



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL
PUERCOESPÍN TROPICAL (*Coendou mexicanus* KERR,
1792) EN EL SURESTE DE MÉXICO.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

ÁNGEL FRANCISCO REICH VELÁZQUEZ

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DR. JUAN DE DIOS VALDEZ LEAL

EN CODIRECCIÓN DE:

MCA. RUTH DEL CARMEN LUNA RUIZ

VILLAHERMOSA, TABASCO. SEPTIEMBRE 2026

Declaración de Autoría y Originalidad

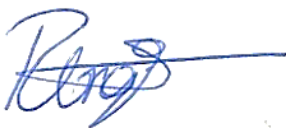
En la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día **lunes 10 de agosto de 2026**, el que suscribe **Ángel Francisco Reich Velázquez** alumno del Programa de Licenciatura en **Biología** con número de matrícula **211G22008** adscrito a la **División Académica de Ciencias Biológicas** de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autor del **trabajo recepcional tesis** presentado para la obtención del título de Licenciatura en Biología, titulado **MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN TROPICAL (*Coendou mexicanus* KERR, 1792) EN EL SURESTE DE MÉXICO** dirigido por el **Dr. Juan de Dios Valdez Leal** y la **M. en C. Ruth del Carmen Luna Ruíz**.

DECLARO QUE:

El trabajo recepcional (tesis) es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido del Desarrollo Tecnológico presentado de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 10 de agosto de 2026.



Ángel Francisco Reich Velázquez



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2026
año de
**Margarita
Maza**

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**

Villahermosa, Tab., a 10 de Agosto de 2026

ASUNTO: Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza al **C. ÁNGEL FRANCISCO REICH VELÁZQUEZ** egresado de la Lic. en **BIOLOGIA** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la Modalidad de Memoria de Trabajo denominado: **"MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN TROPICAL (*Coendou mexicanus* KERR, 1792) EN EL SURESTE DE MÉXICO"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E


**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADEMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



C.c.p.- Expediente Alumno de la División Académica
C.c.p.- Interesado



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2026
año de
Margarita
Maza

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN

AGOSTO 10 DE 2026

C. ÁNGEL FRANCISCO REICH VELÁZQUEZ
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA
P R E S E N T E

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 111 al 113 del Cap. IV del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, bajo la Modalidad de Memoria de Trabajo denominado: **"MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN TROPICAL (*Coendou mexicanus* KERR, 1792) EN EL SURESTE DE MÉXICO"**, asesorado por el Dr. Juan de Dios Valdez Leal y MCA. Ruth del Carmen Luna Ruiz, sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por la Dra. Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Dr. Eduardo Javier Moguel Ordoñez, Dr. Juan de Dios Valdez Leal, Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez y Dra. Ena Edith Mata Zayas.

A T E N T A M E N T E
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE


DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR

UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.
Archivo.





UJAT
UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2026
año de
Margarita
Maza

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN

Villahermosa, Tab. 06 de agosto de 2026

C. ÁNGEL FRANCISCO REICH VELÁZQUEZ

Pas. de la Lic. en Biología

Presente

En cumplimiento de los lineamientos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, se implementó la revisión del trabajo recepcional (**Tesis**), a través de la plataforma Turnitin iThenticate para evitar el plagio e incrementar la calidad en los procesos académicos y de investigación en esta División Académica. Esta revisión se realizó en correspondencia con el Código de Ética de la Universidad y el Código Institucional de Ética para la Investigación.

Por este conducto, hago de su conocimiento las observaciones, el índice de similitud y el reporte de originalidad obtenido a través de la revisión en la plataforma iThenticate de su Memoria de Trabajo **MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN TROPICAL (*Coendou mexicanus* KERR, 1792) EN EL SURESTE DE MÉXICO.**

Se incluyó citas, se excluyó bibliografía y se estableció el umbral de exclusión de coincidencias pequeñas a 16 palabras.

RESULTADO DE SIMILITUD	1 %
	63 páginas y 15676 palabras

Finalmente, se le solicita al **C. ÁNGEL FRANCISCO REICH VELÁZQUEZ**, integrar en la versión final del trabajo recepcional, este oficio y el informe de originalidad con el porcentaje de similitud de Turnitin iThenticate.

Sin otro particular al cual referirme, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR

UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p. Dr. Juan De Dios Valdez Leal. Director de trabajo recepcional
C.c.p. M. en C. Ruth Del Carmen Luna Ruiz. Codirectora de trabajo recepcional
C.c.p. Archivo

KM 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
VILLAHERMOSA, CENTRO, TABASCO, MEX.

Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400 e-mail: direccion.dacbiol@ujat.mx

Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y desperdicio de agua y ayuda a conservar los bosques

ÁNGEL FRANCISCO REICH VELÁZQUEZ

MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN TROPICAL (Coendou mexicanus KERR, 1792) EN EL SURESTE ...

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:612815385

Fecha de entrega

6 ago 2026, 12:36 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

10 ago 2026, 1:28 p.m. GMT-6

Nombre del archivo

ÁNGEL FRANCISCO REICH VELÁZQUEZ_TR Tesis.pdf

Tamaño del archivo

2.3 MB

63 páginas

15.676 palabras

94.418 caracteres

1% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 16 palabras)
- Abstract
- Trabajos entregados

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 1%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

1%	 Fuentes de Internet
1%	 Publicaciones
0%	 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	docplayer.es	<1%
2	Internet	archive.org	<1%
3	Internet	faunalovers.com	<1%
4	Internet	uiem.edomex.gob.mx	<1%
5	Internet	cdn.nestjs.wipolex.wji.prd.web1.wipo.int	<1%
6	Internet	literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080	<1%
7	Publicación	Mirna Valdez-Hernández, Alberto Baeza-Pérez, Jiliany Nabet, Rosa M. Woo-García ...	<1%
8	Internet	sinat.semarnat.gob.mx	<1%

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 10 de agosto de 2026.

Por medio de la presente manifiesto haber colaborado como AUTOR en la producción, creación y/o realización de la obra denominada **MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN TROPICAL (*Coendou mexicanus* KERR, 1792) EN EL SURESTE DE MÉXICO** Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES



Ángel Francisco Reich Velázquez



Dr. Juan de Dios Valdez Leal
Director



M. en C. Ruth del Carmen Luna Ruíz
Co Directora

TESTIGOS



Biol. Ramiro Aquiles Hernández Velázquez



Dra. Coral Jazvel Pacheco Figueroa

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, quiero agradecer a mis padres por el enorme sacrificio que hicieron para que pudiera concluir satisfactoriamente con mi carrera en biología y por darme la oportunidad y confianza de estudiar la carrera que yo quería. A mis hermanos quienes me ayudaban a despejar dudas y a tomar algunas decisiones importantes en el transcurso de mis estudios. Por último, al ingeniero José Miguel Vázquez Morales, quien fue maestro en gran parte de mi vida y me enseñó a utilizar Excel y PowerPoint.

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por haberme aceptado en la División Académica de Ciencias Biológicas, donde pude realizar mis estudios y egresar de la carrera de licenciatura en Biología. También agradezco a mi comité de sinodales integrado por: la Dra. Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Dr. Eduardo Javier Moguel Ordóñez, Dr. Juan de Dios Valdez Leal, Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez y Dra. Ena Edith Mata Zayas, ya que sus observaciones y comentarios permitieron el enriquecimiento de este trabajo.

Agradezco al Dr. Juan de Dios y a la Dra. Coral Jazvel, por haberme aceptado en el laboratorio de Ecología del Paisaje y Cambio Global, así como también por haberme enseñado, guiado y apoyado en los últimos años de mi carrera. Quiero darle las gracias a mi codirectora M. en C. Ruth del Carmen Luna Ruiz por sentarse conmigo para explicarme los fundamentos básicos que utilicé en mi trabajo y al Biol. Ramiro Aquiles Hernández Velázquez por apoyarme en la elaboración del mismo.

Agradezco la información aportada por los proyectos de investigación “Mortalidad de Fauna Silvestre en carreteras de la Planicie Tabasqueña” (UJAT-2013-IB-42), “Efecto de las Colisiones de Fauna Silvestre en carreteras del sureste de México” (UJAT-20230137) y “Monitoreo de la Fauna Silvestre con Capacitación y Certificación de Monitoreos Comunitarios en las Microrregiones Prioritarias para la Conectividad y Conservación de la Biodiversidad: Agua Blanca, Cañón del Usumacinta, Sierra de Tabasco, Sierra de Huimanguillo y Costa Baja de Tabasco” (20170833), cuya información contribuyó al desarrollo de esta investigación. Asimismo, expreso mi sincero agradecimiento al Dr. Mircea Gabriel Hidalgo Mihart por su valiosa colaboración y por facilitar los datos necesarios para el desarrollo de mi tesis

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a todos mis amigos quienes en algún momento fueron compañeros de clase y formaron parte de mi desarrollo profesional. A Yuliana y Lalo quienes fueron de mis primeros amigos en la carrera y que conozco desde primer semestre. Gabriel, Richard, Vivían y Mafer, grandes amistades dentro del laboratorio y con quienes compartí momentos divertidos en campo. Finalmente, Chepe, Erick, Elisua, Gerardo, Lenz, Yannick, Lucía y Eli, amistades que fui formando a lo largo de la carrera y con quienes frecuentemente formaba equipo.

