



Registros notables y distribución del zorrillo manchado del sur (*Spilogale angustifrons* Howell, 1902) en el Estado de Guerrero, México

Rodolfo Rodríguez-Ruiz^{1*} , Ángel Balbuena-Serrano² , Gloria Tapia-Ramírez¹ 

¹ Departamento de Conservación de la Biodiversidad. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Periférico Sur, María Auxiliadora, C. P. 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

² Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México, Campus El Cerrillo Piedras Blancas, C.P. 50090, Toluca, Estado de México, México.

* Correspondencia: rr9155364@gmail.com

Resumen

Spilogale angustifrons es el tercer carnívoro más pequeño de México. A nivel nacional, la especie está fuera de alguna categoría de riesgo y a nivel internacional se considera en preocupación menor; no obstante, se conoce poco sobre su distribución a nivel local en México. El objetivo de este estudio fue reportar nuevas localidades y predecir la distribución potencial de *S. angustifrons* en el Estado de Guerrero, México. Se obtuvieron registros de presencia mediante un muestreo con cámaras trampa en el estado, revisión de literatura científica a nivel nacional, en bases de datos de museos nacionales y extranjeras, y fuentes derivadas de ciencia ciudadana. Con los registros obtenidos y un conjunto de variables ambientales, se generó un modelo de distribución potencial para *S. angustifrons* para el Estado de Guerrero con el algoritmo de MaxEnt. Se identificaron las variables que más influyeron en su distribución potencial. Derivado del muestreo con cámaras trampa, se obtuvieron 17 registros independientes en dos localidades. Se encontraron 13 registros para el Estado de Guerrero, provenientes de literatura científica ($n = 1$), museos ($n = 6$) y ciencia ciudadana ($n = 6$). La distribución potencial predicha fue de 19,390 km². El modelo de distribución predijo que la Depresión del Balsas es la provincia biogeográfica con mayor área de distribución de *S. angustifrons* (63,78 %). El análisis de las variables identificó que la especie se ve favorecida en las zonas cálidas ($>10^{\circ}\text{C}$), con una precipitación media moderada ($<1,500\text{ mm}$). La información generada permitirá identificar áreas prioritarias de conservación para la especie y potenciales afectaciones antrópicas en su distribución. Además, a partir de la revisión de datos se conocieron nuevas localidades en el Estado de Guerrero, lo cual ayudó a entender el patrón de distribución en el estado.

Palabras clave: Carnívora, conservación, distribución, nicho ecológico, zorritos.

Abstract

Spilogale angustifrons is the third smallest carnivore in Mexico. Nationally, the species is not classified under any risk category, while internationally it is considered Least Concern; however, little is known about its distribution in the country. This study aimed to document

new localities and predict the potential distribution of *S. angustifrons* in Guerrero, Mexico. Presence records were obtained through camera trapping in the state, a review of national scientific literature, reviews in national and international biological collections databases, and citizen science. Using these records and a set of environmental variables, a species distribution model (SDM) for *S. angustifrons* in Guerrero was generated using the MaxEnt algorithm, and the most influential variables were identified. Camera trapping yielded 17 independent records across two localities. Additionally, 13 records were compiled for Guerrero from scientific literature ($n = 1$), museum collections ($n = 6$), and citizen science ($n = 6$). The predicted potential distribution covered 19,390 km², with the Balsas Depression biogeographic province containing the largest suitable area (63.78%). Variable analysis indicated that the species prefers warm regions ($>10^{\circ}\text{C}$) with moderate mean precipitation ($<1,500$ mm). The model outputs will help identify priority conservation areas and potential anthropogenic threats to its distribution. Furthermore, new localities in Guerrero were documented, improving our understanding of the species' distribution patterns in the state.

Key words: Carnivora, conservation, distribution, ecological niche, skunks.

1. INTRODUCCIÓN

Los zorrillos del género *Spilogale* Gray, 1865, se encuentran entre los mamíferos carnívoros (Carnivora) más pequeños del mundo ($<0,8$ kg; Nowak 2005; Dragoo 2009; Aranda 2012). Nativos del continente americano, este género actualmente está constituido por siete especies: *Spilogale pygmaea*, *S. gracilis*, *S. leucoparia*, *S. putorius*, *S. interrupta*, *S. yucatanensis* y *S. angustifrons* (McDonough et al. 2022), de las cuales solo *S. putorius* no se distribuye en territorio mexicano (McDonough et al. 2022).

De las seis especies reportadas para México, *S. angustifrons* es la tercera especie que presenta la distribución más amplia, desde el centro de México hasta Costa Rica, con registros de presencia que van desde el nivel del mar hasta los 3,009 msnm (Botello et al. 2008; Botello et al. 2013; González-Christen et al. 2016). Sin embargo, existen vacíos de información sobre su distribución en estados del suroeste de México, principalmente en Guerrero (Briones-Salas et al. 2016). Para el Estado de Guerrero, solo se conocen dos de las especies del género: *S. angustifrons* y *S. pygmaea*. *S. angustifrons* se caracteriza por presentar bandas blancas en todo el cuerpo con una mancha blanca en la frente. Llega a pesar entre 0,2 a 0,8 kg, lo que lo convierte en el segundo carnívoro más pequeño de México (Aranda 2012), mientras que *S. pygmaea* pesa entre 0,2 a 0,3 kg y presenta una franja blanca en torno al rostro, diferenciando claramente ambas especies (Aranda 2012; Helgen et al. 2016). Ambas especies se consideran carnívoras; sin embargo, pueden llevar una alimentación omnívora o mayormente oportunista, alimentándose de insectos, vertebrados pequeños, carroña y materia vegetal (Kinlaw 1995; Ceballos 2014). Esta plasticidad ecológica en su dieta permite que *S. angustifrons* sea un eslabón importante en la dinámica de los ecosistemas.

Concretamente, la información de la presencia de *S. angustifrons* en Guerrero proviene de registros históricos (i.e. anteriores al siglo XXI) y de un estudio reciente que reporta la presencia de la especie en una localidad entre la Depresión del Balsas y la Sierra Madre del Sur, en el suroeste del estado (Rodríguez-Ruiz et al. 2023). Además, las distribuciones propuestas por McDonough et al. (2022), Map of Life (2021) y Global Biodiversity Information

Facility (2024) no abarcan gran parte del estado, aun cuando el Estado de Guerrero presenta ecosistemas donde se ha registrado la especie (selvas secas y bosques de pino), lo que indica que existe poca información sobre las variables climáticas que influyen en la distribución de *S. angustifrons* y su estado de conservación (Botello et al. 2008; 2013).

