



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

MAESTRÍA EN CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y SALUD ANIMAL

TESIS DE MAESTRÍA

**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUMA (*PUMA CONCOLOR*) EN EL
ESTADO DE HIDALGO Y SU DETERMINACIÓN PARASITARIA**

Para obtener el grado de

Maestro en Ciencias Zootécnicas y Salud Animal

PRESENTA

Biol. Oscar Castelán López

Director (a)

Dr. Fabián Ricardo Gómez De Anda

Codirector (a)

Dra. Andrea Paloma Zepeda Velázquez

Comité

Dra. Claudia Ballesteros Barrera

Dra. Nydia Edith Reyes Rodríguez

Dr. Víctor Manuel Martínez Juárez

Tulancingo de Bravo, Hgo., México., 03 Noviembre de 2025



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

MAESTRÍA EN CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y SALUD ANIMAL

TESIS DE MAESTRÍA

**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUMA (*PUMA CONCOLOR*) EN EL
ESTADO DE HIDALGO Y SU DETERMINACIÓN PARASITARIA**

Para obtener el grado de

Maestro en Ciencias Zootécnicas y Salud Animal

PRESENTA

Biol. Oscar Castelán López

Director (a)

Dr. Fabián Ricardo Gómez De Anda

Codirector (a)

Dra. Andrea Paloma Zepeda Velázquez

Comité

Dra. Claudia Ballesteros Barrera

Dra. Nydia Edith Reyes Rodríguez

Dr. Víctor Manuel Martínez Juárez

Tulancingo de Bravo, Hgo., México., 03 Noviembre 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Agropecuarias

School of Forestry and Environmental Studies

Maestría en Ciencias Zootécnicas y Salud Animal

Master's in Zootechnics and Animal Health

Tulancingo de Bravo; a 29 de octubre del 2025

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocio Islas Maldonado

Director de Administración Escolar

El Comité tutorial del proyecto terminal del programa educativo de posgrado "**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUMA (PUMA CONCOLOR) EN EL ESTADO DE HIDALGO Y SU DETERMINACIÓN PARASITARIA**". Realizado por el sustentante el Biol. Castelán López Oscar, con número de cuenta 147588, perteneciente al programa de **Maestría en Ciencias Zootécnicas y Salud Animal**, unas vez revisado, analizado y evaluado el documento, de acuerdo a lo estipulado al artículo 110 del reglamento de estudios de posgrado, tiene a bien extender la presente:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que el sustentante deberá cumplir los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente

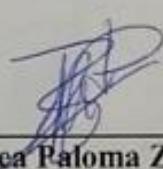
Atentamente

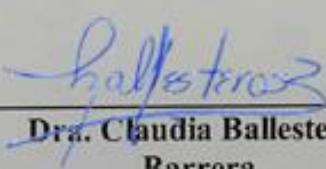
"Amor, Orden y Progreso"

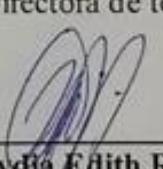
Tulancingo de Bravo, Hidalgo, 29 de octubre de 2025

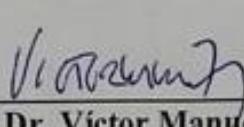
El comité Tutorial


**Dr. Fabian Ricardo Gómez
De Anda**
Director de tesis


**Dra. Andrea Paloma Zepeda
Velázquez**
Co-Directora de tesis


**Dra. Claudia Ballesteros
Barrera**
Miembro del comité


**Dra. Nydia Edith Reyes
Rodríguez**
Miembro del comité


**Dr. Víctor Manuel
Martínez Juárez**
Miembro del comité

APOYOS RECIBIDOS

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero brindado mediante la beca de maestría (CVU: 1263732), la cual fue fundamental para la dedicación exclusiva a este proyecto de investigación.

De manera especial, agradezco a las instituciones que, con su respaldo científico, técnico y logístico, enriquecieron e hicieron posible el desarrollo de este trabajo:

- Al Comité Acuícola Hidalguense de Sanidad A.C., por facilitar los datos de campo y el acceso a los productores que facilitó el acceso a los sitios de colecta de muestra.
- A la Área de Ecología del Paisaje de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I), por su asesoría metodológica y el procesamiento de los análisis espaciales que fueron clave para la interpretación de los resultados.
- Al Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, por brindar acceso a su infraestructura de laboratorio y equipos para la realización de los análisis biológicos.
- A la Dirección del Área Natural Protegida (ANP) 'Parque Nacional Los Mármoles', por otorgar los permisos correspondientes y facilitar el trabajo de campo dentro de esta importante reserva natural.

Reconozco también el apoyo de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en el Instituto de Ciencias Agropecuarias por proveer las instalaciones y el ambiente académico para la realización de este posgrado.

Algunos de los resultados obtenidos se presentaron en los siguientes congresos y simposios y clase magistral:

 La Universidad Autónoma de Aguascalientes otorga la presente

 DG Dirección General de INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CONSTANCIA

a

**LIC. OSCAR CASTELÁN LÓPEZ;
DRA. ANDREA PALOMA ZEPEDA VELÁZQUEZ;
DR. FABIÁN RICARDO GÓMEZ DE ANDA;
MVZ LUIS FELIPE AGUILAR SALAZAR;
MVZ ERICK DE JESÚS QUINTERO SANCHÉZ**

por su participación con el **CARTEL:**

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUMA (*Puma concolor*)
EN EL ESTADO DE HIDALGO.

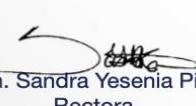
en el marco del

**Ier Congreso
Internacional
Multidisciplinario
de la Divulgación
Científica**
Modalidad híbrida

en la mesa de: **CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**

Se Lumen Proferre
Aguascalientes, Ags., a 13 de octubre de 2023


Dr. Francisco Javier Pedroza Cabrera
Director General de Investigación y Posgrado


Dr. en Admón. Sandra Yesenia Pinzón Castro
Rectora

**La Asociación Peruana de Helmintología e Invertebrados Afines (APHIA),
La Fundación Universitaria San Martín y el Instituto de Ciencias del Mar y
Limnología estación El Carmen- UNAM, CONAHCYT**

OTORGA LA SIGUIENTE:

Constancia

A: OSCAR CASTELÁN LÓPEZ; ANDREA PALOMA ZEPEDA VELÁZQUEZ; CLAUDIA BALLESTEROS BARRERA; JORGE LUIS DE LA ROSA ARANA & FABIAN RICARDO GÓMEZ DE ANDA

POR SU PRESENTACIÓN PÓSTER DENOMINADA:

"USO DE MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL PARA IDENTIFICAR ÁREAS DE MUESTREO DE HECES DE PUMA EN EL ESTADO DE HIDALGO"

Presentado en el XII Congreso Internacional de Parasitología Neotropical (COPANEKO), I Simposio de Parasitismo Intestinal, I Simposio de Fitosanidad Neotropical, I Simposio de Dirofilariasis y Anisonglycosis en el Neotrópico, II Simposio de Leishmaniasis en el Neotrópico, II Simposio Neotropical de la enfermedad de Chagas, II Simposio One Health-Una Salud, V Simposio de Ictiparasitología Neotropical, en su versión presencial con el lema: "One health: retos de la parasitología en el siglo XXI bajo el enfoque de una salud", realizado del 28 de octubre al 01 de noviembre de 2024, en Bogotá, Colombia.


Dr. José A. Iannaccone Oliver
Vicepresidente del COPANEKO 2024


APHIA
Asociación Peruana de Helmintología e Invertebrados Afines


Dr. Julio Cesar Giraldo Forero
Presidente COPANEKO 2024


Dra. María Amparo Rodríguez Santiago
Tesorera del COPANEKO 2024


SANMARTÍN
Fundación Universitaria


CONAHCYT





LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA, A TRAVÉS DEL ÁREA DE
EDUCACIÓN CONTINUA

OTORGА LA PRESENTE

CONSTANCIA

Al Biól.: Oscar Castelán López

Por haber impartido la ponencia:

Parasitos gastrointestinales como bioindicador del estado de salud en
pumas.

Realizado del 27 al 30 de mayo del 2025 en la modalidad presencial.



Dr. José Luis Gómez Olivares
Director de Ciencias Biológicas
y de la Salud



Dr. Fernando Rivera Cabrera
Jefe del Departamento de Ciencias
de la Salud

Ciudad de México a 30 de mayo de 2025

SMMRER2505014



**EDIFICIO DE POSGRADO,
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA,
CAMPO I**

**LABORATORIO DE INVESTIGACION
MULTIDISCIPLINARIA EN PARASITOLOGIA
(LAB-10)**

ASUNTO: Carta agradecimiento

MenC Oscar Castelán López

Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales,
Instituto de Ciencias Agropecuarias,
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo
de Bravo, Hidalgo, México

De mi mayor consideración

Sirva este conducto para hacer constar y al mismo tiempo agradecer su valiosa participación para impartir la clase "**Muestreo en animales silvestres**" (1 hora), que es parte del programa de la asignatura *Epidemiología de las enfermedades parasitarias, Clave 68780*, impartida durante Semestre 2026-1 al Grupo 00001 en el Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal.

Su experiencia fue fundamental para lograr los objetivos de la asignatura.

En espera de seguir contando con su apoyo, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo

Cuautitlán Izcalli, México, 3 de octubre de 2025

A t e n t a m e n t e

"Por mi raza hablará el espíritu"

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jorge Luis de la Rosa Arana".

Dr. Jorge Luis de la Rosa Arana
Profesor Titular de la Asignatura

Responsable Académico del
Laboratorio Investigación Multidisciplinaria en Parasitología

UIM-1, FESC, UNAM

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más profundo agradecimiento al Dr. Fabián Ricardo Gómez De Anda, cuya guía, paciencia y compromiso han sido pilares fundamentales en la realización de este trabajo. Su conocimiento y generosidad al compartir su experiencia no solo han enriquecido cada etapa del proceso, sino que también han dejado una huella imborrable en mi formación académica y personal. Su apoyo incondicional y orientación han sido clave para superar los desafíos y consolidar este esfuerzo.

Agradezco también a los miembros de mi comité de tesis: la Dra. Andrea Paloma Zepeda Velázquez, quien desempeñó un papel invaluable como Co-Directora de tesis, así como a los asesores, la Dra. Claudia Ballesteros Barrera, la Dra. Nydia Edith Reyes Rodríguez y el Dr. Víctor Manuel Martínez Juárez, por sus comentarios constructivos y su constante apoyo a lo largo de este proyecto. Sus sugerencias han enriquecido significativamente el contenido de esta tesis y han sido fundamentales para mejorar la calidad y solidez de mi investigación.

A mi familia, que siempre ha estado a mi lado, brindándome apoyo incondicional y motivándome en cada etapa de mi vida académica. Gracias por su amor, comprensión y por creer en mí, incluso en los momentos más difíciles.

A mis amigos y compañeros de estudio, quienes compartieron conmigo este camino, aportando sus ideas, tiempo y compañía, convirtiendo cada etapa en una experiencia más enriquecedora.

Agradezco especialmente a Juan Manuel Casso Gaspar, cuya habilidad para hacerme reír en los momentos más inesperados fue esencial para sobrellevar el estrés académico (y también por sus ocurrencias que, aunque dudosas, siempre fueron un buen descanso mental).

A Erik Quintero, por sus sabios consejos, que me ayudaron a encontrar perspectiva en los momentos de duda y tomar mejores decisiones a lo largo de este proceso.

A José Luis Martínez Salas, por su apoyo constante a lo largo de diez años, demostrando que la verdadera amistad y el compañerismo trascienden cualquier reto académico.

A Laura Yareli López Echeverría, cuya amistad fue un pilar fundamental durante la maestría, convirtiendo cada desafío en una oportunidad de crecimiento compartido.

Gracias a todos por formar parte de este viaje y por hacer que el camino fuera mucho más llevadero.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Efigenia López Juárez y Julián Castelán Montalvo, cuyo amor, sacrificio y apoyo incondicional han sido las estrellas que iluminan el cielo para poder ver el camino. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia me ha inspirado a seguir adelante, incluso en los momentos de mayor incertidumbre.

A mi madre, Efigenia López Juárez, quien ha sido el motor que impulsa cada uno de mis pasos, tanto en la vida como en la pista. Su amor y su fortaleza han sido la resistencia que me permite cruzar cada línea de meta, ya sea en maratones, en competencias de bicicleta o en los retos académicos que han puesto a prueba mi capacidad de seguir adelante.

Cada triunfo es suyo, porque cada zancada en el pavimento y cada giro de rueda en el camino llevan su esencia. Su apoyo ha sido el viento en mi espalda cuando las fuerzas parecen agotarse, y su confianza en mí ha sido el terreno firme sobre el que construyo cada logro.

A mis hermanos Araceli Castelán López, Elia Castelán López y Julián Castelán López, quienes, con sus años de ventaja, tomaron muy en serio la misión de moldearme desde la infancia hasta mis 36 años.

Julián, con sus 8 años más de experiencia, perfeccionó el arte del regaño y la crítica constructiva (aunque, sinceramente, más de una vez sentí que disfrutaba demasiado su papel de hermano mayor). Sus consejos, a veces disfrazados de advertencias, me ayudaron a evitar más tropiezos de los necesarios. Te quiero, aunque no haya escapatoria de tus evaluaciones familiares.

Elia, con sus 10 años de ventaja, me enseñó que el trabajo duro es la clave del éxito. Su enfoque incansable en la productividad me hizo entender que los sueños no se cumplen solos, aunque también aprendí que, si había algo que hacer, siempre existía

la posibilidad de que terminara haciéndolo. Te quiero, aunque siempre te las ingenies para mantener el mando.

Araceli, con sus 15 años más de sabiduría, asumió el papel de protectora cuando nuestros padres no estaban. Fuiste mi segunda mamá, mi consejera y mi guía, asegurándose de que creciera con valores y también con suficiente disciplina para no perder el rumbo. Si algo necesitaba, ahí estaba ella, firme, pero siempre con cariño. Te quiero, aunque a veces tu protección viniera con órdenes que no admitían discusión.

A los tres, por sus enseñanzas, por las peleas que me hicieron más fuerte y por el amor incondicional que siempre han demostrado. Gracias por formar parte de mi vida y por hacer de nuestra familia el mejor equipo.

Y, finalmente, a todos aquellos que dedican su vida a la búsqueda del conocimiento y el crecimiento personal, con la esperanza de que este trabajo contribuya, aunque sea en pequeña medida, al avance de nuestra área de estudio y al entendimiento del mundo que nos rodea.

RESUMEN

En la ecología y en la medicina de la conservación, la fragmentación de los paisajes y del hábitat que lo conforman, son factores que pueden determinar la localización y la distribución de una determinada especie animal; afectando de forma negativa la distribución; en consecuencia, la falta de adaptación a nuevos cambios puede ocasionar en situaciones drásticas la extinción de una especie(MacArthur, 1972). En el ámbito mundial, México ocupa el lugar 14 en extensión territorial, y en él habita la cuarta biota más rica del mundo, lo que favorece a la presencia de una amplia biodiversidad de mamíferos, situando al país en el 3er lugar a nivel mundial (CONANP, 2018). En México hay presencia de especies de la familia félida, seis de las doce especies de felinos presentes en el continente americano(Ceballos et al., 2010), uno de ellos, el puma (*Puma concolor*), teniendo un papel importante en la ecología ya que son considerados depredadores tope y especies sombrilla, por ser indicadores de conservación (Basilio, 2020; Bautista, 2012), por la falta de estudios y colectas en el estado de Hidalgo, no se tiene por completo toda la distribución geográfica y el estado actual de salud de las poblaciones del puma, por lo cual, sí se ocupara a el modelado de nicho ecológico para identificar las poblaciones, para la aplicación de nuevas zonas de distribución; el puma por su condición carnívora come cualquier animal como aves y mamíferos gracias a la dieta carnívora, llegan a presentar las infecciones parasitarias intestinales, que se pueden determinar bajo un dístico coprológico obtenidas con la técnica de flotación, método de sedimentación en espontánea en tubo y tinción Ziehl-Neelsen, en algunos estudios muestran la presencia de los siguientes géneros de parásitos: *Spirometra*, *Strongyloides*, *Ancylostoma*, *Toxocara*, *Toxascaris* y *Giardia* (C. Aranda et al., 2013a).

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema	4
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	5
Justificación.....	6
OBJETIVOS	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Hipótesis	9
Antecedentes	10
Distribución del <i>Puma concolor</i>	10
Estatus de Conservación y Amenazas:.....	11
Fragmentación y distribución del hábitat	12
Amenazas a las poblaciones de <i>Puma concolor</i>	12
Estrategias de conservación y manejo	12
Prevalencia de Parásitos en Felinos Neotropicales	13
Relación entre la salud del <i>Puma concolor</i> y la presencia de parásitos.....	14
MARCO TEÓRICO	17
1. Caracterización geográfica y ecológica del estado de Hidalgo:	17
2. Importancia del modelado de nicho ecológico en la biogeografía	17
3. Fundamentos teóricos del nicho ecológico	18
4. Distribución potencial del <i>Puma concolor</i> en Hidalgo	18

5. Parasitismo y salud del <i>Puma concolor</i> : implicaciones ecológicas	19
6. Transmisión de parásitos intestinales al <i>Puma concolor</i> a través de sus presas	
	19
7. Transmisión de parásitos en ambientes fragmentados	21
8. Consideraciones sanitarias en cautiverio y en vida libre.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Área de estudio.....	22
METODOLOGÍA ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL	24
Recopilación de datos	24
Depuración de datos.....	25
Modelos de distribución espacial	26
Selección de variables ambientales	28
Generación del Mapa de Riqueza Potencial.....	30
Análisis del Mapa de Riqueza Potencial.....	31
Identificación de Hotspots de Biodiversidad:.....	31
METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE MUESTRAS BIOLÓGICAS	33
Montado de cámaras trampa.....	33
Colecta de excretas:	33
Técnica de colecta y manejo de excretas	34
Determinación mediante la Técnica de Faust	34
Determinación de Técnica Ritche	35
Técnica de McMaster para Conteo de Huevos por Gramo de Heces	37

Análisis Cuantitativo.....	39
RESULTADOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCAIL	40
Registros obtenidos	40
Análisis estadísticos.....	41
Distribución potencial del <i>Puma concolor</i>.....	43
Distribución Potencial de <i>Puma concolor</i> y la Riqueza de Presas en la Región.....	44
Análisis del Perfil de Elevaciones del Área de Estudio	45
RESULTADOS DE OBTENCIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS	47
Registros de Campo de <i>Puma concolor</i> en el Estado de Hidalgo	47
Registros fotográficos y videográficos:	48
Muestras biológicas:	50
Análisis Parasitológico en Excretas de <i>Puma concolor</i>	51
Análisis Parasitológico Cuantitativo en Excretas de <i>Puma concolor</i>	53
Discusión	55
CONCLUSIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	64

GLOSARIO

Área de distribución

Espacio geográfico donde una especie puede encontrarse de manera natural, determinado por factores ecológicos, climáticos y de disponibilidad de recursos.

Cámara trampa

Dispositivo automatizado con sensor de movimiento que permite registrar la presencia de fauna silvestre mediante fotografías o videos, sin intervención directa del investigador.

Ciclo trófico

Relación alimentaria entre organismos dentro de un ecosistema. En este estudio, se refiere a la forma en que los parásitos se transmiten del hospedero (presas) al depredador (puma) mediante el consumo.

Ecorregión

Unidad biogeográfica caracterizada por una combinación de condiciones ecológicas particulares, como tipo de vegetación, clima y fauna asociada.

Endoparásito

Organismo que vive en el interior de otro (hospedero) y se alimenta de él, causando potenciales efectos negativos en su salud.

Especies hospederas

Animales que actúan como portadores de parásitos en alguna etapa de su ciclo de vida. En el caso del puma, muchas de sus presas habituales fungen como hospederos intermediarios o definitivos de endoparásitos.

Fragmentación del hábitat

Proceso mediante el cual un ecosistema continuo se divide en fragmentos más pequeños e incomunicados, generalmente por actividades humanas, lo que afecta la movilidad, distribución y salud de las especies.

Helmintos

Grupo de parásitos intestinales que incluye nematodos, cestodos y trematodos, comúnmente encontrados en mamíferos silvestres y domésticos.

Modelado de Nicho Ecológico (MNE)

Técnica computacional usada para predecir la distribución potencial de una especie con base en registros de presencia y variables ambientales, como temperatura, precipitación, altitud, entre otras.

Nicho ecológico

Conjunto de condiciones ambientales y recursos necesarios para que una especie sobreviva, crezca y se reproduzca en su entorno natural.

Parásitos zoonóticos

Parásitos que pueden transmitirse entre animales y humanos, representando un riesgo para la salud pública.

Parasitismo

Relación biológica entre dos organismos en la que uno (el parásito) se beneficia a costa del otro (el hospedero), generalmente causando algún grado de daño.

Puma (Puma concolor)

Felino silvestre de amplia distribución en América, también conocido como león de montaña, que cumple funciones ecológicas importantes como depredador tope.

Prevalencia parasitaria

Porcentaje de individuos dentro de una población que están infectados por uno o más tipos de parásitos en un momento determinado.

Registro de presencia

Dato georreferenciado que indica el avistamiento o evidencia de una especie en una localidad específica. Se usa como base para modelar su distribución.

Salud ecosistémica

Estado de equilibrio funcional entre los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema, el cual puede verse afectado por cambios en la biodiversidad o presencia de enfermedades.

INTRODUCCIÓN

En la ecología y en la medicina de la conservación, la fragmentación de los paisajes y de los hábitat que lo conforman, son factores que pueden determinar la localización y la distribución de una determinada especie animal; Las alteraciones de estos factores, puede afectar de forma negativa la distribución y los límites de un área en donde dicha especie animal puede habitar; y en consecuencia, la falta de adaptación a nuevos cambios puede ocasionar en situaciones drásticas la extinción de una especie (MacArthur, 1972).