México

de Tabasco.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mis padres: Elsa Velázquez Vázquez y David Francisco Reich Castro, por haberme apoyado todo este tiempo durante el transcurso de mi carrera.

A mis abuelitos Guadalupe Vázquez de Velázquez y Agapito Velázquez Ramírez, por mostrarme su amor y cariño todo este tiempo y quienes siempre tendrán un lugar muy especial en mi corazón.

A mis perritos: Attom, Chop, Bruno y la Chela porque gracias a ellos podía desestresarme en los momentos más difíciles; especialmente Attom porque siempre me acompañó a altas horas de la noche cuando me desvelaba trabajando en mi tesis.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	2
ÍNDICE DE ECUACIONES	3
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
JUSTIFICACIÓN.....	7
MARCO TEÓRICO	8
Puercoespín tropical.....	8
Distribución y registros.....	10
Modelos de distribución potencial	11
Pérdida y fragmentación del hábitat	15
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	16
OBJETIVOS.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Área de estudio.....	17
Obtención de registros.....	21
Variables ambientales.....	22
Modelación de la distribución potencial.....	24
Áreas naturales protegidas.....	25
Identificación de sitios con vacío de información.....	26
RESULTADOS.....	28
Registros obtenidos.....	28
Modelo de distribución potencial.....	28
Índice propuesto por Rheingantz <i>et al.</i> (2014)	34
Áreas conservadas	35
▪ <i>Áreas naturales protegidas a nivel federal.</i>	35
▪ <i>Áreas naturales protegidas a nivel estatal.</i>	35
▪ <i>Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.</i>	35
DISCUSIÓN	39
CONCLUSIÓN	46
REFERENCIAS CITADAS	47
ANEXO 1.....	63
ANEXO 2.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	17
FIGURA 2. RESUMEN EN FORMATO DE ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO UTILIZADO EN EL PRESENTE TRABAJO PARA LA ELABORACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL, CUANTIFICACIÓN DE SUPERFICIE IDÓNEA DENTRO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS E IDENTIFICACIÓN DE SITIOS VACÍOS DE INFORMACIÓN.	27
FIGURA 3. VALOR AUC OBTENIDO DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL NÚMERO SIETE.	29
FIGURA 4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA CONTRIBUCIÓN DE CADA UNA DE LAS VARIABLES AL MODELO.	30
FIGURA 5. MAPA BINARIO (PRESENCIA Y AUSENCIA) DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN EN EL SURESTE DE MÉXICO.....	31
FIGURA 6. MAPA DE MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN RECLASIFICADO EN CUATRO CATEGORÍAS A PARTIR DEL UMBRAL MÍNIMO DE PRESENCIA.....	33
FIGURA 7. MAPA DE SITIOS PRIORITARIOS CON VACÍOS DE INFORMACIÓN DEL PUERCOESPÍN PARA FUTURAS INVESTIGACIONES UTILIZANDO EL ÍNDICE PROPUESTO POR RHEINGANTZ ET AL. (2014).....	34
FIGURA 8. LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS A NIVEL FEDERAL DENTRO DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL RECLASIFICADA DEL PUERCOESPÍN.	36
FIGURA 9. LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS A NIVEL ESTATAL DENTRO DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL RECLASIFICADA DEL PUERCOESPÍN.	37
FIGURA 10. LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS DESTINADAS VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN DENTRO DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL RECLASIFICADA DEL PUERCOESPÍN.	38
FIGURA 11. MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN TROPICAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	63

ÍNDICE DE TABLAS

▪ TABLA 1. VARIABLES BIOCLIMÁTICAS PROCEDENTES DE WORLDCLIM (FICK & HIJMANS, 2017).....	24
▪ TABLA 2. NÚMERO DE REGISTROS OBTENIDOS Y UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN TOTAL.	28