A nivel internacional, la Red List of Threatened Species de la IUCN cataloga a la especie con un estatus de “Preocupación Menor”, debido a que sus poblaciones se consideran estables (Helgen et al. 2016). De igual manera, en la legislación mexicana no se encuentra registrada en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT 2010 (SEMARNAT 2019) a pesar de que en el país y particularmente en Guerrero, existe una acelerada pérdida de hábitat por disturbios como ganadería, agricultura y quemas agrícolas (Velázquez et al. 2002; Global Forest Watch 2024) en los ecosistemas naturales que habita (bosques, selvas y matorrales). A esto se le suma la cacería, principalmente por consumo con fines medicinales y a manera de retaliación por acercarse a asentamientos humanos (Enríquez Vázquez et al. 2006; Ornelas 2010; González-Christen et al. 2016; Rodríguez-Ruiz et al. 2022), lo que podría repercutir en una disminución de sus tamaños poblacionales y su distribución a nivel local.

Derivado de estos cambios en los ecosistemas por las actividades antropogénicas, es necesario conocer la distribución de sus poblaciones y determinar el área de distribución de la especie de manera puntual, así como las variables asociadas a su presencia. Conocer a detalle la distribución de los mamíferos silvestres nos permite desarrollar estrategias de conservación a diferentes escalas espaciales (Escalante et al. 2002; García-Marmolejo et al. 2008; Botello et al. 2015). Los modelos de distribución de especies son una herramienta importante y robusta que pueden contribuir a estas estrategias, ya que nos permiten hacer inferencias de zonas con potencial de distribución a partir de registros de presencia de una especie, usando variables climáticas (Phillips et al. 2006; Thompson 2013). El objetivo de este estudio fue reportar nuevas localidades de presencia de *S. angustifrons* a partir de un muestreo con cámaras trampa y búsqueda en plataformas de ciencia ciudadana, y conocer la distribución potencial de la especie en el Estado de Guerrero, México.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El Estado de Guerrero se ubica en la porción suroeste de México, en las coordenadas 17,6130, -99,95 (WGS84); se caracteriza por presentar un relieve accidentado, que va desde el nivel del mar hasta los 3.550 msnm. Tiene una extensión territorial de 63.595,9 km², lo que representa el 3,2 % de la superficie de México (INEGI 2022). Dentro del Estado convergen cuatro provincias biogeográficas: 1) Cinturon Volcánico Transversal, 2) Depresión del Balsas, 3) Sierra Madre del Sur, y 4) Planicie Costera del Pacífico (Figura 1; Morrone et al. 2017). Esta particular división natural hace que el Estado se encuentre clasificado como un área de gran biodiversidad, registrando un total de 137 especies de mamíferos terrestres (Botello et al. 2015; Espinosa-Martínez et al. 2017), lo que representa aproximadamente el 29 % de los mamíferos terrestres reportados para México (Ramírez-Pulido et al. 2014; Arcangeli et al. 2018; McDonough et al. 2022).

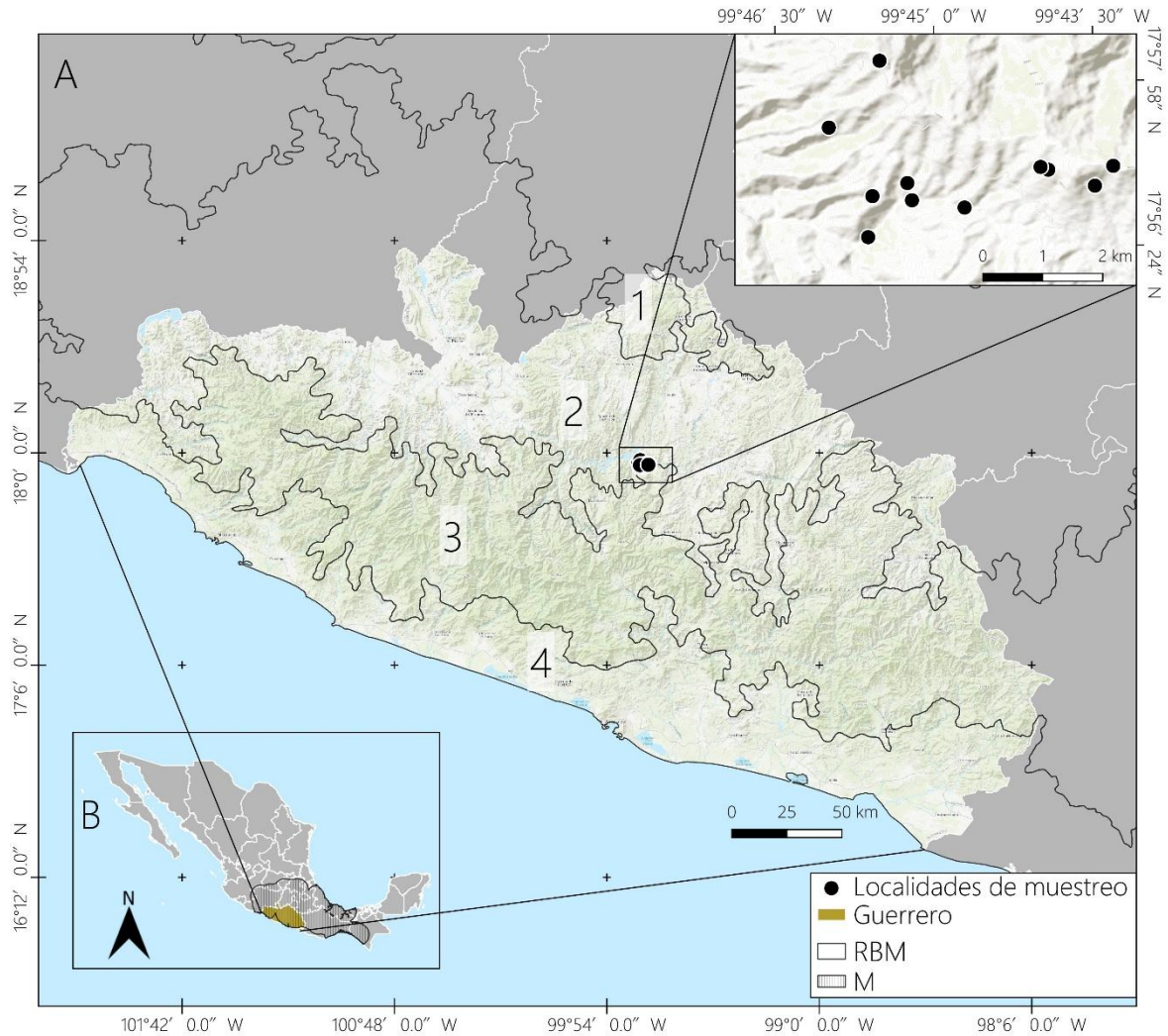


FIGURA 1. Ubicación del área de estudio. A) Se presenta la ubicación de las cámaras trampa (esquina superior derecha) y las regiones biogeográficas de México (RBM; Morrone et al. 2017): 1) Eje Neovolcánico Transversal, 2) Depresión del Balsas, 3) Sierra Madre del Sur y 4) Costa del Pacífico; B) la ubicación del Estado de Guerrero (amarillo oscuro) respecto a México (gris claro) y el área de calibración "M" para el modelo de distribución potencial de *Spilogale angustifrons*.