México es considerado uno de los 17 países Megadiversos, por ocupar el 5to lugar a nivel mundial, en México se ha estimado que se alberga el 12% de la diversidad mundial (CONANP, 2018), gracias a su posición geográfica, ya que se encuentra entre dos grandes regiones biogeográficas; la neotropical situada en la parte más austral y la neártica la zona norte de México, en medio de ambas se ubican las sierras Madre y la Faja Volcánica Transmexicana, gracias a ello se puede generar la mezcla de taxones neárticos y neotropicales hace que esta área constituya una zona de transición, la llamada Zona de Transición Mexicana (Morrone, 2019), además de pasar por el trópico de cáncer, zona tropical del país; al contar con una compleja orografía, teniendo montañas y áreas planas permitiendo así tener zonas desérticas y boscosas, por la fluctuación de altitudes generando ambientes heterogéneos en suelos y climas (CONANP, 2018); Por ello la historia geológica de México tiene un gran variedad de suelos por la interacción con el agua, biota y clima, permitiendo así una clara asociación entre suelo, vegetación encontrando matorrales, pastizales, bosques y selvas(Morrone, 2019).

En México hay presencia de especies de la familia felidae, seis de las doce especies de felinos presentes en el continente americano: lince (*Lynx rufus*), puma (*Puma concolor*), jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), ocelote (*Leopardus pardalis*), tigrillo o margay (*Leopardus wiedii*) y el jaguar (*Panthera onca*)(Ceballos et al., 2010), uno de ellos, el puma (*Puma concolor*), teniendo un papel importante en la ecología ya que son considerados depredadores tope y especies sombrilla, por ser indicadores de

conservación, para ser una solución práctica de especies silvestres, ya que requieren hábitats específicos para la protección de numerosas especies (Basilio, 2020; Bautista, 2012), siendo el mamífero terrestre, de color café con diferentes tonalidades, grisáceo, amarillento o rojizo, las orejas redondeadas y erectas, en el caso de las crías nacen con pintas negras, que con el paso de los 6 meses de edad desaparecen, una vez adultos llegan a pesar entre 30 y 100 kilos,(NaturaLista México, 2020), en el ámbito de su distribución se encuentra en todo el continente americano, ya que tiene una amplia distribución de Canadá hasta el sur de Argentina y Chile, (Aranda, 2012),es un cazador y depredador de emboscada de ámbito solitario, los pumas presentan un patrón de actividad diaria principalmente, crepuscular, de actividad entre 6:00-8:00, y 18:00-20:00 horas. (Giovanni & Hernández, 2008), siendo el único felino arborícola en México adaptado para para pasar gran parte de su vida en los árboles, ya que el puma no puede cazar, si no hay suficiente vegetación para que se pueda ocultar o saltar sobre su presa, en caso de cazar a nivel de suelo llega a subir su presa a un árbol para comer, (Ceballos et al., 2010), por ello habita en bosques tropicales, caducifolios, perennifolios, mesófilos de montaña y en ocasiones bosques de encino y asociación de pino-encino, tomando en cuenta que el puma tiene una amplia distribución ya que se encuentra alrededor de 0 a 2500 m de altitud(Aranda, 2012), en México se registra su presencia en todos los estados, pero con mayor presencia en: Aguascalientes, Michoacán, Durango, Coahuila, Chihuahua, Baja California, Baja California Sur y Yucatán (PROFEPA, 2021). Siendo la dieta del puma, comen cualquier animal por tener su alimentación es carnívora teniendo en cuenta su dieta los mamíferos como: venados (*Odocoileus virginianus*), el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), cotuza (*Dasyprocta punctata*), Pecarí (*Tayassu tajacu*), mapache (*Procyon lotor*) Conejos (*Lagomorphs*), Zorrilo (*Mephitis macroura*), Tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), Coyote (*Canis latrans*) zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), cacomixtle norteño (*Bassaris astutus*), ardillas (*Squirrels*) y ganado(De La Torre & Torres-Knoop, 2014) ; en aves: pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), pavo salvaje (*Mellagris gallopavo*) faisán real (*Crax rubra*) y inamú oliváceo (*Tinamus major*), (Giovanni & Hernández, 2008).

Gracias a la dieta carnívora, los integrantes de la familia felidae llegan a presentar las infecciones parasitarias intestinales, que se pueden determinar bajo un diagnóstico coprológico, estos gatos felinos como en el jaguar (*Pantera onca*) y Puma (*Puma concolor*) en el continente americano presentan son los géneros de parásitos: *Spirometra*, *Strongyloides*, *Ancylostoma*, *Toxocara*, *Toxascaris* y *Giardia* (Aranda et al., 2013), en el puma se han considerado la siguientes especies de parásitos intestinales: *Trichinella sp* (Hidalgo et al., 2013), es una zoonosis transmitida por consumo de carne que contiene larvas musculares del parásito, teniendo presencia en el intestino delgado tanto de hombres como en cerdos, rata, oso y otros mamíferos carnívoros, se alojan en el corazón, hígado músculos estriados generando inflacciones (Lapage Geoffrey, 1984), *Giardia spp* se adquiere por el agua y comida infectada generando diarreas; *Spirometra mansonioides* se adquiere por la ingesta de carne cruda infectada en heridas o en los ojos, generando gastroenteritis y crisis pruriginosa con frecuencia en el prurito anal; *Molineus spp*, su presencia puede deberse a la ingestión de larvas infectantes presentes en el medio ambiente; *Toxocara cati* el parásito se adquiere, probablemente, por la ingestión de hospederos parasitados como roedores, los cuales forman parte de la dieta de estos animales, *Strongyloides spp*, están en condiciones de ambiente húmedo tropical y tierra fangosa desarrollándose en vida libre y en el hospedero generando enteritis (Aranda et al., 2013).

Planteamiento del problema

La fragmentación del paisaje y del hábitat ocasiona un efecto negativo en la distribución y en los límites del área en donde puede habitar el puma (*Puma concolor*), afectando su capacidad de adaptación a nuevos entornos. Estos cambios influyen de forma directa en su salud, restringen sus zonas de caza y refugio, y, en escenarios extremos, pueden conducir a la desaparición local de la especie (MacArthur, 1972); Aunque el puma posee un amplio rango de distribución y una gran capacidad de desplazamiento, lo que le permite mantener la conectividad entre ecosistemas, esta ventaja puede verse comprometida en regiones con alta presión antropogénica, como es el caso de varias zonas del estado de Hidalgo. A pesar de que ya existen registros de su presencia en algunas áreas del estado, todavía persisten amplias regiones sin estudios que confirmen o descarten su distribución, lo cual limita el conocimiento sobre su rango real de ocupación y su papel ecológico.

Adicionalmente, el acercamiento del puma a áreas perturbadas por el ser humano incrementa el riesgo de exposición a nuevos agentes patógenos, como endoparásitos, los cuales pueden afectar su salud y también representar un riesgo sanitario para otras especies, incluyendo humanos y animales domésticos. La falta de estudios sobre la parasitosis en esta especie dentro del estado de Hidalgo representa una brecha importante en el entendimiento de los impactos ecológicos.

Por lo tanto, es necesario evaluar la distribución potencial del puma en las zonas no estudiadas del estado y, al mismo tiempo, analizar su estado de salud mediante la identificación de endoparásitos. Esta información será clave para establecer estrategias de conservación efectivas, promover una coexistencia adecuada entre fauna silvestre y actividades humanas, e identificar posibles enfermedades zoonóticas.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Han sido identificadas áreas en donde no se ha registrado la presencia del puma (*Puma concolor*) en el estado de Hidalgo?

Sí el puma se encuentra presente en áreas que no ha sido reportado ¿Qué endoparásitos pueden estar presentes en el puma que habita en el Estado?.

Justificación

El puma (*Puma concolor*) es una de las especies de felinos más ampliamente distribuidas del continente americano y representa un componente clave en los ecosistemas por su papel como depredador tope y especie sombrilla. Sin embargo, a pesar de su adaptabilidad ecológica, enfrenta crecientes amenazas relacionadas con la fragmentación del hábitat, la expansión de la frontera agropecuaria, la cacería y el desarrollo urbano, que comprometen tanto su distribución como su viabilidad poblacional. En este contexto, resulta fundamental identificar las áreas de distribución potencial que aún pueden albergar poblaciones viables de esta especie, particularmente en regiones como el estado de Hidalgo, donde los estudios sobre su presencia y conservación son escasos.

El estado de Hidalgo, por su ubicación dentro de la Zona de Transición Mexicana y su diversidad de ecosistemas (bosques templados, selvas bajas caducifolias, matorrales y zonas montañosas), representa un área potencialmente importante para el puma, pero poco estudiada. Considerando la alta biodiversidad de México que ocupa el quinto lugar mundial en riqueza biológica y el papel ecológico del puma como regulador de poblaciones de presas y como bioindicador de salud ecosistémica, es prioritario generar información actualizada y localizada sobre su distribución en este estado.

Además, los pumas, como carnívoros silvestres, están expuestos a una amplia gama de parásitos gastrointestinales, los cuales pueden afectar su salud y desempeñar un papel relevante en su dinámica poblacional. La identificación de parásitos intestinales mediante análisis coprológicos permite evaluar la prevalencia de agentes zoonóticos y enfermedades que pueden tener implicaciones tanto para la conservación de la especie como para la salud pública. A pesar de la importancia de estos aspectos sanitarios, los estudios parasitológicos en felinos silvestres en México son limitados, y prácticamente inexistentes en el contexto de Hidalgo.

Aunque existen trabajos previos sobre la presencia del *Puma concolor* en el estado de Hidalgo, estos se han concentrado en áreas específicas, dejando otras regiones sin estudios que confirmen o descarten su presencia. Esta laguna de información limita el conocimiento real de la distribución de la especie en la entidad. Es fundamental investigar si el puma habita en estas zonas no exploradas, ya que su presencia podría tener implicaciones ecológicas importantes, tanto para la conservación de la especie como para la gestión del territorio.

Por otro lado, el crecimiento de la población humana y las actividades antropogénicas han provocado una creciente alteración de los ecosistemas naturales. Esto ha propiciado el acercamiento entre especies silvestres, como el puma, y los seres humanos o animales domésticos. Como consecuencia, pueden producirse cambios en el microbiota del felino, incluyendo la adquisición o diseminación de endoparásitos. La identificación de estos parásitos resulta esencial para comprender los posibles riesgos sanitarios, tanto para la fauna silvestre como para las poblaciones humanas, y permite ampliar el conocimiento sobre los agentes patógenos a los que el puma podría estar expuesto o que podría transportar.

OBJETIVOS

Objetivo general

"Obtener los registros de observación del puma (*Puma concolor*) en el estado de Hidalgo con el objetivo de modelar su nicho ecológico, determinar su área de distribución y recolectar muestras fecales que permitan identificar la presencia de endoparásitos, contribuyendo así al conocimiento de su comportamiento y del entorno que habita."

Objetivos específicos

- Recopilar registros de poblaciones del *Puma concolor* para la identificación de nuevas áreas.
- Crear un modelo espacial de nicho ecológico del *Puma concolor* para la caracterización de las condiciones climáticas.
- Determinar la presencia del *Puma concolor* de acuerdo a la predicción de acuerdo al modelo de nicho ecológico para la monta de cámaras trampa.
- Obtener de muestras de excremento para el análisis de excretas.
- Determinar de prevalencia parasitaria en muestras de excretas de *Puma concolor*.
- Identificar de géneros parasitarios gastrointestinales.

Hipótesis

El puma (*Puma concolor*) se encuentra presente en zonas del estado de Hidalgo donde no se ha documentado previamente su distribución, y las poblaciones que habitan en estas áreas presentan una prevalencia detectable de endoparásitos intestinales, adquiridos a través de sus presas habituales en ambientes fragmentados.

Antecedentes

Distribución del *Puma concolor*

Diversos estudios a lo largo del continente americano han documentado la distribución del puma (*Puma concolor*), utilizando herramientas como la modelación de nicho ecológico, el análisis de conectividad del paisaje y la evaluación de variables ambientales. Estos trabajos permiten conocer no sólo el rango actual de la especie, sino también identificar áreas potenciales para su conservación y manejo.

En Colombia, realizaron un estudio en el Parque Nacional Natural Los Katíos, ubicado en la región norte del Chocó biogeográfico. A través de la modelación ecológica, identificaron zonas de alta idoneidad para la presencia del puma, asociadas a áreas de selva húmeda bien conservadas. El estudio resaltó la importancia de los ecosistemas protegidos para mantener poblaciones viables de grandes felinos (González-Maya et al., 2022).

En Centroamérica, aplicaron modelos de nicho ecológico para estimar la distribución potencial del puma en Honduras. Su análisis indicó que el puma aún persiste en regiones montañosas y boscosas del país, aunque su distribución está cada vez más restringida por la fragmentación del hábitat. Este trabajo subraya la necesidad de establecer corredores biológicos que aseguren la conectividad entre áreas protegidas (Portillo-Reyes & Elvir Valle, 2022).

En Brasil, utilizaron técnicas de modelación espacial para identificar hábitats prioritarios para la especie. Los resultados mostraron una distribución fragmentada, concentrada en regiones de bosque atlántico y áreas de conservación (Gomes-Silva & Leal, 2021). Complementariamente, confirmaron una reducción progresiva del rango de distribución del puma en dicho país, atribuida principalmente a la conversión de hábitats naturales en terrenos agrícolas y urbanos (Brandão Niebuhr et al., 2024).

A nivel continental, desarrollaron modelos multinacionales que integraron información de diversas poblaciones de *Puma concolor* en América. Su análisis reveló que la distribución del felino depende en gran medida de la conectividad del paisaje y de la

presencia de coberturas vegetales continuas (LaBarge et al., 2022). De manera similar, destacaron al puma como una especie clave para la funcionalidad de los corredores ecológicos, debido a su amplia movilidad y requerimientos de hábitat (Matte et al., 2013).

Otras investigaciones realizaron una revisión amplia sobre la distribución del puma en América, concluyendo que, si bien la especie posee una gran plasticidad ecológica, su presencia efectiva se ve condicionada por factores como la presión antrópica, la cacería furtiva y el grado de protección de su hábitat. Estos autores resaltan la importancia de estrategias de conservación multinivel que consideren tanto el paisaje como las dinámicas socioambientales locales (Guerisoli et al., 2021).

En México, un estudio reciente sobre la distribución del puma en el estado de Aguascalientes empleó registros de presencia y modelación de nicho ecológico, identificando áreas de alta idoneidad principalmente en la región de la Sierra Fría. Este hallazgo sugiere que aún existen remanentes de hábitat adecuados para la especie en regiones del centro-norte del país, pese a la creciente presión por actividades humanas (De la Torre & Torres-Knoop, 2014).

Estos estudios, en conjunto, evidencian que la distribución del puma en América es amplia pero cada vez más fragmentada, y que su persistencia depende de factores como la cobertura vegetal, la conectividad del paisaje y el nivel de intervención humana. Esta información es crucial para comprender y modelar la distribución potencial del puma en regiones específicas como el estado de Hidalgo, México.

Estatus de Conservación y Amenazas:

El *Puma concolor* enfrenta múltiples amenazas derivadas de la fragmentación del hábitat y las dificultades asociadas con su distribución en diversas regiones. Estas amenazas tienen su origen principalmente en actividades antropogénicas, como la urbanización, la expansión agrícola y el desarrollo de infraestructura, factores que conducen a la degradación y fragmentación del hábitat. Estos procesos comprometen la conectividad ecológica, afectan la diversidad genética y disminuyen las perspectivas de supervivencia de las poblaciones de *Puma concolor*.

Fragmentación y distribución del hábitat

La fragmentación del hábitat es un fenómeno ampliamente documentado en diversas regiones. Los altos niveles de fragmentación han influido en la distribución de los pumas, que muestran una mayor presencia en comparación con los jaguares, aunque ambas especies evitan zonas severamente alteradas por el ser humano (De Angelo, 2009). En Honduras, se estima que los pumas ocupan el 40% del territorio nacional; sin embargo, más de la mitad de esta área corresponde a ecosistemas fragmentados por la expansión agrícola, lo que resalta la urgencia de medidas de conservación (Portillo-Reyes & Elvir Valle, 2022). En el sur de California, la construcción de carreteras y la urbanización han generado aislamiento poblacional en los pumas de las montañas de Santa Ana, lo que ha conducido a una disminución de la diversidad genética y al aislamiento demográfico (Ernest et al., 2014).

Amenazas a las poblaciones de *Puma concolor*

Las actividades humanas constituyen las principales amenazas para la conservación del puma, incluyendo la pérdida y degradación del hábitat, la caza y las colisiones con vehículos. En el sur de California, los atropellos representan el 28% de la mortalidad de los pumas, mientras que los permisos de depredación contribuyen con un 17% adicional (Vickers et al., 2015). En Honduras, los pumas son cazados en represalia por ataques al ganado, y la pérdida de hábitat derivada de la actividad agrícola agrava la situación (Portillo-Reyes & Elvir Valle, 2022). En el área de la bahía de San Francisco, la fragmentación del hábitat ha generado una estructura meta poblacional caracterizada por una disminución de la diversidad genética y un aumento de los conflictos entre humanos y vida silvestre (Stoner et al., 2023).

Estrategias de conservación y manejo

Para la conservación eficaz del puma, es fundamental involucrar comunidades locales, propietarios de tierras y organizaciones ambientales en el monitoreo y protección de su hábitat (Portillo-Reyes & Elvir Valle, 2022). En el sur de California, la implementación

de estrategias de translocación y paso seguro en carreteras resulta clave para reducir el aislamiento genético (Vickers et al., 2015). Adicionalmente, la identificación y conservación de parches de hábitat puede mitigar los conflictos entre humanos y fauna silvestre, promoviendo la viabilidad de las poblaciones de pumas a largo plazo (Stoner et al., 2023).

Si bien los pumas han demostrado una notable capacidad de adaptación y ocupan una amplia diversidad de ecosistemas, su supervivencia está cada vez más comprometida por los efectos de la actividad humana sobre sus hábitats. Por ello, las estrategias de conservación deben abordar la fragmentación del paisaje y los conflictos con las comunidades locales para garantizar la persistencia de esta especie en su área de distribución.

Prevalencia de Parásitos en Felinos Neotropicales

Diversos estudios han documentado la presencia de parásitos gastrointestinales en felinos neotropicales como el jaguar (*Panthera onca*), jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), lince (*Lynx spp.*) y ocelote (*Leopardus pardalis*), evidenciando una alta prevalencia de protozoarios y metazoarios que pueden afectar la salud de estos carnívoros y representar riesgos zoonóticos. La presencia de estos parásitos no solo tiene implicaciones sanitarias para los individuos infectados, sino también para la dinámica poblacional y los esfuerzos de conservación de estas especies.

En un estudio realizado en Colombia, el análisis de muestras fecales de jaguares y ocelotes permitió identificar la presencia de *Toxocara cati* y *Spirometra sp.*, lo que destaca el papel potencial de estos felinos como reservorios de parásitos zoonóticos (Uribe et al., 2021). De manera similar, una encuesta coprológica llevada a cabo en Belice encontró que el 92 % de las muestras analizadas de jaguar dieron positivo a parásitos gastrointestinales, incluyendo *Toxocara cati* y diversos cestodos (Patton et al., 1986). En el caso de México, un inventario reciente identificó 16 especies de helmintos presentes en jaguares, siendo *Toxocara cati* una de las más comunes (Panti-May et al., 2024).

Además de los jaguares, otras especies de felinos silvestres también han mostrado altas tasas de infección parasitaria. En Brasil, ocelotes presentaron una prevalencia del 76.9 % para *Cytauxzoon* spp., un protozoario que puede ser letal en condiciones específicas (Calchi et al., 2025). En la misma región, se reportó una prevalencia del 70 % de parásitos intestinales en jaguares de la Mata Atlántica, incluyendo especies parasitarias no registradas previamente, lo que pone en evidencia una diversidad aún poco explorada (Srbek-Araujo et al., 2014).

Si bien la presencia de parásitos en felinos silvestres es un fenómeno común en la vida silvestre, resulta relevante considerar que su prevalencia y diversidad están influenciadas por múltiples factores ecológicos y antrópicos. La fragmentación del hábitat, el cambio en el uso de suelo y las interacciones con animales domésticos pueden facilitar la introducción y propagación de nuevos parásitos, afectando la salud de las poblaciones silvestres y aumentando el riesgo de transmisión cruzada entre especies(Srbek-Araujo et al., 2014).

Relación entre la salud del Puma y la presencia de parásitos.

Diversos estudios han documentado la presencia de una amplia variedad de parásitos en *Puma concolor*, incluyendo protozoarios y helmintos, lo cual representa una amenaza significativa para la salud de estos felinos y plantea implicaciones importantes para su conservación.

La identificación de múltiples grupos parasitarios en muestras fecales y durante necropsias de pumas. Entre los cestodos, se halló la presencia de *Spirometra sp.*, y *Taenia omissa*, este último caracterizado molecularmente a partir de tejidos. En cuanto a nematodos, se detectó *Toxocara cati*, un helminto con potencial zoonótico que puede ocasionar alteraciones gastrointestinales. Asimismo, se reportó la presencia del acantocéfalo *Oncicola sp.*, conocido por afectar la absorción de nutrientes, y ooquistes de coccidios, indicando la infección por protozoarios capaces de provocar diarreas severas (Uribe et al., 2021).

El impacto de estos parásitos sobre la salud del puma es significativo ya que señala que las altas densidades parasitarias pueden ocasionar déficits metabólicos, pérdida de peso, anemia, inflamación intestinal y debilitamiento del sistema inmunológico, aumentando así la vulnerabilidad del animal frente a otras enfermedades. Además, se ha encontrado que todas las muestras fecales analizadas en su estudio presentaron algún tipo de parásito, lo que refleja un alto nivel de infección parasitaria (Wrublewski et al., 2018).

Esta situación se agrava en contextos de presión antropogénica. La presencia de parásitos en Puma concolor puede estar asociada a la contaminación ambiental y la interacción con animales domésticos, lo cual incrementa el riesgo de transmisión de parásitos zoonóticos (Wrublewski et al., 2018). A esto se suma el papel de la cadena alimentaria: los pumas, al encontrarse en la cima de la red trófica, pueden adquirir parásitos al consumir presas infectadas, lo que contribuye a una mayor carga parasitaria (Wrublewski et al., 2018).

Desde un enfoque ecológico, los pumas funcionan como hospedadores definitivos para diversos parásitos, siendo esenciales en los ciclos biológicos de estos organismos. En este sentido, su estado de salud influye directamente en la prevalencia parasitaria del ecosistema. Una población saludable puede contribuir al equilibrio ecológico, mientras que individuos debilitados pueden facilitar la diseminación parasitaria (Wrublewski et al., 2018).