▪ TABLA 3. CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CADA UNA DE LAS VARIABLES AMBIENTALES AL MODELO.....	30
▪ TABLA 4. EXTENSIÓN DE LA SUPERFICIE RECLASIFICADA EN KILÓMETROS CUADRADO (KM ²) POR ESTADO.....	32
▪ TABLA 5. NÚMERO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y SUPERFICIE QUE CUBREN EN KM ² POR CATEGORÍA.....	32

ÍNDICE DE ECUACIONES

▪ ECUACIÓN 1. ÍNDICE DE PROPUESTO POR RHEINGANTZ ET AL. (2014).....	26
--	----

RESUMEN

Los modelos de distribución potencial son herramientas que permiten identificar áreas cuyas condiciones ambientales son favorables para la presencia de una especie, específicamente de aquellas poco estudiadas. El puercoespín tropical (*Coendou mexicanus*) es un roedor cuya información biológica y ecológica es poco conocida, debido a su comportamiento nocturno y hábitos arborícolas. El objetivo del presente trabajo es estimar la distribución potencial del puercoespín en el sureste de México en función de variables ambientales y del estado de conservación del hábitat. La distribución potencial del puercoespín tropical se modeló en el sureste de México, abarcando los estados de Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo mediante el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt). Se utilizaron puntos georreferenciados de bases de datos y artículos científicos, así como 21 variables ambientales (19 variables bioclimáticas, vegetación y uso de suelo y altitud). Se evaluó el papel de las áreas naturales protegidas, así como de las áreas destinadas voluntariamente a la conservación mediante intersecciones para cuantificar el espacio que ocupa la distribución potencial de la especie dentro de las ANPs y ADVCS. Se utilizó el índice propuesto por Rheingantz *et al.* (2014) para identificar las áreas con mayor probabilidad de presencia que se encuentran lejos de registros previos. Las áreas con mayor probabilidad de presencia abarcan parte del estado de Tabasco, el norte y sur de Chiapas, el oeste y sur de Campeche, así como la región este de Yucatán y Quintana Roo, siendo las variables de precipitación anual, altitud y rango de temperatura anual las de mayor influencia. El 67.38% de la superficie del sureste mexicano presenta las condiciones idóneas para la especie, de las cuales únicamente el 28.37% del territorio se encuentra protegido. Se propone enfocar futuros estudios en la costa sur del estado de Chiapas y al este de Quintana Roo de acuerdo con el índice propuesto por Rheingantz *et al.* (2014), así como realizar estudios con el objetivo de verificar la presencia de la especie en las áreas con alta idoneidad ambiental.

Palabras clave: Áreas naturales protegidas, Distribución potencial, Puercoespín tropical, Sureste de México, Vacíos de información.

INTRODUCCIÓN

Los modelos de distribución potencial son herramientas que se han desarrollado en los últimos años, gracias al avance de los sistemas de información geográfica (Contreras, 2011; Torres & Javat, 2010). Dichos modelos permiten identificar áreas cuyas condiciones ambientales son óptimas para la subsistencia de las poblaciones de una especie o donde su presencia sea probable, específicamente en aquellas especies cuyos registros u observaciones directas son escasos (Ballesteros-Barrera *et al.*, 2023; Espinoza-García, 2015). Existen múltiples programas especializados en la generación de modelos de distribución, ejemplo de ello son: BIOCLIM, GAM, DOMAIN, Mahalanobis, ENFA, GARP y MaxEnt, siendo estos dos últimos los que presentan resultados más precisos (Martínez-Calderas *et al.*, 2015; Villa-Carmona & Cortés, 2014).

La elaboración de un modelo de distribución potencial requiere de dos elementos: los registros de presencia georreferenciados y las variables ambientales, las cuales permiten predecir las áreas idóneas, de acuerdo con los requerimientos de las especies, los cuales pueden ser diferentes entre estas (Contreras, 2011; Hernández-Pérez *et al.*, 2019). El uso de los modelos facilita el manejo y desarrollo de planes de conservación y de control, para especies prioritarias e invasoras respectivamente, así como para entender los elementos que influyen en la distribución de estas. Sin embargo, una de las limitantes que presenta el desarrollo de los modelos, es la calidad y el número de registros de presencia que se tengan disponible (Contreras, 2011, Hernández-Pérez *et al.*, 2019; Torres-Olave *et al.*, 2023).