2.2. Fototrampeo

Como parte de muestreos locales de mamíferos, entre agosto y diciembre del 2022, y mayo y julio del 2023, se instalaron cámaras trampa en la localidad de San Miguel Vista Hermosa, Municipio de Eduardo Neri (17,945, -99,7330; Figura 1), ubicada dentro de la provincia biogeográfica conocida como Depresión del Balsas. La vegetación de la zona se compone principalmente de selva baja caducifolia con remanentes de encino en las partes más altas (>1.000 msnm).

Se colocaron 12 estaciones de monitoreo (una estación sencilla por sitio) entre 700 y 1.600 msnm (Figura 1). Las cámaras trampa fueron colocadas en zonas con indicios de actividad de mamíferos (con rastros de excrementos o huellas, cerca de arroyos y cuerpos de agua), presentaron una separación de entre 0,2 km y 1,5 km; las cámaras estuvieron activas entre

tres y cuatro meses. Estas fueron dirigidas hacia posibles senderos y se colocaron a una altura aproximada de 20 a 30 cm del suelo, considerada la altura adecuada para el monitoreo de mamíferos pequeños, y una inclinación aproximada de 80°, lo cual favorece la captura de registros en terrenos con orografía accidentada como es el caso de la Sierra de Guerrero.

Todas las cámaras trampa fueron georreferenciadas y programadas para registrar la fecha y hora de la toma; los equipos se configuraron para tomar tres fotografías consecutivas (con un intervalo de 1 segundo), seleccionándose únicamente la mejor foto. Se consideraron registros independientes aquellas fotos separadas por más de 24 h (con el fin de no sobreestimar los registros). Las fotografías obtenidas fueron identificadas y ordenadas por especie de acuerdo con literatura científica (Aranda 2012).

Los registros fotográficos obtenidos fueron cargados a la plataforma de iNaturalist, esto con el fin de dejar a la disposición de los lectores la información de registros de presencia.

2.3. Recopilación de registros de *S. angustifrons* para el Estado de Guerrero

La base de datos usada para el modelado se generó a partir de la revisión de la información disponible en Global Biodiversity Information Facility (GBIF 2024). Una vez obtenidos los registros de presencia de *S. angustifrons* en el país, éstos se confirmaron revisando los números de catálogo de las colecciones biológicas nacionales y extranjeras donde se encuentran alojados: University of Michigan Museum of Zoology, Division of Mammals; Colección de Mamíferos del Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera'; Field Museum of Natural History (Zoology) Mammal Collection. También se obtuvieron registros de literatura científica: Botello et al. 2013, Farías-González & Vega-Flores 2021, Rodríguez-Ruiz et al. 2023 y registros de la base de datos de ciencia ciudadana iNaturalist (Valencia-Yaguana 2022; Unger 2023); las fotografías en iNaturalist fueron revisadas para evitar errores taxonómicos. Solo se consideraron registros en la categoría “Grado de investigación”. Finalmente, se consideraron únicamente los registros que estaban dentro de la distribución propuesta por McDonough et al. (2022), considerando que es el área accesible para la especie (Varela et al. 2009; Barve et al. 2011), evitando con ello considerar ejemplares que anteriormente eran asignados a la especie y que los actuales cambios taxonómicos los asignan a otra. Todos los análisis geográficos se realizaron con el programa QGIS versión 3.34.2. En este trabajo definimos localidad como aquel par de coordenadas en donde se obtuvo un registro fotográfico de *S. angustifrons* y que, se referenció al poblado más cercano reconocido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2024).

2.4. Modelo de distribución potencial de *S. angustifrons*

Se generó un modelo de distribución potencial para la especie para el Estado de Guerrero utilizando el algoritmo MaxEnt versión 3.4.4 (Phillips et al. 2006), que se fundamenta en un enfoque de máxima entropía para estimar la distribución de una especie, basado en registros de presencia y variables ambientales (Phillips et al. 2017).

Los registros obtenidos fueron sometidos a un filtrado espacial para excluir: a) registros de presencia repetidos, y b) registros espacialmente correlacionados (e. g. registros que estuvieran entre ellos a una distancia menor a los 3 km, debido a que algunos zorrillos del género suelen tener ámbitos hogareños $> 1.03 \text{ km} \pm 0.5$; (Lesmeister et al. 2009). Todo esto se realizó para evitar un sobreajuste del modelo a una zona específica, debido al sobremuestreo de estas zonas (Kramer-Schadt et al. 2013; Boria et al. 2014; Balbuena-

Serrano et al. 2022; Soley-Guardia et al. 2024). Para la creación del modelo se consideraron las 19 variables bioclimáticas WorldClim versión 2.1. Posteriormente, se realizó una selección de variables con el fin de evitar la multicolinealidad. Primero se descartaron las variables BIO8 (Temperatura media del trimestre más húmedo), BIO9 (Temperatura media del trimestre más seco), BIO18 (Precipitación del trimestre más cálido) y BIO19 (Precipitación del trimestre más frío), por combinar temperatura y precipitación, y en caso de usarlas se corre el riesgo de que se presenten anomalías espaciales extrañas en forma de irregularidades entre píxeles vecinos (e. g. artefactos impares; Escobar et al. 2014). Con las variables restantes, se evaluó el coeficiente de correlación de Pearson con ayuda del paquete Ntbox (Osorio-Olvera et al. 2020) implementado en Rstudio (R Team Development Core 2023) y se seleccionaron aquellas variables con una correlación $\leq 0,85$ (Syfert et al. 2013; Muscarella et al. 2014). Las variables que no presentaron correlación estadísticamente significativa fueron utilizadas para crear el modelo de distribución y se trabajaron a su resolución original de 1 km² aproximadamente (Fick & Hijmans 2017).

Para trazar el área de calibración del modelo (el área accesible para la especie “M”; Barve et al. 2011), se aplicó un buffer de 1° (aproximadamente 111,1 km en el Ecuador) a cada punto de presencia (Figura 1B). Con base en esta zona, se recortaron las variables a considerar en el modelo. Para modelar la distribución potencial de *S. angustifrons*, se generaron 10 réplicas mediante Bootstrap, utilizando el 75 % de los registros para la creación de los modelos candidatos; se utilizaron 1.000 iteraciones por réplica. Se probaron diferentes configuraciones de clases entre Linear (L), Quadratic (Q), Product (P) y Hinge (H). En total se evaluaron 11 combinaciones diferentes (LQ, LP, LH, QP, QH, PH, LQP, LQH, LPH, QPH y LQPH). Los modelos se evaluaron a través del AUC y el ROC parcial, con el 25 % de los registros (Peterson et al. 2008). El modelo con el mejor desempeño se exportó en un formato de salida logístico (Phillips et al. 2017).