Por otro lado, Del Vechio (2020) también destaca el impacto de los parásitos en la salud de los pumas, señalando que estos pueden alterar su comportamiento, afectar la reproducción y dificultar la absorción de nutrientes. En su estudio se identificaron *Toxocara cati* y *Spirometra decipiens*, ambos con potencial zoonótico. Este hallazgo resalta la posibilidad de que los pumas actúen como reservorios de parásitos capaces de infectar tanto a animales domésticos como a humanos, especialmente en áreas donde existe una mayor interacción entre la fauna silvestre y las actividades humanas (Cunha Del Vechio et al., 2020).

La fragmentación del hábitat también contribuye al aumento de estas infecciones, ya que obliga a los pumas a desplazarse a zonas más cercanas a los asentamientos humanos, elevando la probabilidad de contagio y afectando la salud pública (Cunha Del Vechio et al., 2020). Por ello, el monitoreo constante de la salud parasitaria en pumas silvestres es fundamental, tanto para la conservación de la especie como para la prevención de zoonosis en humanos.

MARCO TEÓRICO

1. Caracterización geográfica y ecológica del estado de Hidalgo:

El estado de Hidalgo representa aproximadamente el 1.1% del territorio nacional y se localiza en la región centro-oriental de México, entre las coordenadas 21°23'55" y 19°35'52" de latitud norte, y 97°59'06" a 99°51'34" de longitud oeste. Colinda al norte con San Luis Potosí y Veracruz, al este con Puebla, al sur con Tlaxcala y el Estado de México, y al oeste con Querétaro (Mejenes-López et al., 2010). Esta ubicación le confiere una diversidad fisiográfica y climática significativa, que influye directamente en la distribución y comportamiento de las especies silvestres(Prude & Cain, 2021).

La heterogeneidad ambiental de Hidalgo afecta las respuestas fisiológicas de las especies animales y vegetales, y es un factor determinante en su distribución. Comprender esta relación resulta esencial para el estudio de especies con amplios rangos ecológicos, como el puma (*Puma concolor*).

2. Importancia del modelado de nicho ecológico en la biogeografía

Debido a que conocer la totalidad de especies presentes en un sitio determinado es una tarea casi imposible, el uso de modelos de nicho ecológico (MNE) se ha convertido en una herramienta clave para estimar la distribución potencial de especies y aportar información útil sobre la diversidad biológica de regiones específicas (Faith et al., 2004).

México, con una superficie que lo ubica en el decimocuarto lugar mundial, ocupa el tercer puesto en diversidad de mamíferos, gracias a su complejidad ecológica y geológica (CONANP, 2018). Esta biodiversidad no se distribuye de manera uniforme; presenta patrones regionales condicionados por variables ambientales (Espinosa et al., 2008), lo cual puede ser analizado de manera eficiente a través del modelado de nicho.

Cada especie está adaptada a un conjunto específico de condiciones ambientales (altitud, temperatura, luz, humedad, precipitación), lo que define su distribución. Sin embargo, en México, la información sobre la distribución de especies suele estar dispersa o sesgada (Jennings, 2000; Scott et al., 1993), lo que hace necesario el uso de métodos predictivos.

3. Fundamentos teóricos del nicho ecológico

El concepto de nicho ecológico fue propuesto inicialmente por Grinnell (1917) y más tarde ampliado por Hutchinson (1957), quien lo definió como el conjunto de condiciones ambientales en las que una población puede mantenerse sin inmigración. Este enfoque reconoce la influencia de factores bióticos y abióticos en los límites de distribución de las especies.

El desarrollo de modelos como los de Nix (1986), Austin et al. (1990), Carroll et al. (2001), y Stockwell (1999) ha facilitado la estimación de distribuciones potenciales, superando barreras como la falta de observaciones directas. Estos modelos permiten inferencias más completas sobre la ecología de especies poco estudiadas, como el puma en ciertas regiones de México.

4. Distribución potencial del puma (*Puma concolor*) en Hidalgo

Estudios realizados en Hidalgo han documentado la presencia del puma en municipios como Tasquillo, Zimapán, Pacula, Metztitlán y Tlanchinol, lo cual sugiere una distribución mayormente concentrada en el norte del estado (Rojas-Martínez et al., 2013). Esta especie muestra una notable capacidad de adaptación a diversos tipos de vegetación, incluyendo bosque caducifolio húmedo, matorral xerófilo, bosque de pino-encino, encinares, y selvas bajas.

La elaboración de mapas de distribución potencial mediante MNE permitirá actualizar y ampliar la información existente, identificando áreas no documentadas previamente y ayudando a generar bases de datos geográficas que orienten estrategias de manejo para la conservación de esta especie.

La falta de monitoreo sistemático en poblaciones silvestres hace difícil evaluar con precisión la salud de las especies. Por tanto, es fundamental implementar herramientas como el MNE, acompañado de bases de datos georreferenciadas y análisis epidemiológicos, para comprender mejor las amenazas ecológicas y sanitarias que enfrenta el puma en Hidalgo (Soberón et al., 2017).

5. Parasitismo y salud de *Puma concolor*: implicaciones ecológicas

Los parásitos gastrointestinales pueden representar un factor importante que afecta la condición corporal de los pumas, su comportamiento y, posiblemente, su distribución. Entre los más reportados en esta especie se encuentran nematodos del género *Toxascaris* y cestodos del género *Taenia*, los cuales pueden generar síntomas como diarrea, vómitos, pérdida de peso y reducción del apetito (Beltrán-León et al., 2022; Cunha Del Vechio et al., 2020; Gomez-Puerta et al., 2016).

Falcón-Ordaz et al. (2016) documentaron la presencia de *Lagochilascaris minor* y *Toxocara cati* en un puma silvestre en Hidalgo, siendo el primero un parásito zoonótico relevante también reportado en humanos. Este hallazgo resalta el riesgo de enfermedades compartidas entre fauna silvestre, doméstica y humana.

6. Transmisión de parásitos intestinales al puma (*Puma concolor*) a través de sus presas

El puma (*Puma concolor*), como depredador tope en los ecosistemas donde habita, cumple un papel ecológico crucial al regular las poblaciones de diversas especies de presas (LaBarge et al., 2022). No obstante, esta posición también lo expone a una alta probabilidad de adquirir infecciones parasitarias, principalmente a través del consumo de presas infectadas con diferentes grupos de helmintos, protozoarios y otros endoparásitos (Fanfa et al., 2011).

La transmisión de parásitos intestinales al puma ocurre generalmente de manera trófica, es decir, a través de la ingesta de tejidos infectados. En este contexto, los animales silvestres que conforman su dieta habitual pueden actuar como hospederos intermediarios o definitivos, permitiendo el desarrollo y perpetuación de diversos ciclos parasitarios (Aragón-Pech et al., 2018; Uribe et al., 2021).

Diversos estudios han documentado la presencia de parásitos intestinales en varias especies de mamíferos silvestres que forman parte de la dieta del puma. Por ejemplo, los tlacuaches (*Didelphis virginiana*) pueden albergar una amplia variedad de parásitos como *Ascaris spp.*, *Balantidium coli*, *Entamoeba spp.*, *Giardia spp.*, *Strongyloides spp.*, *Taenia spp.* y *Trichuris spp.*, todos los cuales representan un riesgo de transmisión si el felino consume estos animales(Aragón-Pech et al., 2018; Monet-Mendoza et al., 2005).

Otra especie relevante es el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), que ha sido reportado como hospedero de parásitos como *Ascaris spp.*, *Capillaria spp.*, *Balantidium spp.*, *Eimeria spp.*, *Strongyloides spp.*, *Taenia spp.* y *Trichuris spp.*(Ramírez-Herrera et al., 2013). De igual manera, el armadillo (*Dasyurus novemcinctus*) porta especies como *Aspidodera spp.*, *Molineus spp.*, *Rictularia spp.*, *Strongyloides spp.*, *Taenia spp.* y *Trichuris spp.*, lo que lo convierte en un vector potencial de múltiples infecciones parasitarias (Chandler, 1946; Santos et al., 2019; Varela-Stokes et al., 2008).

Entre los ungulados silvestres, destacan el venado temazate rojo (*Mazama temama*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), especies que han sido registradas como hospederos de nematodos como *Estrongilido spp.*, *Trichuris spp.*, *Taenia spp.*, entre otros. El consumo de estos animales por parte del puma podría facilitar la transmisión de dichos parásitos(Mora-Collado et al., 2022; Salmorán-Gómez et al., 2019).

Otras especies como el conejo (*Sylvilagus cunicularius*), presenta *Eimeria spp.*, *Sciurus spadiceus*, *Giardia sp.*, *Passalurus ambiguus* y *Trichuris leporis*, *Cysticercus pisiformis* (Hind D Hadi, 2021; Hughes, 2024; Pinto et al., 2004; Szkucik et al., 2014)., la ardilla (*Sciurus spadiceus*) se reporta *Eimeria* y *Giardia spp.*(Lainson et al., 2005). y el coati (*Nasua narica*) también presentan registros de parásitos tales como *Enterobius*, *Strongyloides*, *Dorylaimus*, *Physaloptera*. *Diphyllobothrium latum*, *Baylisascaris procyonis*, *Capillaria sp.*, *Strongyloides sp.*, un estrongílico y un ascarido, *Hymenolepis diminuta*, *Mesocestoides sp.*, *Eimeria sp.*, *Entamoeba sp.*(Kutch, 2003; Muñoz García et al., 2012).

Es por ello estudiar la relación trófica entre el puma y sus presas constituye una vía significativa de transmisión parasitaria, y esta puede variar según la disponibilidad de presas y la interacción del felino con ambientes silvestre. La identificación de presas infectadas y su correlación con parásitos específicos resulta fundamental para comprender la dinámica de la parasitosis en *Puma concolor*.

7. Transmisión de parásitos en ambientes fragmentados

Rendón-Franco et al. (2013) estudiaron la transmisión de helmintos entre felinos silvestres y gatos ferales en un zoológico de la Ciudad de México, observando que especies como jaguarundis, jaguares y ocelotes compartían parásitos comunes como *Toxocara cati*, *Trichuris campanula* y *Ancylostoma sp.*. Estos datos refuerzan la hipótesis de que la fragmentación del hábitat y la proximidad con animales domésticos incrementan el riesgo de transmisión de parásitos.

(Carver et al., 2016) analizaron patrones de transmisión de patógenos en felinos silvestres y domésticos en América del Norte, concluyendo que los patógenos de transmisión indirecta, como los parásitos, se ven favorecidos por características del paisaje y las interacciones interespecíficas.

8. Consideraciones sanitarias en cautiverio y en vida libre

En estudios realizados en zoológicos de la Ciudad de México se ha detectado una seroprevalencia superior al 50% de *Toxoplasma gondii* en mamíferos, siendo los felinos salvajes los más afectados. Los principales factores de riesgo identificados fueron la alimentación con carne contaminada y el contacto con gatos (Alvarado-Esquível et al., 2013). Una de las medidas recomendadas fue la alimentación con carne previamente congelada para reducir la viabilidad del parásito.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

El estudio se realizó considerando un polígono de aproximadamente 46,650 Km², cuyas coordenadas extremas son Noreste -97°57'18.72"W y 21°26'47.40"N, Noroeste 99°53'36.24"W y 21°26'47.40"N, Sureste 97°57'18.72"W y 19°29'45.96"N, y Suroeste 99°53'36.24"W y 19°29'45.96"N. En él se incluye una porción de la zona central de México, que comprende los estados de Hidalgo, Querétaro, Tlaxcala, Edo. de México, Veracruz y parte de Guanajuato (CONABIO, 2004) (Imagen 1).

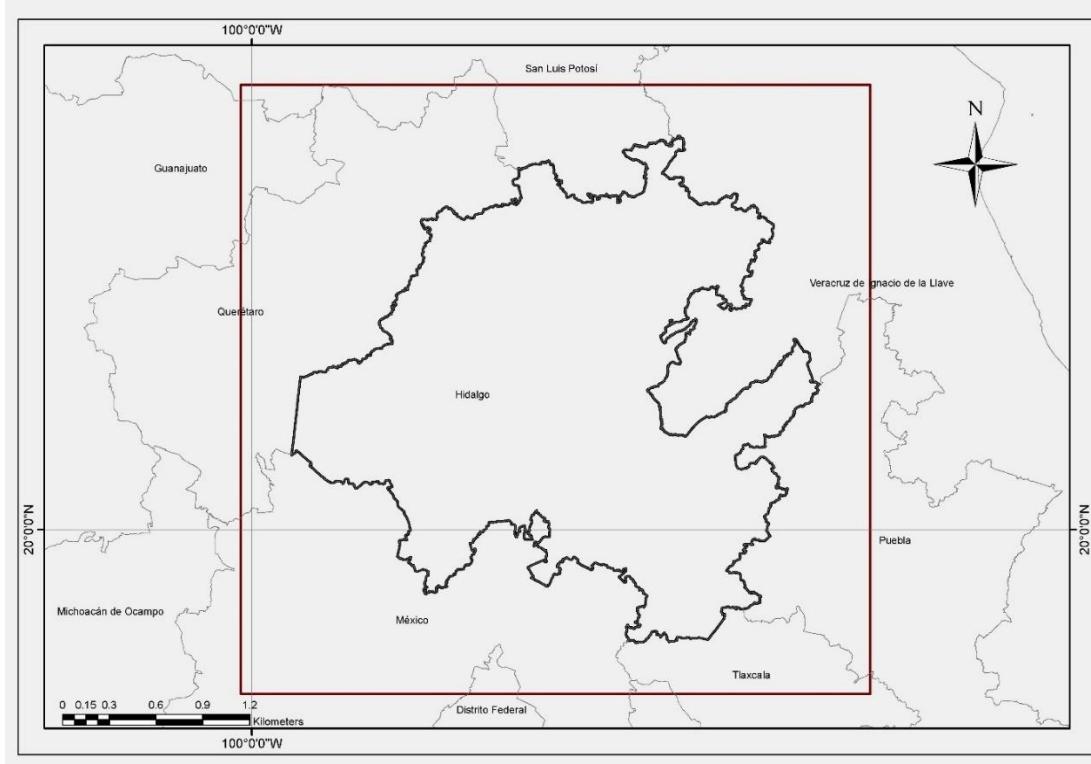


Imagen 1. (Fuente propia) Polígono de estudio para determinar la presencia de *Puma concolor* en el estado de Hidalgo.

Esta zona del País resulta importante ya que es una zona de transición del Provincia del cinturón volcánico transmexicano, provincia del desierto de chihuahua, Provincia de la Sierra Madre Oriental y (Imagen 2) (Morrone, 2019; Morrone et al., 2017). Ya que confluyen biotas de las regiones Neártica y Neotropical, por lo que convergen diversos tipos de ambientes, climas, flora y fauna, desde climas cálidos y semicálidos, climas templados, húmedos y subhúmedos, y climas áridos y semiáridos (INEGI, 2004).

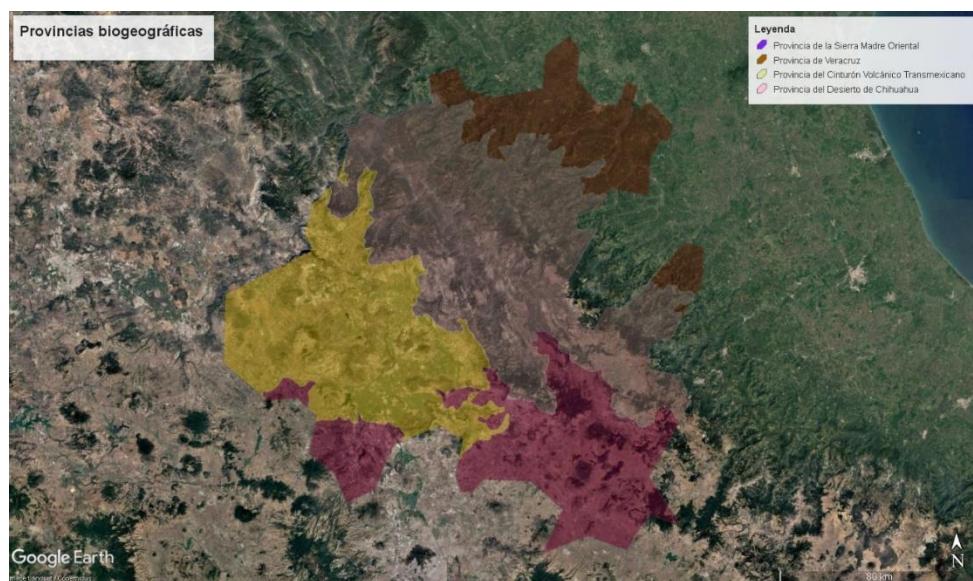


Imagen 2. (Fuente propia) Se muestran las provincias biogeográficas que convergen en el estado de Hidalgo.

Con ello se pretende abarcar condiciones ambientales diversas. Asimismo, es una de las partes del País donde se encuentran las ciudades más pobladas, así como zonas de actividades humanas importantes como la agricultura.

METODOLOGÍA ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Recopilación de datos

Durante la investigación, los registros de *Puma concolor* y de sus presas fueron obtenidos a partir de diversas fuentes, incluyendo bases de datos internacionales y nacionales como la Infraestructura Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF) (<http://www.gbif.org>), la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB) (http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html), el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB) (<https://www.snib.mx>) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como la plataforma iNaturalist México (<https://mexico.inaturalist.org>). Además, se recurrió a colecciones mastozoológicas, literatura científica especializada y observaciones de campo. En total, se recolectaron 1,736 registros distribuidos en distintos estados de la República Mexicana.

Con el objetivo de garantizar la calidad y utilidad de los datos recopilados, se aplicó un proceso riguroso de depuración. La validación geográfica de los registros se llevó a cabo mediante el uso de herramientas como Google Earth y la base de datos Global Gazetteer 2.3 (<https://www.fallingrain.com/world>), lo que permitió identificar y corregir coordenadas erróneas o ausentes.

Cuadro 1. Lista de las especies utilizadas en este trabajo

Mamíferos	Aves
Mono araña (<i>Ateles geoffroyi</i>)	Pavón norteño (<i>Crax rubra</i>)
Cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>)	Guajolote salvaje (<i>Meleagris gallopavo</i>)
Paca común (<i>Cuniculus paca</i>)	Guajolote ocelado (<i>Meleagris ocellata</i>)
Agutí centroamericano (<i>Dasyprocta punctata</i>)	Chachalaca (<i>Ortalis vetula</i>)
Armadillo de nueve bandas (<i>Dasypus novemcinctus</i>)	Tinamú grande (<i>Tinamus major</i>)
Zarigüeya común (<i>Didelphis marsupialis</i>)	
Venado rojo (<i>Mazama temama</i>)	
Coatí (<i>Nasua narica</i>)	
Venado bura (<i>Odocoileus hemionus</i>)	
Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)	
Martucha (<i>Potos flavus</i>)	
Mapache (<i>Procyon lotor</i>)	
Puma (<i>Puma concolor</i>)	
Conejo castellano (<i>Sylvilagus cunicularius</i>)	
Pecarí de collar (<i>Tayassu tajacu</i>)	
Zorro gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>)	

Depuración de datos

La depuración geográfica de los datos siguió un protocolo específico:

1. se conservaron únicamente los registros que incluyeran coordenadas geográficas en formato decimal (latitud y longitud);
2. se validó la ubicación de cada localidad para asegurar una correcta representación de la distribución de las especies, y
3. se eliminaron entradas redundantes, como duplicados o valores atípicos.

La base de datos resultante, depurada y validada en Microsoft® Excel (versión 2016), quedó estructurada con los campos: especie, latitud y longitud.

Para eliminación de la autocorrelación espacial, se utilizó el software Wallace dentro del entorno de RStudio, permitiendo un flujo de trabajo reproducible y eficiente. En la ventana Occ Data, se importaron los datos de ocurrencia de pumas y sus presas en formato .csv. Posteriormente, en Env Data, se incorporaron variables bioclimáticas proporcionadas por (Cuervo-Robayo et al., 2014), utilizando una resolución espacial de 10 metros cuadrados. En la etapa Process Occs, se identificaron registros con incongruencias geográficas. Para mejorar la calidad del conjunto de datos y reducir el sesgo espacial, se aplicó la herramienta Spatial Thin, estableciendo una distancia mínima entre puntos de 25 km (Imagen 3).

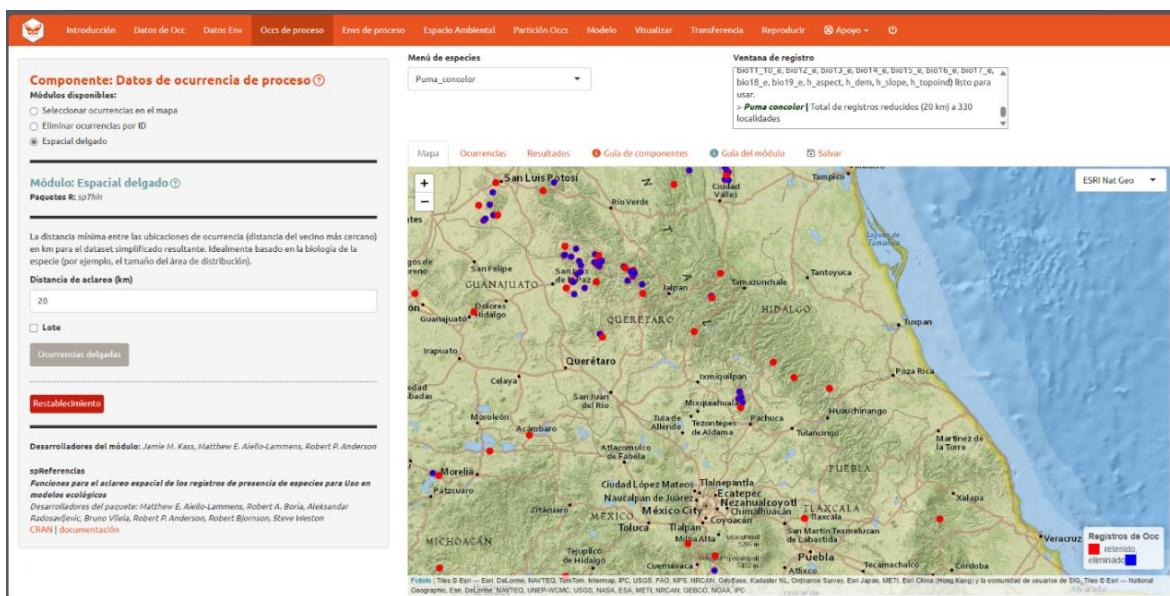


Imagen 3. (fuente propia) implementación de Wallace para la depuración de datos.