Los roedores son uno de los grupos de mamíferos con mayor diversidad de especies, endemismo y una rica historia evolutiva. En la actualidad hacen falta estudios sobre la biología y distribución de muchas especies, dificultando el desarrollo de estrategias que garanticen su conservación, principalmente, aquellas con distribución limitada y que son vulnerables ante la pérdida del hábitat (Ballesteros-Barrera *et al.*, 2023).

El puercoespín tropical (*Coendou mexicanus* Kerr, 1792) es una de las especies de roedores, cuya biología, ecología, distribución y estados de conservación son pocos conocidos. Si bien es cierto que su distribución es extensa en el sur de México, existen numerosas áreas dentro de su distribución, en donde su presencia no ha sido confirmada. (Marineros-Sánchez *et al.*, 2018; Osorio-Rodríguez *et al.*, 2021; Ramírez-Bravo, 2012).

Los pocos estudios que existen de este roedor se deben a que se trata de una especie arborícola nocturna, lo que dificulta las observaciones en campo (Lorenzo *et al.*, 2014). Al ser un animal de hábitos arbóreos, la estabilidad de sus poblaciones depende de los bosques y selvas, por ende, la fragmentación de su hábitat es considerada como una de sus principales amenazas, (Cisneros-Palacios *et al.*, 2015; Marineros-Sánchez *et al.*, 2018). El presente trabajo tiene como objetivo principal estimar la distribución potencial del puercoespín en el sureste de México en función de variables ambientales y del estado de conservación del hábitat.

JUSTIFICACIÓN

El puercoespín tropical (*C. mexicanus*) es un mamífero con un rango de distribución que va desde el sur de México hasta Panamá y Costa Rica. Sin embargo, a pesar de tener una amplia distribución, es catalogada como una especie rara debido a lo poco que se conoce sobre su biología, ecología y distribución. A nivel nacional el puercoespín tropical es considerado como una especie amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019). Por otra parte, a nivel internacional está catalogado como una especie en preocupación menor de acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, mientras que únicamente en Honduras está incluido en el apéndice III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2025; Vázquez *et al.*, 2016).

El puercoespín tropical es un mamífero de hábitos arborícolas, por ende, depende de la cobertura arbórea proporcionada por los bosques y selvas, para el mantenimiento de las poblaciones. No obstante, en los últimos años la fragmentación y pérdida del hábitat, producto de la deforestación de los bosques, se ha convertido en su principal amenaza (Cisneros-Palacios *et al.*, 2015). A pesar de que el puercoespín tropical presenta una amplia distribución en la parte sur de México, todavía existen muchas áreas, cuya presencia no ha sido registrada (Osorio-Rodríguez *et al.*, 2021), sumado a esto, no existen trabajos sobre la distribución potencial del puercoespín tropical en México, a pesar de que se trata de una especie amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que, además, su hábitat está desapareciendo rápidamente.

El presente trabajo busca realizar un modelo de distribución potencial en el sureste de México, abarcando los estados de Tabasco, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán, con el fin de identificar aquellas áreas que presentan las condiciones ideales para el mantenimiento de las poblaciones del puercoespín tropical. Esta información permitirá desarrollar planes de manejo e identificar áreas prioritarias para garantizar la conservación del puercoespín tropical, así como otras especies con las que coexiste.

MARCO TEÓRICO

Puercoespín tropical

❖ Clasificación

El orden Rodentia es el taxón con mayor diversidad de mamíferos en el mundo, albergando más de 2000 especies, de las cuales 233 presentan distribución en México. Erethizontidae es una familia endémica de América, en donde se incluyen a los puercoespines del nuevo mundo y es una de las ocho familias que se encuentran en el país, la cual incluye 18 especies, clasificadas en tres géneros, de las cuales, en México únicamente se tienen registradas dos especies: el puercoespín norteamericano (*Erethizon dorsatum* Linnaeus, 1758) y el puercoespín tropical. La diferencia entre ambas especies radica en que, el puercoespín norteamericano, es más grande y presentan púas de hasta 7 cm de longitud, mientras que el puercoespín tropical es más pequeño con púas de 4 cm (Aranda, 2012; Ceballos & Oliva, 2005; Lynx Nature Books, 2023).

Cabe señalar, que algunos autores toman el género *Sphiggurus* como una sinonimia del género *Coendou*, lo que lleva a agrupar ambos taxones, debido a que ambos géneros comparten numerosas características y no están bien diferenciados entre sí. Sin embargo, algunos autores validan la separación entre ambos géneros (Lorenzo *et al.*, 2014).