Para obtener el mapa de distribución potencial en valores de 0-1, se aplicaron diferentes líneas de corte (Soberón et al. 2017). Éstas se establecieron teniendo en cuenta los cuatro umbrales de corte más utilizados y recomendados en la literatura: 1) el décimo percentil; 2) la presencia media de los puntos de entrenamiento; 3) la sensibilidad y especificidad equivalentes; y 4) la sensibilidad máxima de entrenamiento más especificidad (Liu et al. 2005; Peterson et al. 2008; Soberón et al. 2017). Para seleccionar el mejor modelo entre los cuatro umbrales, se realizó una prueba binomial utilizando el paquete Ntbox (p value $\leq 0,01$; Sellke 2012). La influencia de las variables ambientales usadas en el modelo de distribución se interpretó de las curvas de respuesta de las variables (donde cada curva representa un modelo diferente, es decir, un modelo de MaxEnt creado utilizando solo la variable correspondiente. Estas reflejan la dependencia de la idoneidad) y el análisis de la importancia y contribución de cada variable proporcionado por MaxEnt (Phillips et al. 2017). El análisis de importancia indica en porcentaje la magnitud general de la influencia de una variable en el rendimiento del modelo, mientras que el análisis de contribución indica cuánto una variable explica la varianza en el modelo (Phillips et al. 2017).

Debido a que no se consideraron variables antrópicas ni de uso de suelo en el modelado, el algoritmo puede identificar zonas climáticamente adecuadas, pero que no presentan el hábitat adecuado para la presencia de la especie (Pérez-Irineo & Santos-Moreno 2013; Otavo & Echeverría 2017; Rodríguez-Ruiz et al. 2022). Se descartaron las áreas perturbadas (las cuales se definen como zonas con actividad antrópica, en este caso polígonos urbanos y agrícolas), y se utilizó el mapa de Cobertura del Suelo de México a escala cartográfica aproximada de 1: 100.000, 2020 (CONABIO 2023). Se restó de la distribución potencial todos

aquellos cuerpos de agua (e. g. lagos y presas) para evitar sobrestimar el área de distribución en el Estado de Guerrero. Por último, el modelo de distribución potencial se discute utilizando las capas de Regiones Biogeográficas de México (Morrone et al. 2017).

3. RESULTADOS

3.1. Registros obtenidos con fototrampeo

El esfuerzo de muestreo fue de 1.980 días/cámara. Se obtuvieron 21 registros fotográficos, de los cuales 17 fueron independientes y provienen de dos localidades de muestreo ($n = 15$, localidad 1 (17,947049, -99,75342), 929 msnm; y $n = 6$, localidad 2 (17,947694, -99,75966), 840 msnm, WGS84). Los registros se obtuvieron en selva baja con predominancia de árboles del género *Bursera* spp., de acuerdo con la información de la cámara. La especie se registró principalmente entre las 20h00 y 07h00, La temperatura promedio de registro fue de $19,6 \pm 5,4$ °C, con una temperatura mínima de 15 °C y una máxima de 32 °C. No fue posible identificar el sexo de los individuos (Figura 2).

3.2. Otros registros de *S. angustifrons* para el Estado de Guerrero

Se encontraron 13 registros de *S. angustifrons* provenientes de 11 localidades en el estado de Guerrero. Seis pertenecen a ejemplares depositados en museos (FMNH, UMMZ, CNMA y MZFC, Tabla 1), seis fueron reportados mediante fotografías en iNaturalist y uno pertenece a una publicación científica. Seis de los registros son considerados históricos (1938-1985), y el resto son actuales (2016-2023). Los registros se encuentran entre los 328 y 1.676 msnm.

3.3. Distribución potencial

Se obtuvo un total de 221 registros de *S. angustifrons* para toda su distribución en México. No obstante, utilizando los criterios de depuración, solo se consideraron y utilizaron 58 para modelar la distribución potencial y 26 para evaluar los modelos. El modelo seleccionado se creó a partir de tres clases de entidad (LQP), el AUC del modelo fue de $0,74 \pm 0,025$ y el ROC parcial fue de 1,38 ($p = 0,003$). El AUC para el modelo fue bajo, no obstante, el ROC parcial indicó un buen ajuste. El umbral óptimo utilizado para explicar la distribución fue el décimo percentil con un $p = 0,0002$ para la prueba binomial.

El área de distribución potencial de *S. angustifrons* predicha para el Estado de Guerrero fue de 24.172 km²; sin embargo, descartando las áreas perturbadas dentro de la distribución potencial, solo 19.390 km² (30 % de la superficie estatal) se considera viable (Figura 3). Entre las provincias biogeográficas, la distribución potencial abarcó el 63,78 % del área de la Depresión del Balsas, 22,04 % de la Sierra Madre del Sur, 10,28 % de la Planicie Costera del Pacífico y 3,90 % en el Cinturón Volcánico Transmexicano.



FIGURA 2. Registros de *Spilogale angustifrons*. Las fotografías muestran dos de los registros obtenidos en la localidad de San Miguel Vista Hermosa. La fotografía superior corresponde a la localidad 1 (17,947049, -99,75342, 840 msnm); y el registro inferior a la localidad 2 (17,947694, -99,75966, 929 msnm).

Las variables que mayormente contribuyeron al modelo fueron la precipitación media anual (BIO 12), la temperatura media anual (BIO 1) y la precipitación del mes más seco (BIO 14), aportando el 66,1 % en el modelo. Sin embargo, las variables que tuvieron mayor importancia fueron la precipitación media anual (BIO 12), estacionalidad de la temperatura (BIO 4) y precipitación del mes más seco (BIO 14; 73,1 %). Basado en esto y en las curvas de respuesta, podemos inferir que la distribución de *S. angustifrons* se ve favorecida por

áreas con precipitación media moderada (< 1.500 mm), y una variación estacional de la temperatura baja (entre 0,5° y 3°C), en zonas con una precipitación del mes más seco > 0 y < 80 mm (Tabla 2).

TABLA 1. Localidades con registros de *Spilogale angustifrons* en Guerrero. En la columna de registros se presenta un número de registro vinculado a la dirección electrónica. Abreviaciones de los museos: FMNH: Field Museum of Natural History (Zoology) Mammal Collection; UMMZ: University of Michigan, Museum of Zoology, Division of Mammals; MZFC: Colección de Mamíferos del Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera'.