Modelos de distribución espacial

Los modelos de distribución potencial de las especies se elaboraron utilizando el software MAXENT (versión 3.4.4), que integra coordenadas geográficas (latitud y longitud) con distintos parámetros ambientales, como variables climáticas. MaxEnt fue seleccionado por su eficacia en modelos de presencia-only y su capacidad para manejar datos incompletos (Phillips et al., 2006). Estudios recientes demuestran que supera a otros algoritmos (ej.:

BIOCLIM) en precisión y robustez, especialmente para especies con registros dispersos (Valenzuela-Sánchez et al., 2021). Este enfoque predice la distribución potencial de las especies a partir del principio de máxima entropía, seleccionando la distribución más cercana a una uniforme (Bolívar, 2009; Phillips et al., 2006).

Se emplearon las capas bioclimáticas desarrolladas por Cuervo-Robayo et al. (2014), (véase Cuadro 2). Estas capas cuentan con una resolución espacial de 30 segundos de arco (aproximadamente 833 metros en latitud y longitud), y contienen información sobre diversas variables climáticas, como temperatura y precipitación, a escala global. Son compatibles con programas especializados en el manejo de datos espaciales, tales como ArcGIS y RStudio (Elith et al., 2006; Phillips et al., 2006). A través de la interfaz Wallace implementada en RStudio, se integraron las 19 variables bioclimáticas en las bases de datos de cada especie para construir sus respectivos perfiles ambientales. Posteriormente, se delimitaron las regiones Ms zonas en las que se ha documentado la presencia de cada especie utilizando como referencia la capa de Cuencas de Norteamérica.

MaxEnt trata de encontrar la distribución de probabilidad de máxima entropía (cercana a la uniforme), sujeta a limitaciones impuestas por la información disponible en torno a la distribución observada de las especies y las condiciones ambientales del área de estudio.

Cuadro 2. Coberturas climáticas utilizadas para construir los modelos, bajo el algoritmo de MAXENT

Clave	Abreviatura	Descripción
BIO 1	TPA	Temperatura promedio anual (°C)
BIO 2	ODT	Oscilación diurna de la temperatura (°C)
BIO 3	ISO	Isotermalidad (°C) (cociente entre parámetros 2 y 7)
BIO 4	EDT	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)
BIO 5	TMPCC	Temperatura máxima promedio del periodo más cálido (°C)
BIO 6	TPPF	Temperatura mínima promedio del periodo más frío (°C)
BIO 7	OAT	Oscilación anual de la temperatura (°C) (cociente entre los parámetros 5 y 6)
BIO 8	TPCLL	Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso (°C)
BIO 9	TPCS	Temperatura promedio del cuatrimestre más seco (°C)
BIO 10	TPCC	Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido (°C)
BIO 11	TPCF	Temperatura promedio del cuatrimestre más frío (°C)
BIO 12	PA	Precipitación anual (mm)
BIO 13	PPLL	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)
BIO 14	PPS	Precipitación del periodo más seco (mm)
BIO 15	EP	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)
BIO 16	PCLL	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)
BIO 17	PCS	Precipitación del cuatrimestre más seco (mm)
BIO 18	PCC	Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)
BIO 19	PCF	Precipitación del cuatrimestre más frío (mm)

Selección de variables ambientales

Actualmente no existe un consenso absoluto respecto a los criterios óptimos para la selección de variables en el modelado de nicho ecológico. Por ello, en este estudio se adoptó un enfoque integrado que combina el análisis de contribución de variables, la correlación entre ellas y el conocimiento ecológico de la especie (Elith et al., 2006; Phillips et al., 2006).

Primero, se evaluó la contribución relativa de cada variable bioclimática mediante un modelo exploratorio general en el programa Maxent. Se configuró el algoritmo con el 50 % de los registros para entrenamiento y el otro 50 % para validación, utilizando 10 réplicas bajo el método de remuestreo tipo bootstrap y empleando el procedimiento jackknife para estimar la importancia de cada variable. Este análisis permitió identificar aquellas variables que aportaban significativamente al modelo.

Posteriormente, se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las 19 variables bioclimáticas utilizando el entorno RStudio. Se extrajeron los valores climáticos correspondientes a las coordenadas de presencia de las especies de estudio y se generó una matriz de correlación entre pares de variables. Se consideraron como altamente correlacionadas aquellas con coeficientes absolutos superiores a 0.7, y del conjunto resultante se seleccionó una sola variable representativa para evitar la colinealidad.

Una vez identificadas las variables no redundantes con alta contribución al modelado, se contrastó el conjunto final con información biológica y ecológica disponible de la especie, asegurando que las variables seleccionadas tuvieran una relación plausible con su fisiología o hábitat. Entre las variables conservadas se incluyeron, por ejemplo, temperatura media anual (bio1), temperatura media del trimestre más frío (bio11), y precipitación del mes más húmedo (bio13), todas relevantes considerando la distribución de las especies en la república mexicana.

Este procedimiento permitió reducir el conjunto original de variables a aquellas que eran tanto informativas desde el punto de vista estadístico como ecológicamente significativas, optimizando así el desempeño y la interpretabilidad de los modelos generados.

Para estimar la contribución relativa de cada variable ambiental en los modelos, se aplicó la prueba de Jackknife implementada por Maxent (Phillips et al., 2006). Esta técnica mide el efecto de cada variable sobre el desempeño del modelo, y sus resultados se expresan mediante una métrica conocida como ganancia, la cual refleja el valor informativo de cada variable en la predicción de la distribución potencial de las especies. Esta información resulta esencial para inferir los requerimientos ecológicos de cada taxón y delimitar con mayor precisión su posible área de distribución.

Adicionalmente, se consideró una prueba de correlación de Pearson entre las variables, con el objetivo de identificar aquellas que mostraban una alta colinealidad y que, por lo tanto, debían ser descartadas del conjunto final de variables. Esta prueba, de naturaleza no paramétrica, permite determinar la independencia entre pares de variables y se basa en el análisis de tablas de contingencia (Plackett, 1983). Ambas

estrategias el análisis de contribución y la matriz de correlación guiaron la selección del conjunto final de variables a utilizar en una segunda etapa de modelado para cada especie.

Para delimitar el umbral de corte en los modelos, se aplicó el criterio del décimo percentil, el cual excluye los registros con menor probabilidad de adecuación ambiental, mejorando así la especificidad del modelo.

La capacidad predictiva de los modelos generados fue evaluada mediante la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) y el valor AUC (Area Under the Curve), que representa la relación entre la tasa de verdaderos positivos (sensibilidad) y la tasa de falsos positivos (1 – especificidad) (Hanley & McNeil, 1982). El valor de AUC describe la probabilidad de que un punto de presencia seleccionado aleatoriamente reciba una puntuación de idoneidad mayor que un punto de ausencia. Araújo & Guisan (2006), los valores de AUC se interpretan como sigue: 0.50–0.60 (insuficiente), 0.60–0.70 (pobre), 0.70–0.80 (moderado), 0.80–0.90 (bueno), y 0.90–1.00 (excelente).

Generación del Mapa de Riqueza Potencial

El mapa de riqueza potencial de especies se generó mediante la técnica de agregación espacial (comúnmente conocida como "stacking" o "ensamble de modelos"), un método ampliamente utilizado en macroecología para estimar patrones de biodiversidad a partir de modelos de distribución de especies individuales (Ferrier & Guisan, 2006; Guisan & Rahbek, 2011).

Compilación de Modelos Binarios:

Tras la umbralización, se compilaron todos los mapas binarios individuales (presencia/ausencia) para las presas y el puma.

Álgebra de Mapas y Sumatoria:

Utilizando el álgebra de mapas en un entorno SIG (con la calculadora raster de ArcMap 10.8), se sumaron todos los mapas binarios pixel a pixel (operación de suma booleana). Este proceso de superposición espacial asume que los modelos individuales son igualmente válidos y que las predicciones de idoneidad son independientes entre especies para cada localidad (Pineda & Lobo, 2009).

Interpretación del Mapa de Riqueza:

El valor resultante en cada píxel del raster final (Riqueza_potencial) representa el número total de especies para las que ese píxel fue predicho como hábitat idóneo. Este valor constituye, por lo tanto, una estimación de la riqueza potencial de especies del grupo de estudio en el área, derivada directamente de las condiciones ambientales modeladas (Sánchez-Fernández et al., 2011).

Análisis del Mapa de Riqueza Potencial

El mapa de riqueza resultante fue analizado cuantitativa y espacialmente para identificar patrones biogeográficos clave, mediante las siguientes aproximaciones:

Identificación de Hotspots de Biodiversidad:

Se identificaron las áreas de mayor valor de conservación (hotspots) como aquellas con valores de riqueza potencial iguales o superiores al percentil 90 de la distribución total de datos (Myers et al., 2000). Estos focos de alta riqueza potencial fueron cartografiados y delimitados para su posterior análisis.

Análisis de Patrones Espaciales y Drivers Ambientales:

La distribución espacial de la riqueza potencial se correlacionó con gradientes ambientales principales (e.g., altitud, precipitación anual, temperatura media) mediante modelos lineales generalizados (GLMs) o análisis de correlación espacial. El objetivo fue identificar los factores ambientales clave (drivers) que estructuran la distribución de la biodiversidad en el área de estudio (Kreft & Jetz, 2007).

Detección de Vacíos de Riqueza (Coldspots):

De manera complementaria, se identificaron las áreas con una riqueza potencial significativamente baja (coldspots), definidas como aquellos píxeles con valores en el percentil 10 inferior. Estas áreas pueden ser prioritarias para investigar causas de empobrecimiento biótico, presiones antropogénicas o limitaciones ambientales extremas (Kreft & Jetz, 2007; Zhihai et al., 2012).

METODOLOGÍA DE OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE MUESTRAS BIOLÓGICAS

Montado de cámaras trampa

El muestreo se realizó visitando las zonas de la predicción del modelado de nicho ecológico. Los registros se obtendrán mediante imágenes fotográficas, colocando la cámara a una distancia aproximada de entre 5 y 10 m de la zona del bebedero y comedero, y a una altura de 1.5 m (imagen 1) (Gastelum-Mendoza et al., 2014). Además de programar las camaras para el número de horas por día que estén activadas (de 1 a 24) y para el lapso entre fotos consecutivas (de 1 segundo a 5 minutos) (Gastelum-Mendoza et al., 2014).



Imagen 4. (fuente propia) Colocación de cámaras trampa en la localidad de San Antonio en el municipio de Huehuetla Hgo., dirigida en dirección a senderos naturales generados por mamíferos con inclinación para capturar pequeños y grandes mamíferos.

Colecta de excretas:

la toma de muestras de excretas se tomaran de forma oportunista, para determinar las muestras deben de contar con medidas ya caracterizada por la morfometría de acuerdo a la especie, la excreta de puma suele tener una forma cilíndrica alargada, el diámetro de las heces de un puma adulto puede oscilar entre 2 y 3.5 centímetros, y su

longitud puede variar entre 10 y 30 centímetros, el color generalmente es de un tono oscuro, que puede ir desde el color marrón oscuro hasta el negro, la consistencia de la excreta de puma es compacta y sólida. Puede presentar una superficie lisa o ligeramente rugosa, dependiendo de la dieta del animal, ver (Imagen 5). (Giovanni & Hernández, 2008b)



Imagen 5. (Extraído del Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México) Tomada de Forma y tamaño de la excreta.

Técnica de colecta y manejo de excretas

El proceso de recolección y manejo de las excretas es esencialmente el mismo para todas las especies, se recolectaron muestras de heces en un recipiente estéril (imagen 3), se conservaron refrigeradas a 4°C para el traslado evitando ser congeladas, ya que esto podría resultar en la destrucción de componentes diagnósticos, como el estallido de huevos y oocitos de parásitos intestinales (Gallina, 2015).

Determinación mediante la Técnica de Faust

Para la determinación de parásitos intestinales se empleó la técnica de flotación de Faust. El procedimiento inició con la recolección de muestras de heces y su homogeneización para preparar una suspensión en solución salina isotónica, la cual se filtró a través de una gasa estéril para eliminar partículas grandes (Tarqui Terrones et al., 2019). La suspensión filtrada se colocó en un tubo de ensayo y se centrifugó a

1500 rpm durante un periodo de 3 a 5 minutos (Inácio et al., 2021; Lopes et al., 2016; NAVONE et al., 2005).

Tras la centrifugación, se decantó el líquido sobrenadante, conservando el sedimento. Este proceso de lavado con solución salina y centrifugación puede repetirse varias veces hasta que el sobrenadante esté limpio . A continuación, el sedimento se resuspendió en solución de sulfato de zinc al 33% –reactivo esencial para esta técnica por su densidad– y se centrifugó nuevamente a 1500 rpm durante 3 minutos (Inácio et al., 2021; Lopes et al., 2016).

Posteriormente, el tubo se colocó en una rejilla y se añadió más solución de sulfato de zinc hasta el borde, formando un menisco convexo. Sobre la boca del tubo se colocó un cubreobjetos y se esperó de 10 a 20 minutos para permitir que los elementos parasitarios flotaran y se adhirieran a él. Estudios comparativos han demostrado que una técnica de Faust modificada puede ser más eficaz que la convencional, aumentando significativamente la detección de diversas formas parasitarias, como huevos operculados y larvas (Lopes et al., 2016). Finalmente, el cubreobjetos se retiró, se depositó sobre un portaobjetos y se observó sistemáticamente al microscopio con objetivos de 10x y 40x para la identificación de huevos, quistes y parásitos(Lopes et al., 2016) .

Determinación de Técnica Ritche

Para la concentración y observación de huevos, larvas y quistes de parásitos intestinales, se empleó la técnica de concentración por centrifugación-formol-éter, descrita originalmente por Ritchie(Rosales Rimache & Bautista Manchego, 2020.). Este método es considerado un estándar de referencia en parasitología diagnóstica debido a su alta sensibilidad y eficiencia en la recuperación de formas parasitarias, incluso en muestras con baja carga parasitaria (Garcia, 2016).

La eficacia de la técnica de Ritchie reside en la combinación de procesos físicos (centrifugación y filtración) y químicos (fijación con formol y desgrasado con éter). Este procedimiento permite concentrar los elementos parasitarios, que son más densos, mientras elimina o reduce significativamente la presencia de sustancias interferentes, aumentando así la probabilidad de detección y permitiendo un diagnóstico más preciso (Garcia, 2016; Young et al., 1979).

Preparación y Homogeneización de la Muestra: Se recibió la muestra de heces en un recipiente estéril. Previo al procesamiento, se homogeneizó completamente la muestra para asegurar una distribución uniforme de los posibles parásitos, un paso crítico para la reproducibilidad y exactitud del resultado (Garcia, 2016).

Filtración y Emulsión Inicial: En un tubo de centrífuga cónica de 15 mL, se adicionó una solución de sulfato de zinc al 33% hasta la marca correspondiente. Posteriormente, se tomaron aproximadamente 2-3 gramos (equivalente a 2-3 mL) de la muestra homogeneizada y se transfirieron al tubo. La mezcla se agitó vigorosamente hasta obtener una emulsión homogénea. Esta emulsión se filtró a través de una gasa o un embudo con papel de filtro para eliminar partículas grandes y residuos fibrosos, lo que facilita la obtención de un sedimento más limpio durante la centrifugación (Cheesbrough, 2006).

Centrifugación y Lavado: El tubo se sometió a centrifugación a 1500 revoluciones por minuto (rpm) durante 3 minutos. Este proceso permite la sedimentación de los elementos parasitarios por fuerza centrífuga, separándolos de los materiales más ligeros. Tras la centrifugación, el sobrenadante fue descartado con sumo cuidado mediante decantación o aspiración con pipeta, evitando perturbar el sedimento. Para purificar further el sedimento, se realizó un lavado con solución salina al 0.85%, seguido de una segunda centrifugación en idénticas condiciones (Young et al., 1979).

Concentración con Éter: Al sedimento purificado se le añadieron 4 mL de formol al 10% para fijar las estructuras parasitarias y garantizar la seguridad del manipulador, seguido de 1 mL de éter etílico (o acetato de etilo como sustituto más seguro). El tubo se tapó herméticamente y se agitó enérgicamente durante 30 segundos. El éter actúa

como un agente desgrasante, disolviendo lípidos y detritos finos, lo que resulta en una interfase más definida y un sedimento de mayor pureza tras la centrifugación (Anécimo et al., 2012; Rosales Rimache & Bautista Manchego, 2020.; Young et al., 1979). Inmediatamente después, el tubo se centrifugó a 1500 rpm durante 3-5 minutos.

Recolección del Sedimento y Tinción: Despues de la centrifugación, se observaron cuatro capas bien diferenciadas: un tapón superior de éter y detritos, una capa de formol (sobrenadante) y el sedimento parasitario en el fondo del tubo. El tapón de detritos se desprendió girando el tubo suavemente y se descartó el sobrenadante. El sedimento final, que contiene los parásitos concentrados, se resuspendió en el líquido residual. Para la observación microscópica, una alícuota de este sedimento se montó entre porta y cubreobjetos. Paralelamente, se preparó un segundo montaje teñido con una gota de solución de yodo de Lugol, lo que facilita la visualización de quistes y algunas larvas al teñir sus inclusiones citoplasmáticas (Cheesbrough, 2006.).

Examen Microscópico: La lectura de las preparaciones se realizó de manera sistemática bajo microscopio óptico. Inicialmente, se utilizó el objetivo de 10x para un examen de baja potencia, seguido de una observación detallada con el objetivo de 40x para la identificación morfológica de huevos, quistes y larvas. La identificación se basó en criterios morfológicos estandarizados (Garcia, 2016).

Técnica de McMaster para Conteo de Huevos por Gramo de Heces

Para la cuantificación de la carga parasitaria en las muestras fecales, se empleó la técnica de McMaster, método ampliamente validado que permite determinar el número de huevos por gramo (HPG) de materia fecal (Lessa et al., 2015; Levecke et al., 2011). Esta técnica resulta particularmente útil para evaluar la intensidad de la infección y la eficacia de tratamientos antihelmínticos, proporcionando datos cuantitativos más precisos que las técnicas cualitativas convencionales (Bortoluzzi et al., 2018; Cringoli et al., 2010; Levecke et al., 2011).

El principio fundamental de esta técnica se basa en la flotación diferencial de los elementos parasitarios en una solución de densidad específica controlada, que permite la separación de los huevos del detrito fecal para su posterior visualización y conteo en una cámara especializada (Cringoli et al., 2017; Gordon & Whitlock, 1939). La técnica McMaster ha demostrado ser robusta y adecuada para programas de monitoreo estandarizados, especialmente en estudios de eficacia de drogas antihelmínticas (Levecke et al., 2011).

El protocolo se ejecutó siguiendo las especificaciones técnicas estandarizadas por estudios de validación multicéntrica (Levecke et al., 2011), con las siguientes etapas:

1. Homogeneización y Pesaje: Se homogenizó completamente la muestra fecal y se pesaron exactamente 2 gramos (± 0.01 g) en un vaso de precipitados previamente tarado (Mines, 1977).
2. Preparación de la Suspensión: Se añadieron 28 ml de solución de flotación a la muestra, mezclando minuciosamente con varilla de agitación hasta obtener una emulsión homogénea. La relación 2:28 (p/v) establece un factor de dilución de 15, necesario para el cálculo final de HPG (Mines, 1977).
3. Filtración: La suspensión se filtró inmediatamente a través de una malla de 150 μm para eliminar partículas gruesas que pudieran interferir con la lectura microscópica (Mines, 1977).
4. Carga de la Cámara: Con una pipeta Pasteur, se transfirió la suspensión filtrada a las cámaras de conteo de la lámina de McMaster, asegurando su llenado completo sin formación de burbujas de aire (Mines, 1977).
5. Tiempo de Flotación: Se permitió la sedimentación de las partículas durante 5 minutos a temperatura ambiente, tiempo estandarizado que optimiza la flotación de huevos sin comprometer su integridad estructural (Mines, 1977).
6. Conteo Microscópico: Transcurrido el tiempo de flotación, se examinó sistemáticamente cada cámara bajo microscopio óptico a 100x de aumento, registrando el número total de huevos presentes dentro de las líneas demarcadas de ambas cámaras (Levecke et al., 2011).

Análisis Cuantitativo

El cálculo de huevos por gramo de heces se realizó aplicando la fórmula establecida en la literatura especializada(Levecke et al., 2011; Mines, 1977):

$$\text{HPG} = (\text{Número total de huevos contados en ambas cámaras} \times \text{Factor de dilución}) / \text{Volumen total examinado.}$$

Donde: Factor de dilución = 15 (correspondiente a 2 g de heces en 30 ml totales)
Volumen total examinado = 0.3 ml (0.15 ml por cámara)

La sensibilidad del método quedó establecida en 50 HPG, según lo reportado por estudios de validación para este protocolo específico (Levecke et al., 2011). Estudios comparativos han demostrado que el método McMaster puede detectar huevos a aproximadamente 100 HPG para algunos parásitos bajo condiciones controladas (Cárdenas Camacho et al., 2021).

RESULTADOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Registros obtenidos

Se obtuvieron 20 registros válidos de la presencia del puma en los siguientes municipios en el estado de Hidalgo como: Actopan contando con 8 registros, Zacualtipán de los angeles con 1 registro y Zimapán con 1 registro, así como en los estados de Guanajuato en los municipios de Atarjea con 2 registros y Xichú con 3 registros, Puebla en el municipio de Tlaxco con 1 registro, Querétaro en los municipios Landa de Matamoros con 2 resgitro y Arroyo Seco con un registro, San Luis Potosí con 1 registro en el municipio de Xilitla y Veracruz en el municipio de Zacualpan con 1 registro, según la base de datos de GBIF (Imagen 6).