❖ Características y alimentación

Es un roedor de tamaño grande, de cuerpo robusto, el cual está cubierto de espinas que van de color blanco a tonalidades amarillas, con puntas oscuras y de pelaje café. Presenta orejas pequeñas y una cola prensil (Ceballos & Oliva, 2005). Es un animal herbívoro, cuya dieta incluye hojas, botones florales, flores, cortezas, tallos, brotes, frutos y semillas (Aranda, 2012; Monterrubio-Rico *et al.*, 2010).

❖ Comportamiento

Es un animal solitario y nocturno, cuya actividad comienza a las 20:30 hrs. y alcanza su pico entre 1:00 y 4:00 hrs, pero puede ser observado durante el día descansando entre las ramas o en los huecos de los árboles. Son territoriales, con un ámbito hogareño de

aproximadamente 10 ha (Aranda, 2012; Lira-Torres *et al.*, 2014; Osorio-Rodríguez *et al.*, 2021; Pelayo-Martínez *et al.*, 2023).

❖ Hábitat

Es un mamífero de hábitos arborícolas, habita principalmente en bosques tropicales y subtropicales, pero se han registrados ejemplares en dunas costeras, manglares, bosques de niebla, bosques templados de pino y de pino-encino, mostrando preferencia hacia hábitats secos estacionalmente (Cisneros-Palacios *et al.*, 2015; Galindo-Aguilar *et al.*, 2019; Lorenzo *et al.*, 2014; Monterrubio-Rico *et al.*, 2010). A pesar de que se tienen registros en áreas perturbadas, algunos de ellos se encontraban localizados cerca de algún parche de bosque, evidenciando que, se trata de una especie dependiente a áreas con cobertura arbórea, con tolerancia a bosques perturbados, por ende, existe la probabilidad de que solo sea una especie vulnerable (Ceballos & Olivia, 2005; Galindo-Aguilar *et al.*, 2019; López *et al.*, 2009; Marineros-Sánchez *et al.*, 2018; Osorio-Rodríguez *et al.*, 2021).

❖ Reproducción

Se reproducen a lo largo de todo el año y paren una sola cría, después de 60 días de gestación. Algunos registros parecen indicar, que los puercoespines usan los bosques mesófilos de montaña, como áreas de crianza (Aranda, 2012; Cisneros-Palacios *et al.*, 2015).

❖ Ecología

Esta especie juega un papel importante en la dispersión de semillas y de algunas plántulas, contribuyendo de esta forma al mantenimiento de la función y regeneración de los bosques (Aranda, 2012; & Pelayo-Martínez *et al.*, 2023). También, forma parte de las redes tróficas, al ser depredados por grandes félidos y cocodrilos (Grajales *et al.*, 2024; Marineros-Sánchez *et al.*, 2018).

❖ Aprovechamiento

Este roedor es objeto de caza por algunas comunidades, ya sea con el propósito de aprovechar su carne, mantenerlos como mascota o simplemente como una medida de prevención, ya que, algunas personas los consideran peligrosos, debido a la errónea idea, de su capacidad de lanzar espinas cuando se sienten amenazados. También se tiene la creencia, que las espinas de esta especie tienen propiedades medicinales, así como su grasa la cual se utiliza para tratar enfermedades respiratorias. Dichas creencias pueden llegar a representar una amenaza, hacia sus poblaciones (Cisneros-Palacios *et al.*, 2015; Lira-Torres *et al.*, 2014; Marineros-Sánchez *et al.*, 2018; Ramírez-Bravo, 2012). De acuerdo con Gil & Guiascón (2012), en la comunidad maya Villa de Guadalupe, ubicada en el municipio de Champotón, Campeche; las espinas se usan para tratar dolores reumáticos, punzándose en la región afectada y para retirar espinas enterradas. Retana & Gutiérrez (2019), reportaron el uso de la carne en caldos en comunidades mayas de Campeche, para tratar enfermedades provocadas por parásitos y enfermedades autoinmunes.