Localidad	Latitud	Longitud	Msnm	No. de catálogo o registro	Año	Fuente
Chilpancingo de los Bravo	17,5513897	-99,50083	1.268	48511; 48512; 49513	1938-1939	FMNH
Chilpancingo de los Bravo	17,5521369	-99,50114	1.257	81438	1938	UMMZ
Ciudad de Huitzuc	18,305278	-99,38	1.100	8956	1964	CNMA
Río Santiago	17,2583333	-100,3266	707	1401	1985	MZFC
Cacahuamilpa	18,665941	-99,48635	1.115	4617189	2016	iNaturalist
Cacahuamilpa	18,664439	-99,51686	1.135	65480903	2020	iNaturalist
Cacahuamilpa	18,66013	-99,5253	1.385	65481631	2020	iNaturalist
Los Sauces	18,2657874	-99,8358	1.609	96449047	2021	iNaturalist
Tixtla de Guerrero	17,57527	-99,36834	1.676	109314199	2022	iNaturalist
Coahuayutla de Guerrero	18,3171	-101,7297	328	147437257	2023	iNaturalist
Atlixac	17,60661	-98,93801	1.453	178696463	2022	Rodríguez-Ruiz et al. 2023
San Miguel Vista Hermosa	17,947049	-99,75342	840	263885323	2022	Este estudio; depositado en iNaturalist
San Miguel Vista Hermosa	17,947694	-99,75966	929	263886587	2023	Este estudio; depositado en iNaturalist

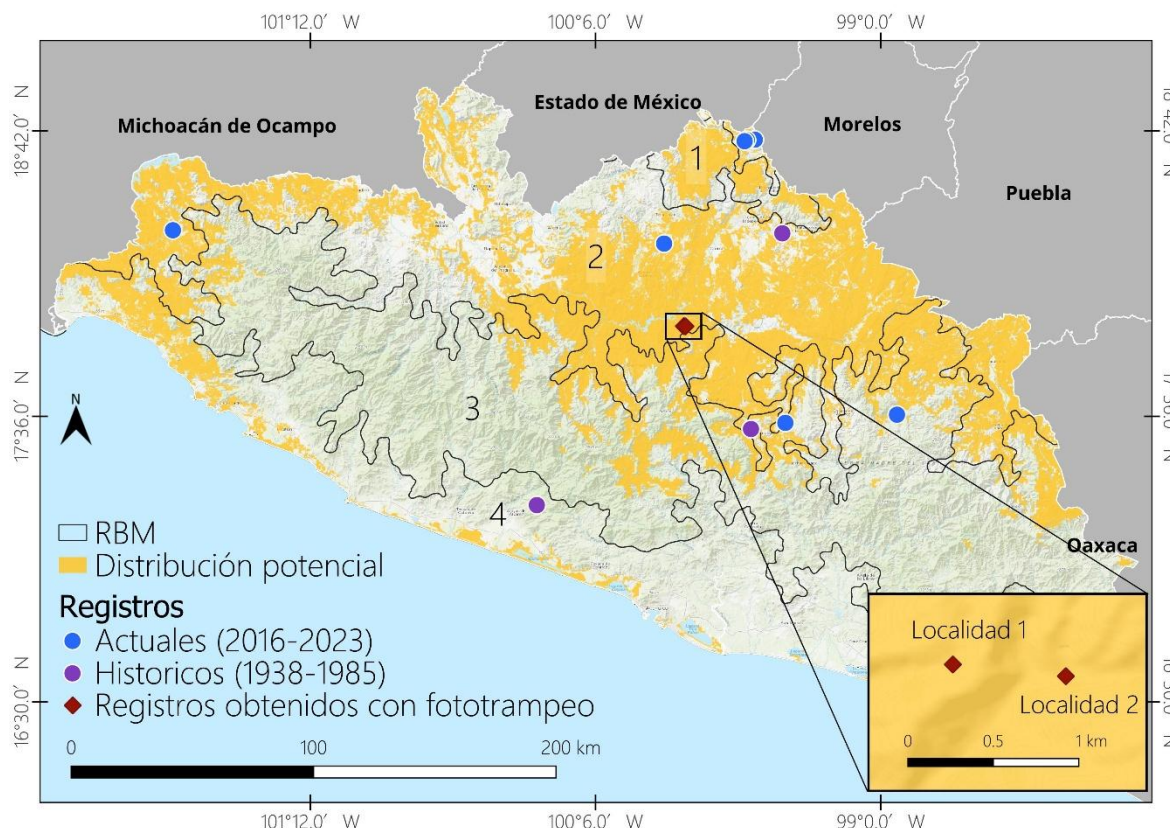


FIGURA 3. Distribución de *Spilogale angustifrons* en el Estado de Guerrero. Regiones biogeográficas de México (RB): 1) Eje Neovolcánico Transversal, 2) Depresión del Balsas, 3) Sierra Madre del Sur y 4) Costa del Pacífico.

TABLA 2. Influencia de las variables en la distribución de *Spilogale angustifrons* en el Estado de Guerrero. La influencia negativa se observa cuando la ganancia de la variable disminuye con la idoneidad climática, mientras que se indica el nivel de influencia de la variable.

Variable	Porcentaje de contribución	Porcentaje de importancia	Influencia	Valor de mayor probabilidad
Precipitación media anual	32,1	41,4	-	> 1.500 mm
Temperatura media anual	18	1,4	+	> 10°C
Precipitación del mes más seco	16	15,1	+	0 - 60 mm
Estacionalidad de la precipitación	14,2	4,6	+	0 - 120 mm
Estacionalidad de la precipitación	6,8	16,6	-	> 14°C
Isotermalidad	6,6	10,9	+	> 60°C

Nivel diurno medio de la temperatura	6,4 %	10 %	-	> 14°C
--------------------------------------	-------	------	---	--------

4. DISCUSIÓN

Este estudio reporta dos nuevas localidades e información sobre la distribución de *S. angustifrons* en el estado de Guerrero, que ayudan a entender el patrón de distribución local de la especie. A partir de nuestros resultados, inferimos que *S. angustifrons* pudiera distribuirse aprovechando la Depresión del Balsas, y puede ascender hacia la parte de la Sierra Madre del Sur, no obstante, su distribución se ve interrumpida, lo cual puede deberse a las condiciones climáticas (principalmente precipitación). La accidentada orografía de Guerrero representa un reto para la obtención de registros de *S. angustifrons* (Genoways & Jones Jr 1968), por lo que nuestro modelo da un panorama de cómo pueden estar distribuidas las poblaciones de esta especie en el estado.

La identificación de *S. angustifrons* en México parece difícil, pues en fotografías puede parecer similar a otras especies del género (*S. gracilis*, *S. putorius*; Genoways & Jones 1968; Riojas-López et al. 2019), y en algunas partes de México su distribución es simpátrica con algunas de éstas (i. e., con *S. gracilis* en el centro de México; Chávez-Andrade et al. 2015; Riojas-López et al. 2019). No obstante, para el estado de Guerrero solo se han registrado dos especies del género *Spilogale* (*S. pygmaea*, *S. angustifrons*; Espinosa-Martínez et al. 2017), y ambas especies son morfológicamente diferentes (Aranda 2012). Este estudio aporta información que indica que el área de distribución de ambas especies puede traslaparse, lo que indica que potencialmente *S. pygmaea* y *S. angustifrons* pudieran cohabitar; sin embargo, hasta la fecha no se han reportado en las mismas localidades.

