pied Tamarin (*Saguinus bicolor*). *Neotropical Primates*, 16, 32–34. <https://doi.org/10.1896/044.016.0107>
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C. et al. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *Bioscience*, 51, 933–938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Pérez-Irineo, G. y Santos-Moreno, A. (2012). Diversidad de mamíferos terrestres de talla grande y media de una selva subcaducifolia del noreste de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 164–169. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.1.792>
- Peterson, A. T. (2011). Evaluating model performance and significance. En A. T. Peterson, J. Soberón, R. G. Pearson, R. P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura et al. (Eds.), *Ecological niches and geographic distributions* (pp. 150–181). Princeton: Princeton University Press.
- Peterson, A. T. y Soberón, J. (2012). Species distribution modeling and ecological niche modeling: Getting the concepts right. *Natureza & Conservação*, 10, 102–107. <https://doi.org/10.4322/NATCON.2012.019>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. y Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Dudík, M., Schapire, R. E. y Blair, M. E. (2017). Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography*, 40, 887–893. <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>
- Phillips, S. J., Dudík, M. y Schapire, R. E. (2009). Maxent software for modeling species niches and distributions. Versión 3.3.0. Recuperado el 22 marzo, 2017 de [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)
- Quijano-Hernández, E. y Calmé, S. (2002). Patrones de cacería y conservación de la fauna silvestre en una comunidad maya de Quintana Roo, México. *Etnobiología*, 2, 1–12.
- Sánchez-Cordero, V., Peterson, A. T. y Escalante-Pliego, P. (2001). El modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica. En H. M. Hernández, A. N. García-Aldrete, F. Álvarez y M. Ulloa (Comps.), *Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad* (pp. 359–379). México D.F.: Instituto de Biología UNAM/ Fondo de Cultura Económica.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio*. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación.
- Soberón, J. y Peterson, A. T. (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species distributional areas. *Biodiversity Informatics*, 2, 1–10. <http://dx.doi.org/10.17161/bi.v2i0.4>
- Tewes, M. E. y Schmidly, D. J. (1987). The neotropical felids: jaguar, ocelot, margay, and jaguarundi. En M. Novak, J. A. Baker, M. E. Obbard y B. Malloch (Eds.), *Wild furbearer management and conservation in North America* (pp. 695–712). Ontario, Canada: Ministry of Natural Resources.
- Tobler, M. W., Carrillo-Perceatogui, S. E., Leite, R., Mares, R. y Powell, G. (2008). An evaluation of camera traps for inventorying large and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, 11, 169–178. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2008.00169.x>
- Valenzuela-Galván, D., De León-Ibarra, A., Lavalle-Sánchez, A., Orozco-Lugo, L. y Chávez, C. (2013). The margay *Leopardus wiedii* and bobcat *Lynx rufus* from the dry forests of southern Morelos, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 58, 118–120. <http://dx.doi.org/10.1894/0038-4909-58.1.118>
- Vanderhoff, E. N., Hodge, A. M., Arbogast, B. S., Nilsson, J. y Knowles, T. W. (2011). Abundance and activity patterns of the margay (*Leopardus wiedii*) at a mid-elevation site in the eastern Andes of Ecuador. *Mastozoología Neotropical*, 18, 271–279.
- Woodroffe, R. y Ginsberg, J. R. (1998). Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science*, 280, 2126–2128. <http://dx.doi.org/10.1126/science.280.5372.2126>