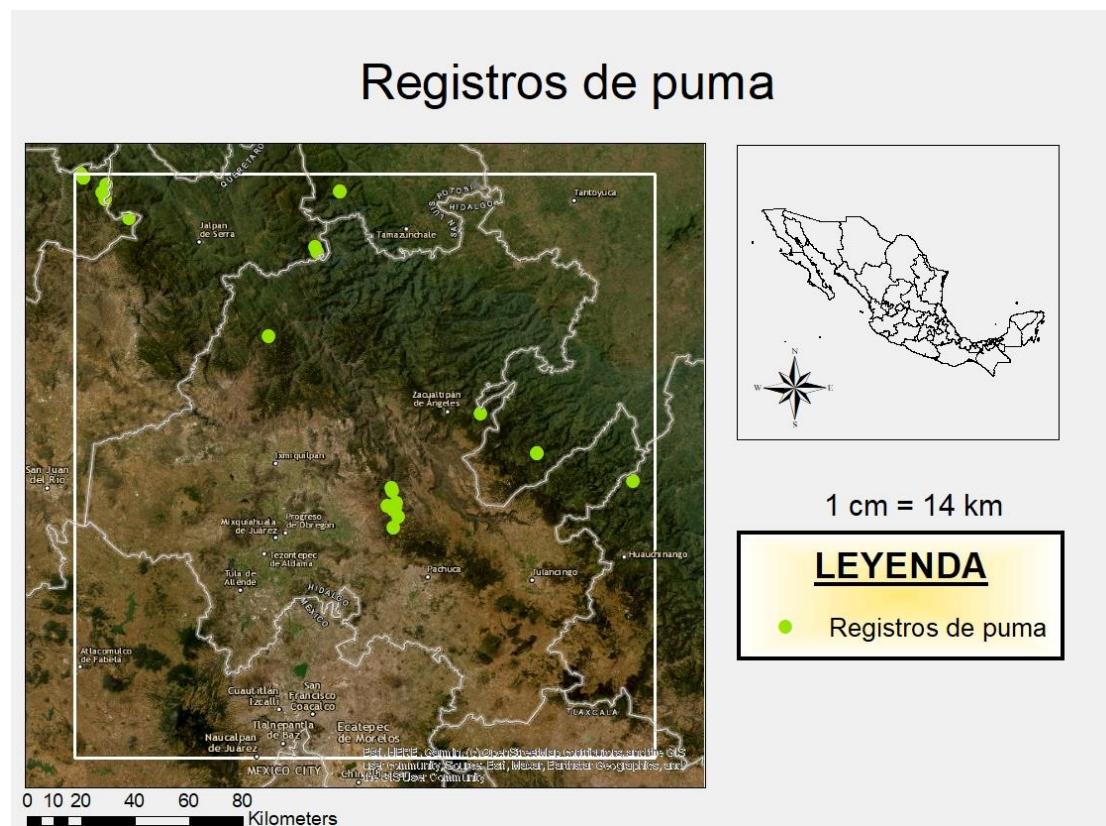


Imagen 6. (fuente propia) Mapa del patrón de distribución del Puma (Puma concolor) con tendencia al noreste del estado de hidalgo, con registros en los municipios de Hidalgo.

Con base a la investigación la distribución del puma en Hidalgo está relacionada con la vegetación de bosques de pino-encino, bosques mesófilos de montaña y matorrales, principalmente en áreas de clima templado a semicálido (Imagen 7).

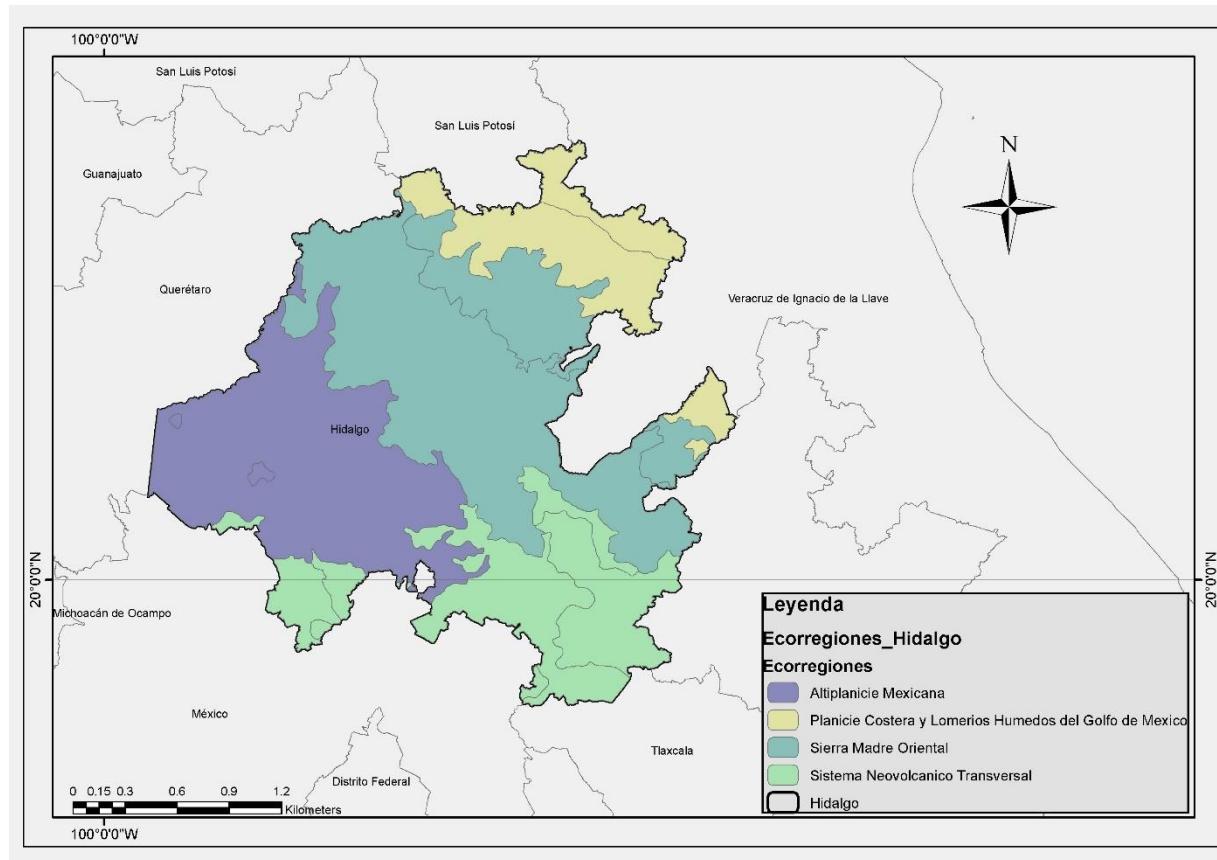
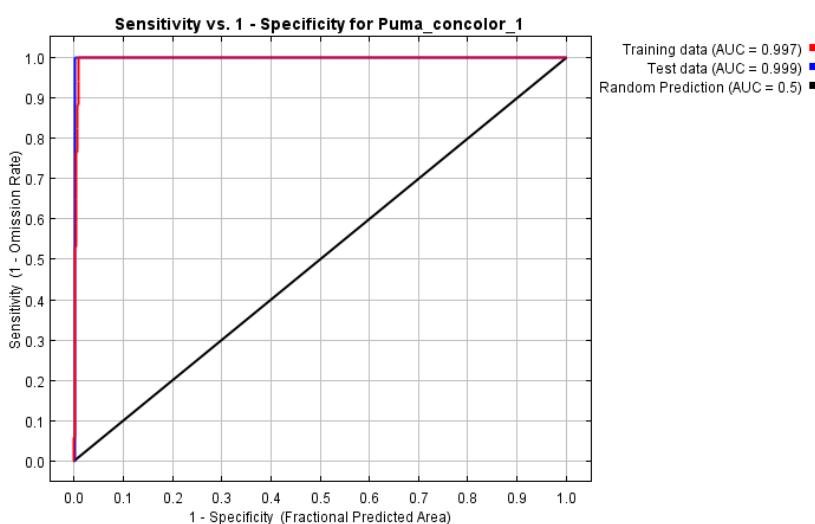


Imagen 7. (fuente propia) Área sobre la cual se realizó el análisis de modelación de nicho ecológico (Ecorregiones: Altiplanicie Mexicana, Planicie Costera y Lomeríos, Sierra Madre Oriental y Sistema Neovolcánico Transversal en el estado de Hidalgo y centro de México.

Análisis estadísticos

Para el modelo de distribución potencial se tomó en cuenta El área bajo la curva (AUC) se utiliza como una medida de la precisión del modelo, donde un AUC de 1 indica una precisión perfecta y un AUC de 0.5 indica una precisión aleatoria. Para este modelo, el AUC de entrenamiento es de aproximadamente 0.976 y el AUC de prueba es de aproximadamente 0.976 (Grafica 1), de acuerdo a ello el modelo representado muestra tendencia de distribución al norte del Estado y la preferencia de climas de tipo

templado a semicálidos (Imagen 8) como las investigaciones previas lo presentan (Rojas-Martínez et al., 2013b).



Grafica 1. Curva de sensibilidad y especificidad para el Puma (*Puma concolor*). El área bajo la curva (AUC) se utiliza como una medida de la precisión del modelo, de acuerdo con la prueba de modelado se obtuvo .976.

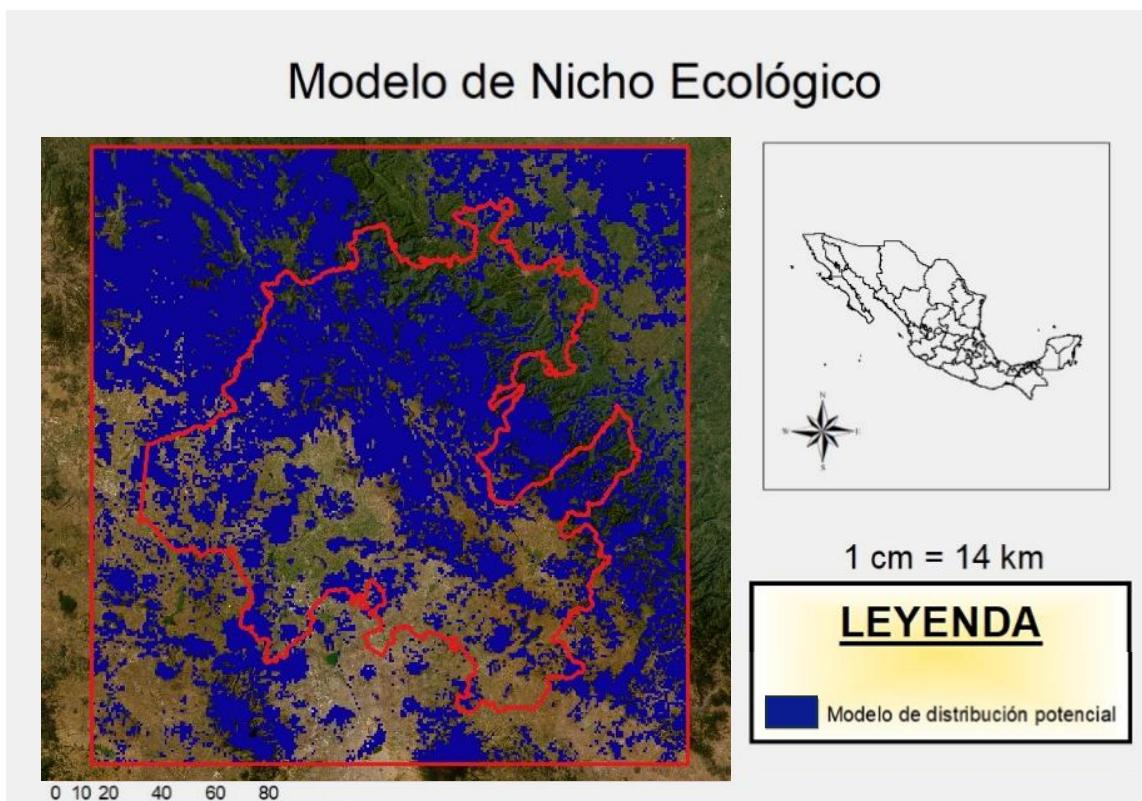
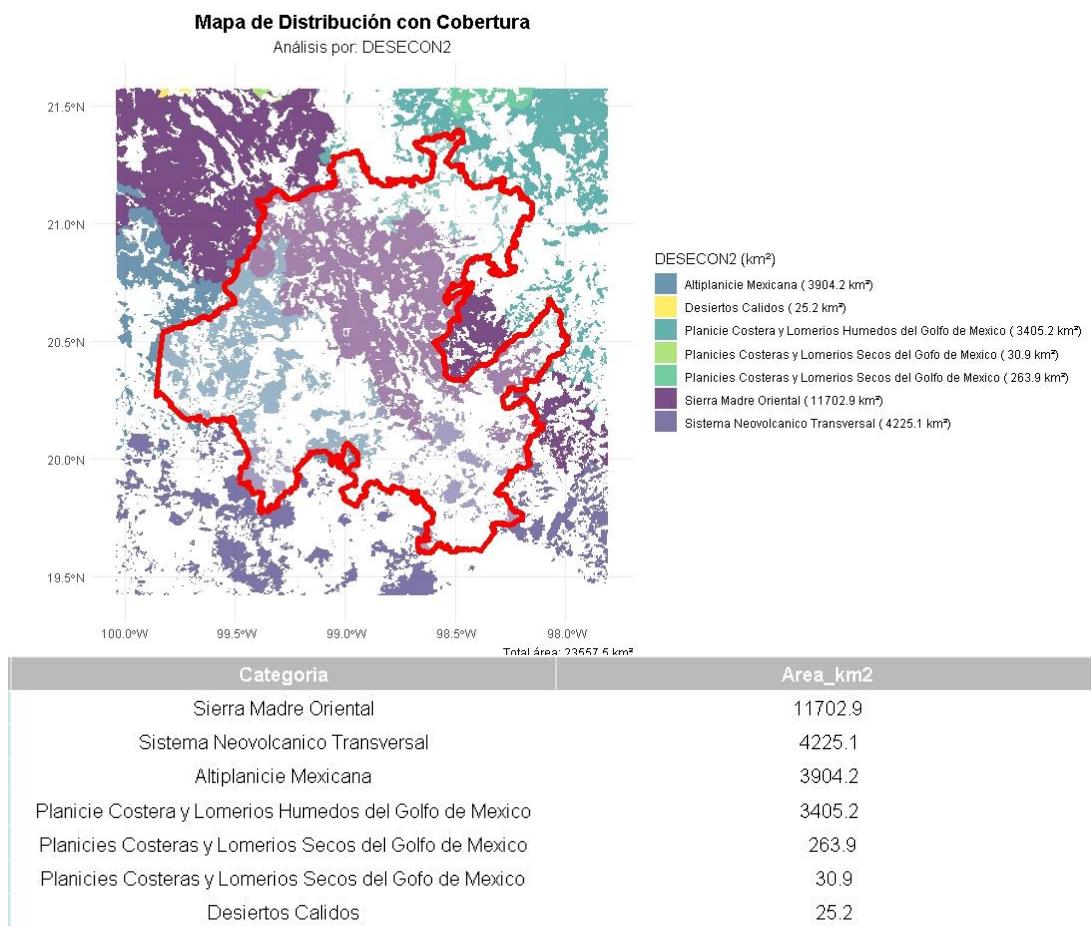


Imagen 8. (fuente propia) Modelo de distribución potencial con mayor tendencia a noreste del Estado, con preferencia en las provincias de la Sierra Madre Oriental y Altiplano

Distribución potencial del puma

El Modelo de distribución potencial tiene una cobertura, de 23,557.48 kilómetros² totales para el estado de Hidalgo, de acuerdo con el modelo las 3 coberturas con mayor cobertura son la ecorregiones de la Sierra Madre Oriental con una cobertura de 11,702.9 kilómetros², mientras que el Sistema Neovolcánico Transversal presenta cobertura de 4225.1 kilómetros² y la Altiplanicie de Mexicana contiene 3904.2 kilómetros², y la ecorregión de Desiertos Cálidos con menor cobertura presentando 25.2 kilómetros² (Tabla 1).

Imagen 8. (fuente propia) Se muestran los km² de distribución potencial de Puma (*Puma concolor*) por ecorregión, de mayor a menor cobertura de distribución en el área de estudio y dentro del estado de hidalgo.



Distribución Potencial de *Puma concolor* y la Riqueza de Presas en la Región

Como parte de los resultados del presente estudio, se generó un modelo de distribución potencial (MDP) para el puma (*Puma concolor*), integrando variables ambientales y datos de la riqueza de sus presas en la región central de México. El análisis visual del mapa resultante (Imagen 9) permite obtener conclusiones preliminares sobre los factores que influyen en la idoneidad del hábitat para este felino.

Esta zona presenta, de acuerdo con el modelo, las condiciones ambientales más favorables para la especie. La presencia del puma en esta región es coherente con su preferencia por ambientes montañosos y con cobertura vegetal, características propias de la Sierra Madre Oriental.

Un hallazgo significativo es la correlación espacial observada entre la alta idoneidad del hábitat y los valores máximos de riqueza de presas. El número de especies de presas varía desde 1 hasta 15. Se puede inferir que las áreas con mayor probabilidad de presencia de puma coinciden con aquellas donde la diversidad de presas es mayor (valores cercanos a 15). Esta superposición es fundamental, ya que sustenta ecológicamente el modelo: la disponibilidad de recursos tróficos es esencial de la distribución de un depredador topo. La zona Noroeste de Hidalgo, por lo tanto, no solo ofrece un hábitat estructuralmente adecuado, sino también una base de alimentación sólida.

Por el contrario, las áreas con una riqueza de presas baja (valores próximos a 1) probablemente corresponden a zonas con mayor grado de fragmentación o perturbación antropogénica, lo que las convierte en hábitats de baja calidad o en corredores biológicos menos viables para el puma. La presencia de grandes centros urbanos, como la Ciudad de México, en los límites del área de estudio, refuerza esta interpretación, sugiriendo que la presión urbana puede estar limitando tanto la diversidad de presas como la distribución del depredador.

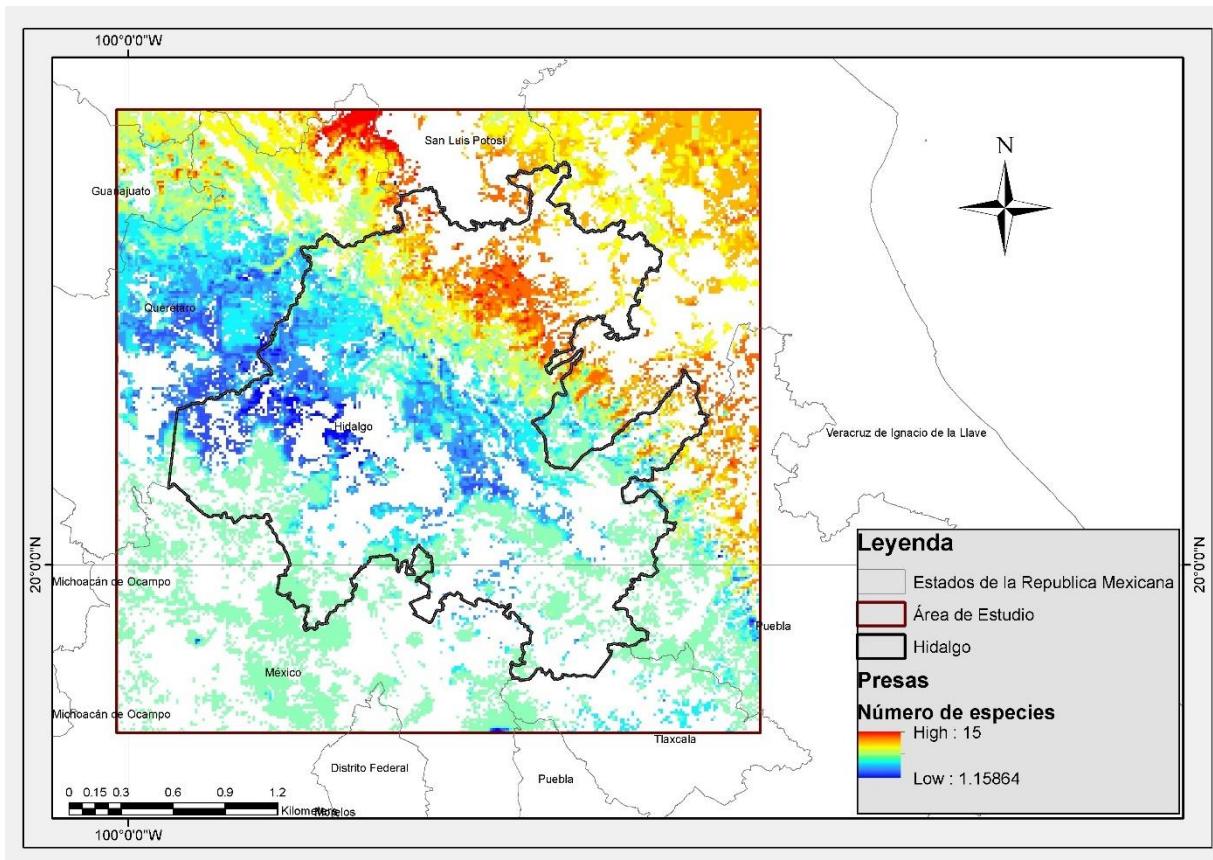


Imagen 9. (fuente propia) Modelo de Distribución Potencial de Puma concolor y riqueza de presas en la región centro de México. El mapa muestra la idoneidad del hábitat para el puma (de colores fríos a cálidos) superpuesta con el número de especies de presas (leyenda inferior). El área de estudio se delimita en Hidalgo. Se observa una correlación espacial entre la alta idoneidad del hábitat y las zonas con mayor diversidad de presas.

Análisis del Perfil de Elevaciones del Área de Estudio

La distribución de las elevaciones presenta frecuencias de valores en el intervalo de los 500 a los 1000 msnm, alcanzando un pico máximo por encima de los 40 registros en el rango más bajo (aproximadamente 500 msnm). A partir de los 1000 msnm, la frecuencia desciende de manera pronunciada y sostenida, manteniéndose en valores bajos (inferiores a 20 ocurrencias) hasta alcanzar los 2500 msnm (Grafico 2).