Spilogale angustifrons es una especie con un amplio rango altitudinal en el país, con registros que van desde el nivel del mar reportados en Veracruz, (González-Christen et al. 2016), y por encima de los 3.000 msnm en Tlaxcala y Oaxaca (Botello et al. 2008; Ruiz-Soberanes & Gómez-Álvarez 2010), sin embargo, de acuerdo con los registros aquí reportados, en Guerrero el rango altitudinal de la especie no sobrepasa los 1.700 msnm. Potencialmente, la especie pudiera encontrarse en zonas de mayor elevación, sin embargo, a mayores elevaciones en la Sierra Madre del Sur se presentan precipitaciones > 1.500 mm y temperaturas promedio de entre 5 y 10 °C, lo cual pudiera limitar a la especie a las regiones biogeográficas de la Depresión del Balsas, Costa del Pacífico y Eje Neovolcánico Transversal, lo cual se sustenta con el resultado del modelado de distribución potencial.

Como se observó en las curvas de respuesta del modelo de distribución, la precipitación puede influir en la distribución de este pequeño carnívoro de manera negativa al incrementarse (> 1.500 mm). Este efecto se ha observado en otras especies de mamíferos que evitan noches con lluvia, por ejemplo, *Peromyscus maniculatus* y *Conepatus semistriatus* (Vickery & Rivest 1992; Lira-Torres & Briones-Salas 2012). Esta hipótesis se ve reforzada por la presencia más común de *S. angustifrons* en Tehuacán-Cuicatlán, en el Estado de Oaxaca (Botello et al. 2013; Cruz-Jácome et al. 2015), una región semiárida (precipitación anual < 1.000 mm), y menos frecuente en Catarina Ixtepeji, Oaxaca (precipitación anual > 1.000 mm; Botello et al. 2008). Sin embargo, es necesario incrementar el esfuerzo de muestreo para poner a prueba esta hipótesis. Otra variable, la temperatura media anual, que, si bien no tuvo gran relevancia en el modelo, contribuyó un 18 % al modelo, siendo las zonas semicálidas de la Depresión del Balsas óptimas para la distribución de la especie.

Los registros obtenidos para el Estado de Guerrero se ajustaron correctamente a la distribución predicha para la especie, excepto uno, correspondiente a la localidad de Río Santiago en Atoyac (una colecta realizada en 1985 con el número de catálogo: MZFC-1401). Estudios previos no mencionan la presencia de la especie en esta región (Ramírez-Pulido et al. 1977), por lo que ha sido el único ejemplar reportado para esta zona hasta la fecha. Nuestro modelo no predice la localidad como zona de su distribución potencial, por lo que recomendamos realizar un monitoreo en esta zona, y así descartar la incertidumbre que genera este dato, ya que podría tratarse de un error en la identificación o en los datos de colecta, ya que existe otra localidad en México con el nombre de Río Santiago en Jalisco, que cuenta con registros de presencia de *S. angustifrons* (Zalapa et al. 2014). Cabe mencionar que RR-R revisó el ejemplar, y se concluyó que es la especie *S. angustifrons*.

Puesto que la distribución de las especies responde a las variaciones locales, del clima, la orografía y la vegetación (Brown & Lomolino 1998), la selección de hábitat debe ser analizada a diferentes escalas espaciales, debido a que los requerimientos de cada especie a nivel de población serán diferentes de acuerdo con la escala que se estudie (Goulart et al. 2009; Schweiger et al. 2021). Basado en el modelo obtenido, se puede inferir que las poblaciones de Guerrero tienen preferencia por las selvas bajas caducifolias más que por los bosques de pino o matorrales xerófitos, que son otros tipos de vegetación donde se ha reportado la especie en otras áreas de su distribución nacional (Farías-González y Hernández-Mendoza 2021; Ruiz-Soberanes & Gómez-Álvarez 2010).

En el Estado de Guerrero, la Depresión del Balsas es una zona de importancia por su riqueza de mefitidos, siendo un punto de traslape de la distribución de *S. pygmaea*, *C. leuconotus* y *Mephitis macroura* (Álvarez-Castañeda & Conrado 1995; Monterrubio-Rico et al. 2014; Rodríguez-Ruiz et al. 2022). Puesto que poseen hábitos omnívoros (Kinlaw 1995; Ceballos 2014), éstos pueden alimentarse de diferentes recursos (frutos, carroña o insectos; Farías-González & Hernández-Mendoza 2021), disponibles ampliamente en esa zona, lo que podría llevarlos a coexistir como se ha reportado para el caso de *S. angustifrons* con otros carnívoros, como, por ejemplo, con *M. macroura*, *C. leuconotus* y *Urocyon cinereoargenteus* (Cruz-Jácome et al. 2015; Farías-González & Vega-Flores 2019).

Un factor que se debe considerar actualmente en la distribución potencial de *S. angustifrons* es la fragmentación del hábitat que afecta su distribución, derivada principalmente del cambio de uso de suelo en el Estado de Guerrero (Global Forest Watch, 2024), ya que se perdió el 18 % del área de distribución potencial en el estado. Esta pérdida se centra en el noroeste del estado, una zona principalmente agrícola (CONABIO 2023). La pérdida en la continuidad puede aislar las poblaciones y disminuir el flujo génico entre éstas (Frankham, 1995; Martínez, 2002). Este es el primer estudio que evidencia nuevas localidades de presencia de la especie y proporciona un panorama general de su distribución en el Estado de Guerrero, resalta la importancia de zonas potenciales para la presencia de la especie y áreas donde la modificación humana puede afectar su sobrevivencia.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a F. D. González García, por la información brindada y su apoyo durante el monitoreo, a D. Navarrete-Gutiérrez por su ayuda y consejos en la elaboración de este trabajo, a J. Basurto por información brindada de un ejemplar en iNaturalist, R. Luevano-Rodríguez por la ayuda en la revisión de un ejemplar y a la comunidad iNaturalist por la información brindada para la realización de este trabajo.

6. REFERENCIAS

- Álvarez-Castañeda ST, Conrado, WLF. 1995. Datos sobre los mamíferos del área aledaña a Palpan, Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología*. 66(1):123-133.
- Aranda JM, 2012. ZORRILLOS: Familia Mephitidae. In: Aranda JM, editor. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Primera edición. México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). p. 137–145.
- Arcangeli J, Light JE, Cervantes FA. 2018. Molecular and morphological evidence of the diversification in the gray mouse opossum, *Tlacuatzin canescens* (Didelphimorphia), with description of a new species. *Journal of Mammalogy*. 99(1):138-158. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy008>.
- Balbuena-Serrano Á, Zarco-González MM, Carreón-Arroyo G, Carrera-Treviño R, Amador-Alcalá S, Monroy-Vilchis O. 2022. Connectivity of priority areas for the conservation of large carnivores in northern Mexico. *Journal for Nature Conservation*, 65, 126116.
- Barve N, Barve V, Jiménez-Valverde A, Lira-Noriega A, Maher SP, Peterson AT, Soberón J, Villalobos F. 2011. The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecological Modelling*. 222(11):1810–1819. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.02.011>.
- Boria RA, Olson LE, Goodman SM, Anderson RP. 2014. Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. *Ecological modelling*. 275:73-77. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.12.012>.
- Botello F, Sánchez-Cordero V, Gonzalez G. 2008. Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. In: Monterrubio CL, Espinoza E, Ortega J, editors. *Avances en el estudio de los mamíferos en México II*. Vol. 2. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Chiapas, México: Asociación Mexicana de Mastozoología, AC, México. p. 335–354.
- Botello F, Sánchez-Cordero V, Ortega-Huerta MA. 2015. Disponibilidad de hábitats adecuados para especies de mamíferos a escalas regional (estado de Guerrero) y nacional (México). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86(1):226–237. <https://doi.org/10.7550/rmb.43353>.
- Botello F, Villaseñor E, Guevara L, Méndez Á, Cortés A, Iglesias J, Izúcar M, Luna M, Martínez A, Salazar JM. 2013. Registros notables del zorrillo manchado (*Spilogale angustifrons*) y del jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84(2):713–717. <https://doi.org/10.7550/rmb.28873>.
- Brown JH, Lomolino MV. 1998. Distribution of single species. In: Brown JH, Lomolino MV, editors. *Biogeography*. Sinauer Associates Incorporation. Massachusetts, EE. UU. p. 61-93
- Briones-Salas M, Hortelano-Moncada Y, Magaña-Cota G, Sánchez-Rojas G, Sosa-Escalante JE. 2016. *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel estatal*. Volumen I. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Ceballos G. 2014. Spotted skunk. In: Ceballos G, editor. *Mammals of Mexico*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press. p. 556-558.
- CONABIO. 2023. Cobertura del suelo de México a 30 metros, 2020. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/otras/nalcmsmx20gw. Accessed on 10 April 2024.

- Chávez-Andrade M, Luévano-Esparza J, Quintero-Díaz GE, Bárcenas HV, Ceballos G. 2015. Mamíferos del estado de Aguascalientes. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*. 5:1–22. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2015.5.2.211>.
- Cruz-Jácome O, López-Tello E, Delfín-Alfonso CA, Mandujano S. 2015. Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Therya*. 6(2):435–448. <https://doi.org/10.12933/therya-15-277>.
- SEMARNAT. 2019. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificación. DOF - Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019. Accessed on 6 February 2024.
- Dragoo JW. 2009. Family Mephitidae (skunks). In: Wilson DE, Mittermeier R, editors. *Handbook of the mammals of the world*. Lynx Edicions. Barcelona, España. p. 532–563.
- Escalante T, Espinosa D, Morrone JJ. 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 87:47–65.
- Escobar LE, Lira-Noriega A, Medina-Vogel G, Peterson AT. 2014. Potential for spread of the white-nose fungus (*Pseudogymnoascus destructans*) in the Americas: use of Maxent and NicheA to assure strict model transference. *Geospatial Health*. 9(1):221–229. <https://doi.org/10.4081/gh.2014.19>
- Espinosa-Martínez DV, Ríos-Muñoz CA, Nanduca HR, Arroyo-Cabrales J, León-Paniagua L. 2017. Mamíferos de Guerrero. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*. 7(2):38–67. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2017.1.2.247>
- Enríquez Vázquez P, Mariaca Méndez R, Retana Guascón ÓG, Naranjo Piñera, EJ. 2006. Uso medicinal de la fauna silvestre en los Altos de Chiapas, México. *Interciencia*. 31(7):491–499.
- Farías-González V, Hernández-Mendoza KH. 2021. Coexistence of three mephitids in Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, México. *Therya*. 12(3):527–536. <https://doi.org/10.12933/therya-21-1118>
- Farías-González V, Vega-Flores CN. 2019. Spotted skunks (*Spilogale angustifrons*) photo-captured following gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in tropical dry forest in central Mexico. *Journal of Arid Environments*. 160:25–31. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2018.09.010>
- Fick SE, Hijmans RJ. 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Frankham R. 1995. Conservation genetics. *Annual Review of Genetics*. 29(1):305–327.
- García-Marmolejo G, Escalante T, Morrone JJ. 2008. Establecimiento de prioridades para la conservación de mamíferos terrestres neotropicales de México. *Mastozoología Neotropical*. 15(1):41–65.
- Genoways HH, Jones Jr JK. 1968. Notes on spotted skunks (genus *Spilogale*) from western Mexico.
- Goulart FVB, Cáceres NC, Graipel ME, Tortato MA, Ghizoni Jr IR, Oliveira-Santos LGR. 2009. Habitat selection by large mammals in a southern Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian Biology*. 74(3), 182–190. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2009.02.006>

- González-Christen A, Guzmán Guzmán S, Alarcón Villegas LE. 2016. Nuevas localidades del zorrillo manchado del sur *Spilogale angustifrons* (Carnivora, Mephitidae) en Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*. 32(3):387–389. <https://doi.org/10.21829/azm.2016.323974>.
- GBIF. 2024. GBIF Occurrence Download. <https://doi.org/10.15468/dl.gwake9>. Accessed on January 2024
- Global Forest Watch. 2024. Mexico Deforestation Rates. Global Forest Watch: Forest Monitoring, Land Use. <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/MEX/12/>. Accessed on 6 February 2024.
- Helgen K, Reid F, Timm R. 2016. *Spilogale angustifrons*. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/es>
- INEGI. 2022. 'Áreas geoestadísticas estatales, 2022', escala: 1:250000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/dest22gw.html> Accessed on 13 April 2024.
- INEGI. 2024. Marco Geoestadístico 2024. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=794551132173>. Accessed on 15 April 2024.
- Kinlaw A. 1995. *Spilogale putorius*. *Mammalian Species*. (511):1–7.
- Kramer-Schadt S, et al. 2013. The importance of correcting for sampling bias in MaxEnt species distribution models. *Divers. Distrib.* 19(11):1366–1379. <https://doi.org/10.1111/ddi.12096>
- Lesmeister DB, Gompper ME, Millspaugh JJ. 2009. Habitat selection and home range dynamics of eastern spotted skunks in the Ouachita Mountains, Arkansas, USA. *The Journal of Wildlife Management*. 73(1):18–25.
- Lira-Torres I, Briones-Salas M. 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 28(3):566–585.
- Liu C, Berry PM, Dawson TP, Pearson RG. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography*. 28(3):385–393. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.03957.x>
- Martínez JG. 2002. La evolución y la conservación de la biodiversidad. In: Soler M, editors. *Evolución: la base de la biología*. Proyecto Sur de Ediciones, SL. Granada, España. p. 407–416.
- Map of Life. (2021). Mammal range maps harmonised to the Mammals Diversity Database. Map of Life. <https://doi.org/10.48600/MOL-48VZ-P413>. Accessed on 10 April 2024.
- McDonough MM, Ferguson AW, Dowler RC, Gompper ME, Maldonado JE. 2022. Phylogenomic systematics of the spotted skunks (Carnivora, Mephitidae, *Spilogale*): Additional species diversity and Pleistocene climate change as a major driver of diversification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 167:107266. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107266>
- Mittelbach GG, Steiner CF, Scheiner SM, Gross KL, Reynolds HL, Waide RB, Gough L. 2001. What is the observed relationship between species richness and productivity?. *Ecology*. 82(9):2381–2396.
- Monterrubio-Rico TC, Medellín JFC, Colín-Soto CZ, Paniagua LL. 2014. Mamíferos de Michoacán. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*. 4(2):1–17. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2014.4.2.193>