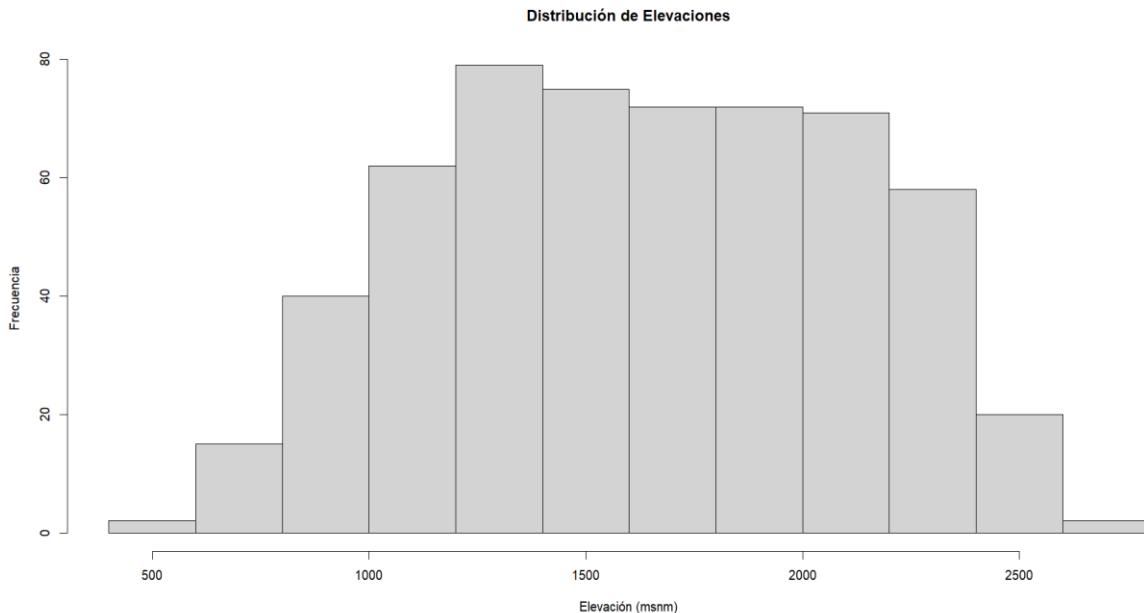


Gráfico 2. (fuente propia) El histograma de distribución de elevaciones presenta la frecuencia de ocurrencia de distintos rangos altitudinales dentro del área de estudio modelada para la distribución potencial del puma. El rango de elevaciones abarca desde aproximadamente los 500 hasta los 2500 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Este perfil altitudinal es de suma relevancia para interpretar el modelo de distribución potencial del puma. La concentración del área de estudio en zonas bajas y medias (principalmente por debajo de los 1500 msnm) indica que el modelo está ponderando de manera significativa los hábitats característicos de estas elevaciones.

Correlación con el Hábitat y las Presas:

La predominancia de elevaciones bajas sugiere que la zona de estudio está dominada por ecosistemas como bosques tropicales caducifolios, matorrales xerófilos o áreas de transición, los cuales suelen albergar una alta diversidad de especies presa para el puma, como armadillos, venados de cola blanca y pecaríes. Esto refuerza los hallazgos del modelo principal, donde las áreas con mayor idoneidad coincidían con una alta riqueza de presas.

Exclusión de Áreas Montañosas Altas:

La baja frecuencia de áreas por encima de los 2000 msnm sugiere que los bosques de pino-encino típicos de las tierras altas, aunque también son hábitat viable para el puma, podrían estar subrepresentados en el área de estudio específica o presentar condiciones menos idóneas en el contexto de las variables analizadas para este modelo regional.

RESULTADOS DE OBTENCIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS

Registros de Campo de *Puma concolor* en el Estado de Hidalgo

Como parte de la validación del modelo de distribución potencial, entre enero de 2023 y septiembre de 2025 se realizaron campañas de campo en municipios prioritarios del estado de Hidalgo. El trabajo de verificación incluyó recorridos de transecto, entrevistas con pobladores locales, búsqueda sistemática de signos de presencia y el despliegue de cámaras trampa en las áreas identificadas como idóneas por el modelo.

Los resultados confirmaron la presencia activa de *Puma concolor* en la región a través de múltiples tipos de evidencia:

Registros por huellas:

Se documentaron 14 registros de huellas atribuibles morfológicamente a *P. concolor*. Destaca el hallazgo en la localidad de San Antonio el Grande, municipio de Huehuetla (coordenadas: 20.454400, -98.031519), donde se realizó un molde de yeso de huellas que presenta las características diagnósticas de la especie (imagen 10).



Imagen 10. (fuente propia) A) impresión de huella contando con 7.1 cm ancho y 6.9 cm largo, característica de las manos en puma de tener una forma cuadrada; B) Huella tomada en zona de río de *P. concolor* contando con 7.2 cm ancho y 8.6 cm largo, característica de las patas.

Registros fotográficos y videográficos:

El monitoreo con cámaras trampa proporcionó los hallazgos más significativos:

- En la comunidad de La Nogalera, Atotonilco el Grande, se obtuvo un video que documenta una cría de *P. concolor* mostrando características morfológicas típicas de juveniles con manchas en el pelaje (imagen 11).
- En el Parque Nacional Los Mármoles se capturó a un individuo adulto en estado de reposo durante horas crepusculares (18:47 h) imagen (imagen 12).



Imagen 12. (fuente propia) imagen tomada con cámara trampa en Parque Nacional los Mármoles en el Estado de Hidalgo tomada el 09/11/2024



Imagen 11. (fuente propia) imagen tomada con celular en la localidad de la Nogalera, Atotonilco el Grande, en el Estado de Hidalgo el día 14/09/2023

Registro de especies presa:

Mediante el fototrampeo se confirmó la presencia de varias especies que constituyen parte del espectro trófico de *P. concolor* en el área de estudio:

Tlacuache (*Didelphis virginiana*)

Armadillo de nueve bandas (*Dasyurus novemcinctus*)

Zopilote negro (*Coragyps atratus*)

La identificación de estas especies presa, sumada al hallazgo de restos de zopilote en las excretas (imagen 14). La distribución geográfica de todos los registros se concentra en los municipios de Huehuetla, Atotonilco el Grande, Amajac, Tenango de Doria y el Parque Nacional Los Mármoles, coincidiendo espacialmente con las zonas de idoneidad media-alta pronosticadas por el modelo de distribución potencial. Particularmente, el registro de un grupo familiar en Atotonilco el Grande, unido a la documentación de un espectro diverso de presas, no solo valida la presencia de la especie, sino que confirma el valor de esta área como hábitat reproductivo y tróficamente funcional (Imagen 13).



Imagen 13. Especies presa de Puma concolor registradas mediante fototrampeo en el área de estudio. (A) Tlacuache (*Didelphis virginiana*), (B) Armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), (C) Zopilote negro (*Coragyps atratus*). Estas especies forman parte del espectro trófico del puma en la región del estado de Hidalgo, México. Fuente: Trabajo de campo, 2023-2025.

Muestras biológicas:

Se recolectaron 8 muestras de excretas consideradas pertenecientes a *P. concolor*. El análisis macroscópico de una de estas muestras, colectada en San Antonio el Grande, Huehuetla (coordenadas: 20.454291, -98.031355), reveló la presencia de plumas de zopilote (*Coragyps atratus*), lo que constituye evidencia directa de depredación sobre esta especie y confirma los hábitos alimenticios oportunistas del puma en la región (imagen 15).



Imagen 14. (fuente propia) Excreta de puma con morfometría de 12 cm de largo y 2.1 cm de ancho presentado residuos de pelo y hueso.

Imagen 15. (fuente propia) Excreta de puma con morfometría de 10 cm de largo y 2.6 cm de ancho presentando residuos hueso de presa.



Análisis Parasitológico en Excretas de Puma concolor

El análisis coproparasitológico de las ocho muestras de excretas recolectadas en los municipios de Atotonilco el Grande, Huehuetla y Tenango de Doria se realizó mediante las técnicas de Flotación Centrifugación-Faust (FCF) y Sedimentación-Ritchie (SR), protocolos estandarizados que permiten la identificación de huevos, larvas y ooquistes de parásitos gastrointestinales.

Los resultados revelaron una prevalencia del 100% (8/8 muestras positivas) de parasitosis gastrointestinal en los individuos muestreados. Mediante microscopía óptica se identificaron seis géneros de parásitos con la siguiente distribución geográfica:

- **Municipio de Atotonilco el Grande:** *Ascaris* y *Physaloptera* sp.
- **Municipio de Huehuetla:** *Spirometra*, *Physaloptera*, *Strongyloides*, *Toxocara* y *Trichostrongylus*.
- **Municipio de Tenango de Doria:** *Ascaris*, *Strongyloides* y *Toxocara*.

La diversidad parasitológica identificada incluye nematodos (*Ascaris*, *Toxocara*, *Strongyloides*, *Trichostrongylus*, *Physaloptera*) y cestodos (*Spirometra*), lo que sugiere una amplia exposición a diferentes fuentes de infección posiblemente relacionada con la diversidad de presas consumidas en cada localidad. Es particularmente relevante el hallazgo de *Toxocara* de importancia en salud pública por su potencial zoonótico (Imagen 16).

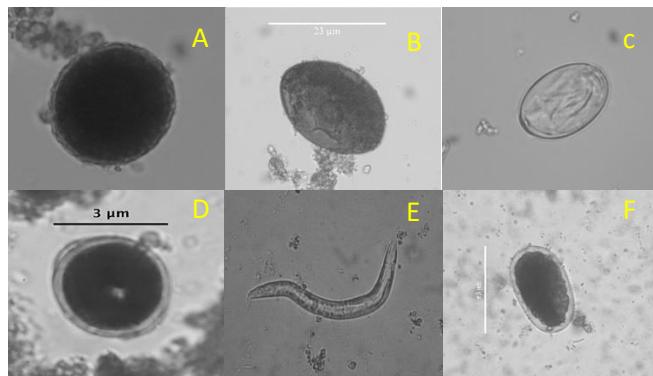


Imagen 16. (fuente propia) géneros parasitarios observados en muestras de excretas de *Puma concolor*. A) huevo de *Ascaris*, B) huevo de *Spirometra*, C) huevo de *Physaloptera*, D) huevo de *Toxocara*, E) adulto de *Strongyloides* y F) huevo de *Trichostrongylus*.

Análisis Parasitológico Cuantitativo en Excretas de *Puma concolor*

El análisis cuantitativo mediante la técnica de McMaster reveló cargas parasitarias variables en las muestras de excretas de *Puma concolor* analizadas por municipio. Los resultados detallados se presentan en la Tabla 3, donde se expresa la carga parasitaria en huevos por gramo (HPG) de heces.

Tabla 3. Carga parasitaria (HPG) y distribución geográfica de parásitos gastrointestinales en *Puma concolor*.

Parásito	Atotonilco el Grande	Huehuetla	Tenango de Doria	Carga
	(HPG)	(HPG)	(HPG)	Parasitaria
<i>Ascaris</i>	100	-	200	Media
<i>Spirometra</i>	3100	-	2900	Alta
<i>Physaloptera</i>	-	50	-	Baja
<i>Strongyloides</i>	-	700	900	Alta
<i>Toxocara</i>	-	150	200	Media
<i>Trichostrongylus</i>	-	700	-	Alta

Los análisis realizados mediante las técnicas de Faust, Ritchie y McMaster en las ocho muestras de excretas recolectadas mostraron una prevalencia del 100% (8/8 muestras positivas), con cargas parasitarias que variaron desde baja (50 HPG) hasta alta (3100 HPG). Se identificaron seis géneros de parásitos con distribución geográfica diferenciada:

Municipio de Atotonilco el Grande presentó las cargas más elevadas de *Spirometra* (3100 HPG), clasificada como alta, junto con *Ascaris*. (100 HPG) de carga media.

Municipio de Huehuetla mostró la mayor diversidad parasitaria, con cargas altas de *Strongyloides* (700 HPG) y *Trichostrongylus* (700 HPG), carga media de *Toxocara* (150 HPG) y carga baja de *Physaloptera* (50 HPG).

Municipio de Tenango de Doria registró cargas altas de *Strongyloides* (900 HPG) y *Spirometra* (2900 HPG), junto con *Ascaris* (200 HPG) y *Toxocara* (200 HPG) de carga media.

La identificación de cargas altas de cestodos (*Spirometra*) y nematodos (*Strongyloides*, *Trichostrongylus*) sugiere una exposición continua a diferentes fuentes de infección, posiblemente relacionada con la diversidad de presas consumidas en cada localidad y las condiciones ambientales favorables para el desarrollo y transmisión de estos parásitos. El hallazgo de *Toxocara*, con importancia en salud pública por su potencial zoonótico, en cargas medias (150-200 HPG), refuerza la necesidad de implementar programas de vigilancia epidemiológica en estas áreas. Estos resultados constituyen registro cuantitativo de la comunidad parasitaria de *Puma concolor* en el estado de Hidalgo y proporcionan información valiosa para evaluar el impacto de estas parasitosis en la salud de las poblaciones silvestres de este felino.

Discusión

El modelo de distribución potencial generado en este estudio, con un valor de AUC excepcionalmente alto (0.976 tanto para entrenamiento como para prueba), indica un alto poder predictivo y una robustez considerable en la identificación de las áreas ambientalmente idóneas para el puma (*Puma concolor*) en el estado de Hidalgo y regiones aledañas (Phillips et al., 2006). El modelo sugiere que el puma se distribuye predominantemente hacia el norte de Hidalgo, prefiriendo climas templados y semicálidos. Este hallazgo concuerda con estudios previos que asocian a la especie con zonas montañosas que presentan condiciones climáticas particulares (Rojas-Martínez et al., 2013a).

La fuerte correlación espacial observada entre las áreas de alta idoneidad de hábitat y una mayor riqueza de presas (con valores de hasta 15 especies) constituye un hallazgo central de esta investigación. Este resultado sustenta ecológicamente el modelo, ya que la disponibilidad de recursos tróficos es un factor determinante en la distribución de un depredador tope como el puma (Núñez et al., 2000; Rosas-Rosas et al., 2008). La coincidencia en la Sierra Madre Oriental de un hábitat estructuralmente favorable (bosques de pino-encino y bosque mesófilo) con una alta diversidad de presas potenciales (como venados, pecaríes y armadillos) crea un corredor biológico óptimo para la especie. Por el contrario, las zonas con baja riqueza de presas, a menudo adyacentes a centros urbanos, reflejan el impacto negativo de la fragmentación y la perturbación antrópica, actuando como barreras o hábitats de baja calidad que limitan la conectividad poblacional (Rodríguez-Soto et al., 2011).

El perfil de elevaciones del área de estudio, concentrado principalmente entre los 500 y 1500 msnm, ofrece una perspectiva interesante sobre la ecología del puma en esta región. Si bien la especie es conocida por su amplia tolerancia altitudinal, desde desiertos hasta alta montaña, la idoneidad modelada en elevaciones medias y bajas sugiere que, en el contexto de la región central de México, estos pisos altitudinales pueden ofrecer las condiciones ambientales y tróficas más críticas. Esto podría deberse a una mayor productividad primaria y, en consecuencia, a una mayor

densidad de presas en estos ecosistemas, como los matorrales y bosques tropicales caducifolios, en comparación con los bosques de alta montaña que, aunque utilizables, podrían estar actuando más como áreas de conexión que como núcleos principales de distribución para esta población en particular (Monroy-Vilchis et al., 2007).

Finalmente, la distribución de los registros de presencia, agrupados en municipios como Actopan, y la cobertura del modelo predominantemente en la ecorregión de la Sierra Madre Oriental, resaltan la importancia de esta zona como un bastión para la conservación del puma en Hidalgo. La presencia de la especie en estados vecinos (Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí) subraya la naturaleza transfronteriza de esta población y la necesidad imperante de implementar estrategias de conservación a escala regional que prioricen el mantenimiento de la conectividad del paisaje y la protección de las comunidades de presas (Bonacic et al., 2023)

La confirmación de la especie se logró mediante un enfoque multifásico que incluyó huellas, excretas, fototrampeo y entrevistas. Esta estrategia ha sido ampliamente recomendada para reducir la incertidumbre en la detección de especies elusivas como el puma (Kelly & Holub, 2008; O'Connell et al., 2011). El registro de 14 huellas atribuibles morfológicamente a *P. concolor*, incluyendo un molde de yeso en San Antonio el Grande, Huehuetla, constituye evidencia directa y verificable, útil para estudios de ocupación y monitoreo a largo plazo (M. Aranda & Sánchez-Cordero, 1996; De La Torre & Torres-Knoop, 2014; Dumont et al., 2022)].

El hallazgo de una cría en La Nogalera, Atotonilco el Grande, es especialmente relevante desde el punto de vista poblacional y de conservación. Este tipo de registros confirma que el área no solo es utilizada como hábitat, sino que también funge como sitio de reproducción, lo cual es clave para la persistencia poblacional (Núñez et al., 2000; Rojas-Martínez et al., 2013c). Estudios previos en regiones montañosas de México han demostrado que la presencia de juveniles está estrechamente relacionada con la disponibilidad de presas y la baja perturbación humana (ESTRADA CHRISTIAN, 2006; Giovanii & Hernández, 2008a; Karandikar et al., 2022; Martínez Juan A. et al., 2010; Prude & Cain, 2021; Sanderson et al., 2002; Young et al., 1979)

La captura de un individuo adulto en el Parque Nacional Los Mármoles durante horas crepusculares refuerza la importancia de las áreas naturales protegidas como refugio para la especie. Este hallazgo es coherente con reportes previos de actividad diaria y reproductiva en esta misma área protegida (Ávila-Nájera et al., 2017; Monroy-Vilchis et al., 2007; Rojas-Martínez et al., 2013a)

La identificación de presas como *Didelphis virginiana*, *Dasyurus novemcinctus* y *Coragyps atratus*, tanto mediante fototrampeo como en análisis de excretas, evidencia un espectro trófico amplio y oportunista, característico de *P. concolor*, la presencia de restos de zopilote negro en excretas confirma el comportamiento carroñero oportunista del puma, como ha sido documentado en otros estudios de dieta en México (Cassaigne et al., 2016; ESTRADA CHRISTIAN, 2006; Giovanii & Hernández, 2008a; Karandikar et al., 2022; Martínez Juan A. et al., 2010; Prude & Cain, 2021; Sanderson et al., 2002; Young et al., 1979).

En conjunto, estos resultados validan el modelo de distribución potencial y evidencian que *P. concolor* mantiene poblaciones activas en Hidalgo, con comportamientos reproductivos y tróficos que indican un ecosistema funcional. Esto refuerza la necesidad de continuar con estudios de monitoreo a largo plazo y de implementar medidas de conservación que garanticen la conectividad entre poblaciones, especialmente en zonas de transición entre áreas protegidas y territorios productivos (Cassaigne et al., 2016; González & Romero, 1998).

El análisis coproparasitológico realizado en *Puma concolor* en los municipios de Atotonilco el Grande, Huehuetla y Tenango de Doria reveló una prevalencia del 100% de parasitosis gastrointestinal, lo que indica una exposición constante a fuentes de infección. Esta prevalencia coincide con estudios previos en felinos silvestres en México, como el de Solórzano-García et al. (2017) quienes reportaron infecciones similares en pumas y jaguares en bosques tropicales. Tantaleán & Michaud (2005) también documentaron la presencia de *Spirometra mansonioides* en felinos cautivos en zoológicos peruanos, sin sintomatología aparente. Además, C. Aranda et al. (2013a) identificaron *Spirometra* en pumas y jaguares en cautiverio en Perú, reforzando la idea de que estos felinos son hospederos definitivos frecuentes.

La diversidad parasitaria —cinco nematodos y un cestodo— refleja la variedad de presas consumidas por el puma. Por ejemplo, *Ascaris* y *Physaloptera* se han asociado con tlacuaches y coatíes (Solórzano-García et al., 2017) mientras que *Toxocara* se ha identificado en ardillas (Cunha Del Vechio et al., 2020), (Solórzano-García et al., 2017) también documentaron la presencia de *Strongyloides* y *Toxocara* en carnívoros silvestres, lo que sugiere una circulación amplia de estos parásitos en la red trófica. Esta relación ecológica entre dieta y parasitismo ha sido confirmada en estudios de la Sierra de Nanchititla, donde felinos silvestres mostraron infecciones múltiples sin signos clínicos evidentes (Silva Caballero, 2016).

Desde una perspectiva cuantitativa, *Spirometra* presentó las cargas más altas (3100 HPG en Atotonilco), lo que es preocupante por su potencial zoonótico. Este cestodo puede causar esparganosis en humanos, como se ha documentado en casos clínicos en Perú (Beltrán-León et al., 2022). En México, su presencia ha sido confirmada en felinos cautivos en Iquitos y Lima, con prevalencias variables según la técnica de diagnóstico (VILLENA CUMPA, 2015). Además, la revisión de casos en América Latina por Martínez et al. (2010) muestra que *Spirometra* afecta a múltiples especies de felinos, incluyendo *Puma concolor*, *Leopardus pardalis* y *Panthera onca*.

El hallazgo de *Toxocara* en Tenango y Huehuetla (150–200 HPG) es relevante por su implicación en salud pública. Ramírez Rubio et al. (2019) demostraron la persistencia de huevos de *Toxocara* en parques urbanos de México, evidenciando su capacidad de transmisión ambiental. AGUILAR PÉREZ (2021) reportó infecciones por *Toxocara* en gatos domésticos en Nuevo León, lo que refuerza su circulación en ambientes urbanos y rurales. Además, (Cunha Del Vechio et al., 2020) identificaron este nematodo en ardillas, lo que sugiere que pequeños mamíferos actúan como reservorios silvestres.

Trichostrongylus, identificado en Huehuetla, suele parasitar rumiantes como ovejas y cabras. Bakooie Katrimi et al. (2022) lo documentaron en *Ovis orientalis aries*, lo que sugiere que el puma podría estar consumiendo presas domésticas o silvestres infectadas. Alcalá (2019) también reportó este género en fauna silvestre en Hidalgo, lo que plantea un riesgo de transmisión cruzada entre animales de producción y carnívoros silvestres. Esta interacción ha sido explorada por Tantaleán & Michaud

(2005), quienes encontraron *Trichostrongylus* en felinos cautivos en zoológicos peruanos.

Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar programas de vigilancia epidemiológica en zonas rurales con presencia humana y fauna silvestre. El parasitismo, como interacción ecológica, puede actuar como regulador poblacional (Silva Caballero, 2016). Además, la identificación de parásitos zoonóticos como *Toxocara* y *Spirometra* en áreas con actividad humana subraya la importancia de monitorear la salud ecosistémica (Beltrán-León et al., 2022). La recopilación de registros parasitarios en felinos silvestres nativos de México, como los realizados por Quiroz Mundo et al. (2021), proporciona una base sólida para futuras estrategias de conservación.

CONCLUSIONES

El modelado de nicho ecológico para el puma (*Puma concolor*) en la región centro de México, con énfasis en el estado de Hidalgo, permitió identificar patrones claros de distribución asociados a factores ambientales, altitudinales y de disponibilidad de presas. Los 20 registros válidos analizados, provenientes de distintas entidades, evidencian una tendencia de presencia hacia el noreste de Hidalgo, principalmente en ambientes de bosques de pino-encino, bosques mesófilos de montaña y matorrales, bajo condiciones climáticas templadas a semicálidas.

La robustez del modelo se confirma con valores de AUC cercanos a la perfección (0.976), lo que otorga alta confiabilidad a las predicciones de distribución potencial. En términos espaciales, la Sierra Madre Oriental se posiciona como la ecorregión con mayor cobertura (11,702.9 km²), seguida por el Sistema Neovolcánico Transversal y la Altiplanicie Mexicana, lo que refleja la importancia de estas zonas montañosas y de transición como hábitats idóneos para la especie.

Un hallazgo relevante es la correlación positiva entre la idoneidad del hábitat y la riqueza de presas, alcanzando valores máximos de hasta 15 especies en áreas con mayor probabilidad de presencia del puma. Este resultado subraya la dependencia ecológica del depredador respecto a la disponibilidad de recursos tróficos, consolidando la Sierra Madre Oriental y el noreste de Hidalgo como núcleos de conservación prioritarios. En contraste, las zonas con baja riqueza de presas y mayor presión antropogénica se perfilan como hábitats fragmentados y de menor calidad, lo que plantea retos para la conectividad y viabilidad de corredores biológicos.

El análisis altitudinal complementa estos hallazgos, mostrando una concentración de registros en rangos bajos y medios (500–1500 msnm), donde predominan ecosistemas con alta diversidad de presas. La menor representación de áreas por encima de los 2000 msnm sugiere que, aunque los bosques de pino-encino son hábitats potenciales, las condiciones evaluadas en este modelo los posicionan como secundarios frente a los ambientes de menor altitud.

En conjunto, los resultados confirman que la distribución del puma en Hidalgo y la región centro de México responde a una interacción compleja entre clima, vegetación, altitud y disponibilidad de presas. Este conocimiento aporta bases sólidas para diseñar estrategias de conservación que prioricen la protección de hábitats con alta idoneidad y riqueza trófica, así como la mitigación de impactos derivados de la fragmentación y expansión urbana.

El monitoreo mediante cámaras trampa y el análisis coproparasitológico aportaron evidencia integral sobre la ecología del puma (*Puma concolor*) en la región centro de Hidalgo, confirmando tanto su presencia reproductiva como las condiciones tróficas y sanitarias que caracterizan su hábitat. Los registros fotográficos y videográficos, que incluyen la documentación de una cría en Atotonilco el Grande y de un adulto en el Parque Nacional Los Mármoles, validan la existencia de poblaciones residentes y sugieren la funcionalidad reproductiva de estas áreas.

La identificación de especies presa como el tlacuache (*Didelphis virginiana*), el armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*) y el zopilote negro (*Coragyps atratus*), junto con la evidencia de restos de presas en excretas, refuerza la relación entre la disponibilidad de recursos alimenticios y la idoneidad del hábitat. La coincidencia espacial de estos registros con las zonas de idoneidad media-alta pronosticadas por el modelo de distribución potencial confirma la validez del enfoque de modelación y subraya la importancia de estas localidades como núcleos de conservación.

Por otra parte, el análisis parasitológico reveló una prevalencia del 100% de parasitosis gastrointestinal en las muestras recolectadas, con la presencia de seis géneros de parásitos, entre ellos *Ascaris*, *Strongyloides*, *Trichostrongylus*, *Physaloptera*, *Spirometra* y *Toxocara*. Este hallazgo refleja la amplia exposición del puma a diversas fuentes de infección, probablemente vinculadas a la diversidad de presas consumidas. La detección de *Toxocara*, de relevancia zoonótica, destaca la necesidad de considerar la interacción entre fauna silvestre y salud pública en las estrategias de manejo y conservación.

En conjunto, los resultados confirman que las áreas de Atotonilco el Grande, Huehuetla, Tenango de Doria y el Parque Nacional Los Mármoles constituyen hábitats críticos para el puma, al integrar condiciones reproductivas, disponibilidad trófica y dinámicas parasitológicas que reflejan tanto la funcionalidad ecológica como los retos de conservación. Estos hallazgos aportan evidencia sólida para orientar políticas de conservación que contemplen la protección del hábitat, la gestión de la fauna silvestre y la mitigación de riesgos zoonóticos asociados.

El análisis coproparasitológico y cuantitativo de las excretas de *Puma concolor* en los municipios de Atotonilco el Grande, Huehuetla y Tenango de Doria evidenció una prevalencia del 100% de parasitosis gastrointestinal, lo que confirma la exposición constante de la especie a diversos agentes infecciosos en la región. La identificación de seis géneros de parásitos, incluyendo nematodos (*Ascaris*, *Toxocara*, *Strongyloides*, *Trichostrongylus*, *Physaloptera*) y cestodos (*Spirometra*), refleja una comunidad parasitaria diversa y geográficamente diferenciada, estrechamente vinculada con la variedad de presas consumidas y las condiciones ambientales locales.

Los resultados cuantitativos obtenidos mediante la técnica de McMaster revelaron cargas parasitarias variables, desde bajas (50 HPG) hasta muy altas (3100 HPG), destacando la elevada presencia de *Spirometra* y *Strongyloides* como indicadores de una exposición continua y significativa. La mayor diversidad parasitaria registrada en Huehuetla y las cargas más altas en Atotonilco el Grande y Tenango de Doria sugieren diferencias locales en la disponibilidad de presas y en los factores ecológicos que favorecen la transmisión de estos parásitos.

El hallazgo de *Toxocara* en cargas medias (150–200 HPG) reviste especial importancia por su potencial zoonótico, lo que plantea implicaciones directas en salud pública y subraya la necesidad de implementar programas de vigilancia epidemiológica en las áreas de estudio.

En conjunto, estos resultados constituyen el primer registro cuantitativo detallado de la comunidad parasitaria de *Puma concolor* en Hidalgo, aportando información valiosa para comprender la dinámica de las parasitosis en poblaciones silvestres y su impacto en la salud y conservación de este depredador topo. Asimismo, refuerzan la importancia de integrar la dimensión parasitológica en las estrategias de manejo y conservación de la especie, considerando tanto la estabilidad ecológica como los riesgos zoonóticos asociados.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR PÉREZ, F. C. (2021). PARÁSITOS ZOONÓTICOS PRESENTES EN GATOS DOMÉSTICOS (*Felis silvestris catus*) EN UN CENTRO DE CONTROL CANINO Y FELINO, EN NUEVO LEÓN; MÉXICO.
- Alvarado-Esquivel, C., Gayosso-Dominguez, E. A., Villena, I., & Dubey, J. P. (2013). SEROPREVALENCE OF TOXOPLASMA GONDII INFECTION IN CAPTIVE MAMMALS IN THREE ZOOS IN MEXICO CITY, MEXICO. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 44(3), 803–806. <https://doi.org/10.1638/2013-0032.1>
- Anécimo, R. S., Tonani, K. A. A., Fregonesi, B. M., Mariano, A. P., Ferrassino, M. D. B., Trevilato, T. M. B., Rodrigues, R. B., & Segura-Muñoz, S. I. (2012). Adaptation of Ritchie's Method for Parasites Diagnosing with Minimization of Chemical Products. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2012, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2012/409757>
- Aragón-Pech, R. A., Ruiz-Piña, H. A., Rodríguez-Vivas, R. I., Cuxim-Koyoc, A. D., & Reyes-Novelo, E. (2018). Prevalence, abundance and intensity of eggs and oocysts of gastrointestinal parasites in the opossum *Didelphis virginiana* Kerr, 1792 in Yucatan, Mexico. *Helminthologia*, 55(2), 119–126. <https://doi.org/10.2478/helm-2018-0008>
- Aranda, C., Serrano-Martínez, E., Tantaleán, M., Quispe, M., & Casas, G. (2013a). IDENTIFICATION AND FREQUENCY OF GASTROINTESTINAL PARASITES IN CAPTIVE WILD CATS IN PERU.
- Aranda, C., Serrano-Martínez, E., Tantaleán, M., Quispe, M., & Casas, G. (2013b). IDENTIFICATION AND FREQUENCY OF GASTROINTESTINAL PARASITES IN CAPTIVE WILD CATS IN PERU.
- Aranda, J. M. (2012). *Manual Rastreo Mamíferos de Mexico*.
- Aranda, M., & Sánchez-Cordero, V. (1996). Prey Spectra of Jaguar (*Panthera onca*) and Puma (*Puma concolor*) in Tropical Forests of Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 31(2), 65–67. <https://doi.org/10.1076/snfe.31.2.65.13334>
- Araújo, M. B., & Guisan, A. (2006). Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography*, 33(10), 1677–1688. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01584.x>
- Austin, M. P., Nicholls, A. O., & Margules, C. R. (1990). Measurement of the Realized Qualitative Niche: Environmental Niches of Five Eucalyptus Species. *Ecological Monographs*, 60(2), 161–177. <https://doi.org/10.2307/1943043>
- Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Pérez-Elizalde, S., Guzmán-Plazola, R. A., Mendoza, G. D., Lazcano-Barrero, M. A., Ávila-Nájera, D. M., Chávez, C., Pérez-

Elizalde, S., Guzmán-Plazola, R. A., Mendoza, G. D., & Lazcano-Barrero, M. A. (2017). Ecology of Puma concolor (Carnivora: Felidae) in a mexican tropical forest: adaptation to environmental disturbances. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 78. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i1.27862>

Bakooie Katrimi, A., Hoghooghi-Rad, N., Mizani, A., Amouei, A., Ranjbar-Bahadori, S., Eslami, A., Mehralinezhad Shiadeh, M., Laktarashi, B., Salehi, S., Nayeri Chegini, T., Hosseaninejad, Z., Pourmand, A. H., Sharif, M., Daryani, A., Sarvi, S., & Gholami, S. (2022). Molecular Identification of Trichostrongylus Species Among Small Ruminants in Mazandaran Province, Iran. *Research in Molecular Medicine*, 10(1), 57–64. <https://doi.org/10.32598/rmm.10.1.1248.1>

Basilio, A. S. (2020). *Abundancia relativa, patrón de actividad y características de hábitat del puma (Puma concolor (Linnaeus, 1771)) y lince (Lynx rufus (Schreber, 1777)) en el Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera, Jalisco, México* [UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA].
<https://hdl.handle.net/20.500.12104/84665>

Bautista, A. (2012). *INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL M A E S T R O E N C I E N C I A S PRESENTA.*

Beltrán-León, T., Román-Urquiza, R., Gutiérrez-Castillo, A., Vega-Sánchez, V., & Reyes-Rodríguez, N. (2022). Diagnóstico de parásitos gastrointestinales en mamíferos carnívoros en cautiverio de México. *Abanico Veterinario*, 12.
<https://doi.org/10.21929/abavet2022.32>

Bonacic, C., Arévalo, C., Chinchilla, S., Laker, J., Pacheco, J., Ceballos, G., & Zarza, H. (2023). LA CONSERVACIÓN DEL PUMA Y DEL JAGUAR EN EL CONTEXTO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LATINOAMÉRICA. CODS, 22.

Bortoluzzi, C., Paras, K. L., Applegate, T. J., & Verocai, G. G. (2018). Comparison between McMaster and Mini-FLOTAC methods for the enumeration of *Eimeria maxima* oocysts in poultry excreta. *Veterinary Parasitology*, 254, 21–25.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.02.039>

Brandão Niebuhr, B., Cavalcanti, S. M., Vilalba, E., Alberico, V., Gebin, J. C., Santos, D., Barban, A., de Oliveira, R., Gurarie, E., & Morato, R. (2024). *Puma space use and dispersal in tropical biodiversity hotspots: bridging a gap to connect individuals to populations*. <https://doi.org/10.32942/X2XK64>

Calchi, A. C., May-Júnior, J. A., Baggio-Souza, V., Berger, L., Fagundes-Moreira, R., Mallmann-Bohn, R., de Queiroz Viana Braga, L., Kirnew, M. D., Silveira, M. F., Ampuero, R. A. N., Moore, C. O., Bassini-Silva, R., Herrera, H. M., Breitschwerdt, E. B., Maggi, R. G., Eizirik, E., Machado, R. Z., Rocha, F. L., Soares, J. F., & André, M. R. (2025). Diversity of Cytauxzoon spp. (Piroplasmida:

Theileriidae) in Wild Felids from Brazil and Argentina. *Pathogens*, 14(2), 148. <https://doi.org/10.3390/pathogens14020148>

Cárdenas Camacho, J., Lesmes Infante, K. I., Torres Tocasuche, M. C., Alcantara-Neves, N. M., & Jaramillo Hernández, D. A. (2021). Evaluación de técnicas coprodiagnósticas para *Toxocara canis*. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(3), e18861. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i3.18861>

Carroll, C., Noss, R. F., & Paquet, P. C. (2001). *CARNIVORES AS FOCAL SPECIES FOR CONSERVATION PLANNING IN THE ROCKY MOUNTAIN REGION* (Vol. 11, Issue 4).

Carver, S., Bevins, S. N., Lappin, M. R., Boydston, E. E., Lyren, L. M., Alldredge, M., Logan, K. A., Swenor, L. L., Riley, S. P. D., Serieys, L. E. K., Fisher, R. N., Vickers, T. W., Boyce, W., McBride, R., Cunningham, M. C., Jennings, M., Lewis, J., Lunn, T., Crooks, K. R., & VandeWoude, S. (2016). Pathogen exposure varies widely among sympatric populations of wild and domestic felids across the United States. *Ecological Applications*, 26(2), 367–381. <https://doi.org/10.1890/15-0445>

Cassaigne, I., Medellín, R. A., Thompson, R. W., Culver, M., Ochoa, A., Vargas, K., Childs, J. L., Sanderson, J., List, R., & Torres-Gómez, A. (2016). Diet of pumas (*Puma concolor*) in Sonora, Mexico, as determined by GPS kill sites and molecular identified scat, with comments on jaguar (*Panthera onca*) diet. *The Southwestern Naturalist*, 61(2), 125–132. <https://doi.org/10.1894/0038-4909-61.2.125>

Ceballos, G., List, R., Medellín, R., Bonacic, C., & Pacheco, J. (2010). *Los felinos de América. Cazadores sorprendentes*. https://www.researchgate.net/publication/277019372_Los_felinos_de_America_Cazadores_sorprendentes

Chandler, A. C. (1946). Helminths of Armadillos, *Dasyurus novemcinctus*, in Eastern Texas. *The Journal of Parasitology*, 32(3), 237. <https://doi.org/10.2307/3272675>

Cheesbrough, M. (n.d.). *District Laboratory Practice in Tropical Countries Part 1, Second Edition*.

Cheesbrough, Monica. (2006). *District Laboratory Practice in Tropical Countries*. Cambridge University Press.

CONABIO. (2004). *División Política Estatal, Entidades Federativas, Estados. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad*.

CONANP. (2018, September 6). *México Megadiverso*.

Cringoli, G., Maurelli, M. P., Levecke, B., Bosco, A., Vercruyse, J., Utzinger, J., & Rinaldi, L. (2017). The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth and

- protozoan infections in humans and animals. *Nature Protocols*, 12(9), 1723–1732. <https://doi.org/10.1038/nprot.2017.067>
- Cringoli, G., Rinaldi, L., Maurelli, M. P., & Utzinger, J. (2010). FLOTAC: new multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. *Nature Protocols*, 5(3), 503–515. <https://doi.org/10.1038/nprot.2009.235>
- Cuervo-Robayo, A. P., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M. A., Venegas-Barrera, C. S., Manjarrez, J., & Martínez-Meyer, E. (2014). An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology*, 34(7), 2427–2437. <https://doi.org/10.1002/joc.3848>
- Cunha Del Vechio, M. A., Gerônimo, E., De Castro, E. E. P., Pinto Ribeiro, L. V., Lima Ribeiro, R. D. C., Da Silva, R. J., Gonçalves, D. D., & Barbosa, L. N. (2020). Intestinal Parasites in Free-Living Puma concolor. *Acta Scientiae Veterinariae*, 48. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.102726>
- De Angelo, C. (2009). EL PAISAJE DEL BOSQUE ATLÁNTICO DEL ALTO PARANÁ Y SUS EFECTOS SOBRE LA DISTRIBUCIÓN Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DEL JAGUAR (*Panthera onca*) Y EL PUMA (*Puma concolor*). *Mastozoología Neotropical*, 16, 507–508. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45712497030>
- De La Torre, J. A., & Torres-Knoop, L. (2014). *DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUMA (Puma concolor) EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO*.
- De la Torre, J. A., & Torres-Knoop, L. (2014). DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUMA (<i>Puma concolor</i>) EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO; *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 4(2), 45. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2014.4.2.196>
- Dumont, A., Olmos de Aguilera-Díaz, N., Zamora Politis, V., García Urrutia, I., & Guzmán Marín, B. C. (2022). PRIMER REGISTRO DE PUMA (*Puma concolor*) EN LA COMUNA DE PUTAENDO, REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE. *Revista Mexicana de Mastozoología, Nueva Época*, 1. www.revmexmastozoologia.unam.mx
- Elith, J., H. Graham*, C., P. Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., J. Hijmans, R., Huettmann, F., R. Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., G. Lohmann, L., A. Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., McC. M. Overton, J., Townsend Peterson, A., ... E. Zimmermann, N. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2), 129–151. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>
- Ernest, H. B., Vickers, T. W., Morrison, S. A., Buchalski, M. R., & Boyce, W. M. (2014). Fractured Genetic Connectivity Threatens a Southern California Puma

(*Puma concolor*) Population. *PLoS ONE*, 9(10), e107985.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107985>

Espinosa, D., Ocegueda, S., Aguilar, C., Flores, Ó., & Llorente-Bousquets, J. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. *El Capital Natural de México, Volumen I*, 285–322.

ESTRADA CHRISTIAN. (2006). *DIETA, USO DE HÁBITAT Y PATRONES DE ACTIVIDAD DEL PUMA (*Puma concolor*) Y EL JAGUAR (*Panthera onca*) EN LA SELVA MAYA.*

Faith, D. P., Ferrier, S., & Walker, P. A. (2004). The ED strategy: how species-level surrogates indicate general biodiversity patterns through an ‘environmental diversity’ perspective. *Journal of Biogeography*, 31(8), 1207–1217.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01145.x>

Falcón-Ordaz, J., Iturbe-Morgado, J. C., Rojas-Martínez, A. E., & García-Prieto, L. (2016). *Lagochilascaris minor* (Nematoda: Ascarididae) from a wild cougar (*Puma concolor*) in Mexico. In *Journal of Wildlife Diseases* (Vol. 52, Issue 3, pp. 746–748). Wildlife Disease Association, Inc. <https://doi.org/10.7589/2015-09-232>

Fanfa, V. da R., Farret, M. H., Schafer da Silva, A., & Gonzalez Monteiro, S. (2011). *ENDOPARASITOSES EM PUMA (*Puma concolor*) NA REGIAO SUL DO BRASIL [Endoparasitoses in cougar (*Puma concolor*) from the Southern region of Brazil].* In *Acta Veterinaria Brasilica* (Issue 1).

Fausto, M. C., Saraiva, L. H. G., Fausto, G. C., Carvalho, L. M. de, Valente, F. L., Valadão, M. C., Campos, A. K., & Araújo, J. V. de. (2021). Flotation solution influence on the quantification of *Ascaris suum* eggs in pig feces using McMaster technique. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 43(1), e002221.
<https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm002221>

Ferrier, S., & Guisan, A. (2006). Spatial modelling of biodiversity at the community level. In *Journal of Applied Ecology* (Vol. 43, Issue 3, pp. 393–404).
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01149.x>

Gallina, S. (2015). *MANUAL de técnicas del estudio fauna de la.*

Garcia, L. Shore. (2016). *Diagnostic medical parasitology*. ASM Press.

Gastelum-Mendoza, Arroyo-Ortega, & León-López. (2014). *ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA POBLACIONAL DE FAUNA SILVESTRE, MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS-TRAMPA ESTIMATING THE POPULATION ABUNDANCE OF WILD FAUNA THROUGH THE USE OF CAMERA TRAPS.*

Giovanii, C., & Hernández, E. (2008a). *DIETA, USO DE HÁBITAT Y PATRONES DE ACTIVIDAD DEL PUMA (*Puma concolor*) Y EL JAGUAR (*Panthera onca*) EN LA*

SELVA MAYA, CENTROAMERICA. In *Revista Mexicana de Mastozoología* (Vol. 12).

Giovanii, C., & Hernández, E. (2008b). DIETA, USO DE HÁBITAT Y PATRONES DE ACTIVIDAD DEL PUMA (*Puma concolor*) Y EL JAGUAR (*Panthera onca*) EN LA SELVA MAYA, CENTROAMERICA. In *Revista Mexicana de Mastozoología* (Vol. 12).