- Morrone JJ, Escalante T, Rodriguez-Tapia G. 2017. Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. *Zootaxa*. 4277(2):277–279. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8>
- Muscarella R, Galante PJ, Soley-Guardia M, Boria RA, Kass JM, Uriarte M, Anderson RP. 2014. ENM eval: An R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for Maxent ecological niche models. *Methods in Ecology and Evolution*. 5(11):1198–1205. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12261>
- Nowak RM. 2005. *Walker's Carnivores of the World*. JHU Press.
- Ornelas MDLN. 2010. Presencia e importancia de los animales en la medicina tradicional de los grupos otomíes. *Estudios de Cultura Otomíe*, 4.
- Osorio-Olvera L, Lira-Noriega A, Soberón J, Peterson AT, Falconi M, Contreras-Díaz RG, Martínez-Meyer E, Barve V, Barve N. 2020. Ntbox: An R package with graphical user interface for modelling and evaluating multidimensional ecological niches. Qiao H, editor. *Methods in Ecology and Evolution*. 11(10):1199–1206. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13452>
- Otavo S, Echeverría C. 2017. Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspots mundiales de biodiversidad. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 88(4):924–935. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.041>
- Pérez-Irineo G, Santos-Moreno A. 2013. Riqueza de especies y gremios tróficos de mamíferos carnívoros en una selva alta del sureste de México. *Therya*. 4(3):551–564. <https://doi.org/10.12933/therya-13-157>
- Peterson AT, Papeş M, Soberón J. 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling*. 213(1):63–72. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.11.008>
- Phillips SJ, Anderson RP, Dudík M, Schapire RE, Blair ME. 2017. Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography*. 40(7):887–893. <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190(3–4):231–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- R Team Development Core. 2023. R: A language and environment for statistical computing. <https://www.r-project.org/>
- Ramírez-Pulido J, Martínez A, Urbano G. 1977. Mamíferos de la Costa Grande de Guerrero, México. *Serie Zoológica*, 48(1):243–291
- Ramírez-Pulido J, González-Ruiz N, Gardner AL, Arroyo-Cabrales J. 2014. List of recent land mammals of Mexico, 2014. Museum of Texas Tech University. Lubbock, Texas. United States.
- Riojas-López ME, Mellink E, Almanzor-Rojas DH. 2019. Estado del conocimiento de los carnívoros nativos (Carnivora: Mammalia) en un paisaje antropizado del Altiplano Mexicano: el caso de los Llanos de Ojuelos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 90: e902669. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2669>
- Rodríguez-Ruiz R, Barrios RR, Cortés BP, Miranda JB, Castro CS, Monroy-Vilchis O. 2023. A visit to the Mountain of Guerrero; first records of medium and large mammals in Atlitlac, Guerrero, México. *Therya Notes*. 4:157–162. https://doi.org/10.12933/therya_notes-23-123

- Rodríguez-Ruiz R, Juárez-Agís A, García Sánchez S, Oliver Salome B, Reza Galicia VH. 2022. Evaluation of the distribution pattern on a Neotropical microcarnivora. *Therya*. 13(2):245–252. <https://doi.org/10.12933/therya-22-2103>
- Ruiz-Soberanes JA, Gómez-Álvarez G. 2010. Estudio mastofaunístico del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, México. *Therya*. 1(2):97–110. <https://doi.org/10.12933/therya-10-15>
- Sellke TM. 2012. On the interpretation of p-values. Tech. Rep. Department of Statistics, Purdue University.
- Soberón J, Osorio-Olvera L, Peterson T. 2017. Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 88(2):437–441. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.011>
- Schweiger BR, Frey JK, Cain III JW. 2021. A case for multiscale habitat selection studies of small mammals. *Journal of Mammalogy*. 102(5):1249–1265. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyab071>
- Soley-Guardia M, Alvarado-Serrano DF, Anderson RP. 2024. Top ten hazards to avoid when modeling species distributions: a didactic guide of assumptions, problems, and recommendations. *Ecography*. e06852. <https://doi.org/10.1111/ecog.06852>
- Syfert MM, Smith MJ, Coomes DA. 2013. The effects of sampling bias and model complexity on the predictive performance of MaxEnt species distribution models. *PloS one*. 8(2):e55158. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055158>
- Thompson W. 2013. Sampling rare or elusive species: concepts, designs, and techniques for estimating population parameters. Island Press. Washington, D.C., United States.
- Unger S. 2023. Using iNaturalist to monitor the roosting behavior of bats in Panama. *Mammalogy Notes*. 9(1):361–361. <https://doi.org/10.47603/mano.v9n1.361>
- Valencia-Yaguana DD. 2022. Identificación de insectos polinizadores, usando la aplicación iNaturalist en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) basada en el manejo orgánico para la producción, en 5 parroquias de la provincia de Cotopaxi 2021. [B.S. thesis]. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Varela S, Rodríguez J, Lobo JM. 2009. Is current climatic equilibrium a guarantee for the transferability of distribution model predictions? A case study of the spotted hyena. *Journal of Biogeography*. 36(9):1645–1655. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02125.x>
- Velázquez A, Mas JF, Gallegos JRD, Mayorga-Saucedo R, Alcántara PC, Castro R, Palacio JL. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta ecológica*. (62):21–37.
- Vickery WL, Rivest D. 1992. The influence of weather on habitat use by small mammals. *Ecography*. 15(2):205–211.
- Zalapa SS, Godínez EG, Guerrero S. 2014. Mastofauna del área de protección de flora y fauna La Primavera, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(1):18–31.

Editor: I. Mauricio Vela-Vargas
Received: 2024-08-30
Reviewed: 2024-10-21
Accepted: 2025-06-19
Published: 2025-08-04