Gomes-Silva, F. F., & Leal, E. S. B. (2021). Últimos refúgios da onça-parda (*Puma concolor*) no Brasil: áreas prioritárias para a conservação sob a perspectiva da modelagem de distribuição geográfica. *Revista de Geografia*, 38(1), 127. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2021.246100>

Gomez-Puerta, L. A., Alarcon, V., Pacheco, J., Franco, F., Lopez-Urbina, M. T., & Gonzalez, A. E. (2016). Molecular and morphological evidence of *Taenia omissa* in pumas (*Puma concolor*) in the Peruvian Highlands. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 25(3), 368–373. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612016046>

González, C. A. ;, & Romero, A. (1998). A synthesis of current literature and knowledge about the ecology of the puma (*puma concolor linnaeus*). *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 75, 171–190. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57507509>

González-Maya, J. F., Rojano, C., Ávila, R., Gómez-Junco, G. P., Moreno-Díaz, C., Hurtado-Moreno, A. P., Paredes-Casas, C. A., Lemus-Mejía, L., & Zárrate-Charry, D. A. (2022). *Puma concolor* potential distribution and connectivity in the Colombian Llanos. *Mammalia*, 86(5), 505–516. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2021-0050>

Gordon, H. McL., & Whitlock, H. V. (1939). A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. *Journal of the Council for Scientific and Industrial Research*, 12(1), 50–52.

Grinnell, J. (1917). The Niche-Relationships of the California Thrasher. *The Auk*, 34(4), 427–433. <https://doi.org/10.2307/4072271>

Guerisoli, M. de las M., Luengos Vidal, E., Caruso, N., Giordano, A. J., & Lucherini, M. (2021). Puma–livestock conflicts in the Americas: a review of the evidence. *Mammal Review*, 51(2), 228–246. <https://doi.org/10.1111/mam.12224>

Guisan, A., & Rahbek, C. (2011). SESAM - a new framework integrating macroecological and species distribution models for predicting spatio-temporal patterns of species assemblages. In *Journal of Biogeography* (Vol. 38, Issue 8, pp. 1433–1444). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02550.x>

- Hanley, J. A., & McNeil, B. J. (1982). The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 143(1), 29–36.
<https://doi.org/10.1148/radiology.143.1.7063747>
- Hidalgo, A., Fonseca-Salamanca, F., & Vidal, M. F. (2013). Report of the first finding of puma (*Puma concolor puma*) infected with *Trichinella* sp. in Chile. In *Arch Med Vet* (Vol. 45).
- Hind D Hadi. (2021). Internal parasites that infected local rabbits. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 15(02), 067–071.
<https://doi.org/10.30574/gscbps.2021.15.2.0108>
- Hughes, K. (2024). Endoparasites of rabbits and hares. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 36(5), 599–616.
<https://doi.org/10.1177/10406387241261991>
- Hutchinson, G. E. (1957). Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22(0), 415–427.
<https://doi.org/10.1101/SQB.1957.022.01.039>
- Inácio, S. V., Gomes, J. F., Falcão, A. X., Martins dos Santos, B., Soares, F. A., Nery Loiola, S. H., Rosa, S. L., Nagase Suzuki, C. T., & Bresciani, K. D. S. (2021). Automated Diagnostics: Advances in the Diagnosis of Intestinal Parasitic Infections in Humans and Animals. *Frontiers in Veterinary Science*, 8.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2021.715406>
- INEGI. (2004). • *Fisiografía 11 • Hidroología 13 • Climatología 16 • Uso potencial del suelo*.
- Jennings, M. D. (2000). Gap analysis: concepts, methods, and recent results. *Landscape Ecology*, 15(1), 5–20. <https://doi.org/10.1023/A:1008184408300>
- Karandikar, H., Serota, M. W., Sherman, W. C., Green, J. R., Verta, G., Kremen, C., & Middleton, A. D. (2022). Dietary patterns of a versatile large carnivore, the puma (*Puma concolor*). In *Ecology and Evolution* (Vol. 12, Issue 6). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/ece3.9002>
- Kelly, M. J., & Holub, E. L. (2008). *Camera Trapping of Carnivores: Trap Success Among Camera Types and Across Species, and Habitat Selection by Species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia* (Vol. 15, Issue 2).
- Kreft, H., & Jetz, W. (2007). Global patterns and determinants of vascular plant diversity. In *J. performed research* (Vol. 104, Issue 14). PNAS.
- Kutch, M. E. (2003). *Parasites in scats of Nasua narica (Procyonidae)*, March 2003.
https://digitalcommons.usf.edu/tropical_ecology
- LaBarge, L. R., Evans, M. J., Miller, J. R. B., Cannataro, G., Hunt, C., & Elbroch, L. M. (2022). Pumas *Puma concolor* as ecological brokers: a review of their biotic

relationships. *Mammal Review*, 52(3), 360–376.

<https://doi.org/10.1111/mam.12281>

Lainson, R., Brígido, M. C. O., & Silveira, F. T. (2005). Parasites of the squirrel *Sciurus spadiceus* (Rodentia: Sciuridae) from Amazonian Brasil, with particular reference to *Eimeria damnosa* n. sp. (Apicomplexa: Eimeriidae). *Parasite*, 12(4), 305–315. <https://doi.org/10.1051/parasite/2005124305>

Lapage Geoffrey. (1984). Orden 3 Trichinelloidea. In Lapage Geoffrey (Ed.), *Parasitología Veterinaria*. (Novena, pp. 173–178).

Lessa, C. S. S., Rodrigues, M. de L. de A., Serra-Freire, N. M. da, & Araújo, M. M. de. (2015). Comparação entre diferentes técnicas coprológicas e larvacultura para o diagnóstico das helmintoses gastrointestinais de bovinos. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 6(2), 107–110. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2015.147>

Levecke, B., Behnke, J. M., Ajjampur, S. S. R., Albonico, M., Ame, S. M., Charlier, J., Geiger, S. M., Hoa, N. T. V., Kamwa Ngassam, R. I., Kotze, A. C., McCarthy, J. S., Montresor, A., Periago, M. V., Roy, S., Tchuem Tchuenté, L.-A., Thach, D. T. C., & Vercruyse, J. (2011). A Comparison of the Sensitivity and Fecal Egg Counts of the McMaster Egg Counting and Kato-Katz Thick Smear Methods for Soil-Transmitted Helminths. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 5(6), e1201. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001201>

Lopes, F., Ribeiro, R., Ferraz, N., Barbosa, A., Zamboni, A., Aranda, K. R. S., Nigro, C. A., Lage, P. S., Henrique, I. V., Ramos, R., Sena, A., & Ii, B. (2016). Evaluation of the sensitivity of Faust method and spontaneous sedimentation for the diagnosis of giardiasis Evaluación de la sensibilidad de los métodos Faust y sedimentación espontánea para el diagnóstico de giardiasis. In *Revista Cubana de Medicina Tropical* (Vol. 68, Issue 2). <http://scielo.sld.cu>

MacArthur, R. H. (1972). *Geographical Ecology. Patterns in the distribution of species*.

Martínez, F. A., Laffont, G., & Rodríguez Camon, M. (2010). Identificación de Huevos de Spirometra mansonoides en Felinos Silvestres. *Revista Veterinaria Argentina*, 28, 1–6. <https://es.scribd.com/document/289800645/Identificacion-de-Huevos-de-Spirometra-Mansonoides-en-Felinos-Silvestres>

Martínez Juan A., Rudolf Juan C., & Queirolo Diego. (2010). Puma concolor (CARNIVORA, FELIDAE) EN URUGUAY: SITUACIÓN LOCAL Y CONTEXTO REGIONAL. *Mastozoología Neotropical*, 17, 153–159. <http://www.sarem.org.ar>

Matte, E. M., Castilho, C. S., Miotto, R. A., Sana, D. A., Johnson, W. E., O'Brien, S. J., Freitas, T. R. O. de, & Eizirik, E. (2013). Molecular evidence for a recent demographic expansion in the puma (Puma concolor) (Mammalia, Felidae).

Genetics and Molecular Biology, 36(4), 586–597. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572013000400018>

Mejenes-López, S. de M. A., Hernández-Bautista, M., Barragán-Torres, J., & Pacheco Rodríguez, J. (2010). Los mamíferos en el Estado de Hidalgo, México. *Therya*, 1(3), 161–188. <https://doi.org/10.12933/therya-10-19>

Menezes, R. C., Mattos, D. G. de, & Monteiro, H. H. M. S. (1999). A eficácia de diferentes soluções saturadas empregando-se a técnica de Gordon & Whitlock modificada no diagnóstico coproparasitológico de galinhas domésticas. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 6(1), 14–17.
<https://doi.org/10.4322/rbcv.2015.125>

Mines, , J. J. (1977). MODIFICATIONS OF THE McMASTER WORM EGG COUNTING METHOD. *Australian Veterinary Journal*, 53(7), 342–343.
<https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1977.tb00247.x>

Monet-Mendoza, A., Osorio-Sarabia, D., & García-Prieto, L. (2005). Helminths of the Virginia Opossum *Didelphis virginiana* (Mammalia: Didelphidae) in Mexico. *Journal of Parasitology*, 91(1), 213–219. <https://doi.org/10.1645/GE-273R>

Monroy-Vilchis, O., Rodríguez-Soto, C., & Zarco-González, M. M. (2007). *Potential distribution of 4 endangered raptors species in Mexico. View project Ecology and conservation of predators. View project.*
<https://www.researchgate.net/publication/237353698>

Mora-Collado, N., Romero-Salas, D., Romero, A. C., & Lagunes, R. S. (2022). *Parásitos en venados (*Odocoileus virginianus* y *Mazama temama*) de la zona centro de Veracruz, México.*

Morrone, J. J. (2019). Biogeographic regionalization and biotic evolution of Mexico: Biodiversity's crossroads of the New World. In *Revista Mexicana de Biodiversidad* (Vol. 90, Issue 4). Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>

Morrone, J. J., Escalante, T., & Rodríguez-Tapia, G. (2017). Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. In *Zootaxa* (Vol. 4277, Issue 2, pp. 277–279). Magnolia Press. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8>

Muñoz García, C. I., Villanueva García, C., Romero Callejas, E., Osorio Sarabia, D., Gama Campillo, L. M., & Rendón Franco, E. (2012). Prevalencia de endo y ectoparásitos en coatí (*nasua narica*) y mapache (*procyon lotor*) del sureste mexicano. *The Biologist*, 10.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4182690>

Myers, N., Mittermeier2, R. A., Mittermeier2, C. G., Da Fonseca3, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. In *NATURE* | (Vol. 403). www.nature.com

- NaturaLista Mexico. (2020). *NaturaLista Mexico*.
<Https://Www.Naturalista.Mx/Taxa/42007-Puma-Concolor>.
- NAVONE, G. T., GAMBOA, M. I., KOZUBSKY, L. E., COSTAS, M. E., CARDOZO, M. S., SISLIAUSKAS, M. N., & GONZÁLEZ, M. (2005). Estudio comparativo de recuperación de formas parasitarias por tres diferentes métodos de enriquecimiento coproparasitológico. *Parasitología Latinoamericana*, 60(3–4). <https://doi.org/10.4067/S0717-77122005000200014>
- Nix, H. (1986). A BIOGEOGRAPHIC ANALYSIS OF AUSTRALIAN ELAPID SNAKES. In R. Longmore (Ed.), *Atlas of Elapid Snakes of Australia* (AustralianGovernment, Vol. 7, pp. 4–15).
- Núñez, R., Miller, B., & Lindzey, F. (2000). Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. *Journal of Zoology*, 252(3), 373–379. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2000.tb00632.x>
- O'Connell, A. F., Nichols, J. D., & Karanth, K. U. (2011). *Camera Traps in Animal Ecology* (A. F. O'Connell, J. D. Nichols, & K. U. Karanth, Eds.). Springer Japan. <https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4>
- Panti-May, J. A., Retana-Guiascón, O., Moguel-Chin, W. I., Hernández-Mena, D. I., & García-Prieto, L. (2024). New Records of Helminths of the Jaguar in Mexico, with an Updated List of Species in the Americas. *Journal of Parasitology*, 110(2). <https://doi.org/10.1645/23-56>
- Patton, S., Rabinowitz, A., Randolph, S., & Johnson, S. S. (1986). A Coprological Survey of Parasites of Wild Neotropical Felidae. *The Journal of Parasitology*, 72(4), 517. <https://doi.org/10.2307/3281500>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (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>
- Pineda, E., & Lobo, J. M. (2009). Assessing the accuracy of species distribution models to predict amphibian species richness patterns. *Journal of Animal Ecology*, 78(1), 182–190. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01471.x>
- Pinto, R. M., Gomes, D. C., Menezes, R. C., Gomes, C. T., & Noronha, D. (2004). Helminths of rabbits (Lagomorpha, Leporidae) deposited in the Helminthological Collection of the Oswaldo Cruz Institute. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(3), 599–604. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000300023>
- Plackett, R. L. (1983). Karl Pearson and the Chi-Squared Test. *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*, 51(1), 59. <https://doi.org/10.2307/1402731>

- Portillo-Reyes, H., & Elvir Valle, F. (2022). Datos preliminares de los registros de puma (Puma concolor) y su posible distribución en Honduras. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Epoca)*, 12(1), 22–32.
<https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2022.12.1.351>
- PROFEPA. (2021, August 30). *Día internacional del puma*. Día Internacional Del Puma.
- Prude, C. H., & Cain, J. W. (2021). Habitat diversity influences puma Puma concolor diet in the Chihuahuan Desert. *Wildlife Biology*, 2021(4).
<https://doi.org/10.2981/wlb.00875>
- Quiroz Mundo, N. V., Rendón Franco, E., & Muñoz García, C. I. (2021). *Recopilación de registros parasitarios en felinos silvestres nativos de México* [Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco].
<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/26547>
- Ramírez Rubio, L., García Cueto, O. R., Tinoco Gracia, L., Quintero Núñez, M., Cueto González, S. A., & Trasviña Muñoz, E. (2019). FRECUENCIA DE HUEVOS DE Toxocara canis EN PARQUES PÚBLICOS DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 589–595. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.06>
- Ramírez-Herrera, O., Rodríguez-Vivas, R. I., Montes-Pérez, R., & Torres-Acosta, J. F. (2013). Seguimiento anual de la parasitosis gastrointestinal del tepezcuíntle, Agouti pacá (Rodentia: Agoutidae) en cautiverio en el trópico mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 49(3–4), 1171–1176.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442001000300036&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Rendón-Franco, E., Romero-Callejas, E., Villanueva-García, C., Osorio-Sarabia, D., & Muñoz-García, C. I. (2013). Cross transmission of gastrointestinal nematodes between captive neotropical felids and feral cats. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 44(4), 936–940. <https://doi.org/10.1638/2013-0015R2.1>
- Rodríguez-Soto, C., Monroy-Vilchis, O., Maiorano, L., Boitani, L., Faller, J. C., Briones, M. Á., Núñez, R., Rosas-Rosas, O., Ceballos, G., & Falcucci, A. (2011). Predicting potential distribution of the jaguar (*Panthera onca*) in Mexico: identification of priority areas for conservation. *Diversity and Distributions*, 17(2), 350–361. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00740.x>
- Rojas-Martínez, A. E., Aguilar-López, M., & Muñoz Vázquez, B. (2013a). Cuidados maternales y registros recientes de Puma (Puma concolor) y Gato Montes (Lynx rufus) en el estado de Hidalgo, México. *Therya*, 4(3), 565–573.
<https://doi.org/10.12933/therya-13-154>

- Rojas-Martínez, A. E., Aguilar-López, M., & Muñoz Vázquez, B. (2013b). Cuidados maternales y registros recientes de Puma (Puma concolor) y Gato Montes (Lynx rufus) en el estado de Hidalgo, México. *Therya*, 4(3), 565–573.
<https://doi.org/10.12933/therya-13-154>
- Rojas-Martínez, A. E., Aguilar-López, M., & Muñoz Vázquez, B. (2013c). Cuidados maternales y registros recientes de Puma (Puma concolor) y Gato Montes (Lynx rufus) en el estado de Hidalgo, México. *Therya*, 4(3), 565–573.
<https://doi.org/10.12933/therya-13-154>
- Rosales Rimache, J. A., & Bautista Manchego, K. M. (n.d.). *Comparación de tres métodos de concentración de enteroparásitos en muestras fecales humanas*.
<http://orcid.org/0000-0002-1665-2332>
- Rosas-Rosas, O. C., Bender, L. C., & Valdez, R. (2008). Jaguar and Puma Predation on Cattle Calves in Northeastern Sonora, Mexico. *Rangeland Ecology & Management*, 61(5), 554–560. <https://doi.org/10.2111/08-038.1>
- Salmorán-Gómez, C., Serna-Lagunes, R., Mora-Collado, N., Romero-Salas, D., Ávila-Nájera, D. M., & Zetina-Córdoba, P. (2019). Endoparásitos de Odocoileus virginianus y Mazama temama bajo cautiverio en Veracruz, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(4), 986–999.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4959>
- Sánchez-Fernández, D., Lobo, J. M., & Hernández-Manrique, O. L. (2011). Species distribution models that do not incorporate global data misrepresent potential distributions: A case study using Iberian diving beetles. *Diversity and Distributions*, 17(1), 163–171. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00716.x>
- Sanderson, E. W., Redford, K. H., Chetkiewicz, C. B., Medellin, R. A., Rabinowitz, A. R., Robinson, J. G., & Taber, A. B. (2002). Planning to Save a Species: the Jaguar as a Model. *Conservation Biology*, 16(1), 58–72.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00352.x>
- Santos, E. G. N. dos, Moutinho, V. A. das C., Chame, M., & Santos, C. P. (2019). MORPHOLOGICAL AND GENETIC CHARACTERIZATION OF NEMATODES OF THE OPOSSUM *Didelphis albiventris* AND THE ARMADILLO *Dasypus novemcinctus* FROM SERRA DA CAPIVARA NATIONAL PARK. *Oecologia Australis*, 23(02), 315–332. <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2302.10>
- Scott, J. M., Davis, F., Csuti, B., Noss, R., Butterfield, B., Groves, C., Anderson, H., Caicco, S., D'Erchia, F., Edwards, T. C., Ulliman, Jr. , J., & Wright, R. G. (1993). *Gap Analysis: A Geographic Approach to Protection of Biological Diversity*.
<https://www.researchgate.net/publication/249010384>
- Silva Caballero, A. (2016). *Parasitosis gastrointestinales en felinos silvestres en la Sierra de Nanchititla, México*.

- 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>
- Solórzano-García, B., White-Day, J. M., Gómez-Contreras, M., Cristóbal-Azkárate, J., Osorio-Sarabia, D., & Rodríguez-Luna, E. (2017). Estudio coprológico de parásitos de jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) en 2 tipos de bosque tropical en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.011>
- Srbek-Araujo, A. C., Santos, J. L. C., Almeida, V. M. de, Guimarães, M. P., & Chiarello, A. G. (2014). First record of intestinal parasites in a wild population of jaguar in the Brazilian Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23(3), 393–398. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014065>
- Stockwell, D. (1999). The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science*, 13(2), 143–158. <https://doi.org/10.1080/136588199241391>
- Stoner, D. C., McDonald, Z., & Coon, C. A. C. (2023). Stepping stones to extirpation: Puma patch occupancy thresholds in an urban-wildland matrix. *Ecology and Evolution*, 13(8). <https://doi.org/10.1002/ece3.10381>
- Szkucik, K., Pyz-Łukasik, R., Szczepaniak, K. O., & Paszkiewicz, W. (2014). Occurrence of gastrointestinal parasites in slaughter rabbits. *Parasitology Research*, 113(1), 59–64. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3625-7>
- Tantaleán, M., & Michaud, C. (2005). Huéspedes definitivos de Spirometra mansonioides (Cestoda, Diphyllobothriidae) en el Perú Definitive hosts of Spirometra mansonioides (Cestoda, Diphyllobothriidae) in Peru. In *Spirometra mansonioides en el Perú Rev. peru. biol* (Vol. 12, Issue 1). <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biología/biologíaNEW.htm>
- Tarqui Terrones, K., Ramirez Carranza, G., & Beltrán Fabián, M. (2019). Evaluación de métodos de concentración y purificación de Giardia spp. a partir de muestras coprológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 36(2), 275. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2019.362.4151>
- Uribe, M., Payán, E., Brabec, J., Vélez, J., Taubert, A., Chaparro-Gutiérrez, J. J., & Hermosilla, C. (2021). Intestinal Parasites of Neotropical Wild Jaguars, Pumas, Ocelots, and Jaguarundis in Colombia: Old Friends Brought Back from Oblivion and New Insights. *Pathogens*, 10(7), 822. <https://doi.org/10.3390/pathogens10070822>
- Varela-Stokes, A. S., Ludwig, S. Y., Herbst, L. H., & Greiner, E. C. (2008). Helminth Fauna of the Nine-Banded Armadillo (*Dasyurus novemcinctus*) in North-Central

Florida. *Journal of Parasitology*, 94(2), 564–566. <https://doi.org/10.1645/GE-1346.1>

Vickers, T. W., Sanchez, J. N., Johnson, C. K., Morrison, S. A., Botta, R., Smith, T., Cohen, B. S., Huber, P. R., Ernest, H. B., & Boyce, W. M. (2015). Survival and Mortality of Pumas (*Puma concolor*) in a Fragmented, Urbanizing Landscape. *PLOS ONE*, 10(7), e0131490. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131490>

VILLENA CUMPA, A. P. (2015). *PRESENCIA DE Spirometra sp. EN FELINOS SILVESTRES MANTENIDOS EN CAUTIVERIO EN UN ZOOLÓGICO DE LA CIUDAD DE IQUITOS PERU* [Universidad alas peruanas]. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-nacional-autonoma-de-mexico/parasitologia/tesis-de-medicina-veterinaria-presencia-de-spirometra-sp-en-felinos-cautivos/145738690>

Wrublewski, D. M., Kusma, S. C., & Teixeira, V. N. (2018). Parasitos gastrointestinais em *Puma concolor*, *Puma yagouaroundi* e *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) na Floresta Nacional de Três Barras, SC, Brasil. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, 16, 1. <https://doi.org/10.7213/1981-4178.2018.16004>

Young, K. H., Bullock, S. L., Melvin, D. M., & Spruill, C. L. (1979). Ethyl acetate as a substitute for diethyl ether in the formalin-ether sedimentation technique. *Journal of Clinical Microbiology*, 10(6), 852–853. <https://doi.org/10.1128/jcm.10.6.852-853.1979>

Zihai, M., Zuckerberg, B., Porter, W. F., & Zhang, L. (2012). Use of localized descriptive statistics for exploring the spatial pattern changes of bird species richness at multiple scales. *Applied Geography*, 32(2), 185–194. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.05.005>