Distribución y registros

El puercoespín se distribuye desde México hasta Centroamérica, llegando a Panamá. En el caso de México, la especie se encuentra presente en la parte sur y sureste del país, pero a partir de Oaxaca, su distribución se divide, extendiéndose por las costas del Pacífico y Golfo de México, llegando hasta el estado de Michoacán y San Luis Potosí respectivamente (Aranda, 2012; Lorenzo *et al.*, 2014). Es una especie de la que se tienen muy poca información y registros de presencia, debido a que es un animal nocturno, territorial y solitario, razones por la cual, es considerado como un animal raro o difícil de observar (Marineros-Sánchez *et al.*, 2018; Monterrubio-Rico *et al.*, 2010; Ramírez-Bravo, 2012).

Existen algunas áreas en donde la especie no ha sido registrada, a pesar de estar incluidas dentro de su rango de distribución. En algunas regiones, su presencia ha sido inferida únicamente, a partir de modelos de distribución potencial, mientras que otras áreas no han sido consideradas como parte de su rango de distribución, debido a la

ausencia de registros (Cisneros-Palacios *et al.*, 2015; Lira-Torres *et al.*, 2014; Osorio-Rodríguez *et al.*, 2021).

Monterrubio-Rico *et al.* (2010) proporcionaron seis nuevos registros de la especie en el estado de Michoacán, que permitieron ampliar su distribución 40 km al norte, en la costa del Pacífico. Ramírez-Bravo (2012), lo registró por primera vez para el estado de Puebla, a partir de registros obtenidos por parte del proyecto “The Jaguar in Puebla: Presence and Humans Relations”. Lira-Torres *et al.* (2014) confirmaron su presencia en la Sierra Madre Oriental, a partir de un ejemplar donado, proveniente del margen del río Pahuátlán, entre los límites de los estados de Hidalgo y Puebla.

Cisneros-Palacios *et al.* (2015) publicaron seis nuevos registros de la especie para el estado de Oaxaca, de los cuales tres son importantes, debido a que, amplían la distribución. Estas observaciones confirman la presencia de este mamífero en la Sierra Norte de Oaxaca, anteriormente, solo estaba reportado únicamente para la región planicie costera del Golfo. Galindo-Aguilar *et al.* (2019) aportaron dos nuevos registros para el estado de Oaxaca, en la región planicie costera del Golfo, en el municipio de Loma bonita. Ambos registros se llevaron a cabo en áreas de agricultura, demostrando su tolerancia hacia ambientes perturbados. Osorio-Rodríguez *et al.* (2021) ampliaron la distribución de la especie en el estado de Guerrero, con nuevos registros en la ecorregión de la Depresión de Balsas a partir de observaciones directas.

Modelos de distribución potencial

Los modelos de distribución potencial son herramientas que permiten identificar áreas, cuyas condiciones son óptimas para el mantenimiento de las poblaciones de una especie, identificar los factores que influyen en la distribución de las especies, desarrollar planes de conservación y evaluar el impacto ambiental en la distribución de las especies afectadas (Ballesterro-Barrera *et al.*, 2023; Contreras, 2012; Espinoza-García *et al.*, 2015; Torres-Olave *et al.*, 2023). A pesar de que existen numerosos algoritmos con la capacidad de realizar este tipo de modelos, uno de los más usados es el de Máxima Entropía (MaxEnt), debido a su capacidad de generar resultados precisos a partir de muy

poca información (Martínez-Calderas *et al.*, 2015; Torres-Olave *et al.*, 2023; Villa-Carmona & Cortés, 2014). MaxEnt construye estos modelos a partir de una relación entre los registros de presencia y las variables ambientales que se introduzcan, lo que permite conocer cuáles son las condiciones ambientales idóneas que requieren las especies y cuáles son las variables con mayor influencia en su distribución (Carrillo *et al.*, 2015; Espinoza-García *et al.*, 2015).

La distribución potencial con carnívoros ha sido estudiada bajo estos modelos, ya que, este es uno de los grupos de mamíferos más vulnerables ante los procesos de pérdida y fragmentación del hábitat. Sumado a esto, han sido objeto de caza, debido a los conflictos que llegan a presentar con los ganaderos (Hernández-Pérez *et al.*, 2024; Tovar & Villanueva, 2009).

El jaguar (*Panthera onca* Linnaeus, 1758) es una especie con la que frecuentemente se trabaja estos modelos en México. Estos trabajos se realizaron con el objetivo de identificar áreas que permitan el mantenimiento de poblaciones viables, distribuir de forma más eficiente los recursos destinados hacia su conservación, así como identificar áreas donde el conflicto entre jaguares y ganaderos es más probable (Lavariega, 2013; Torres-Olave *et al.*, 2023; Tovar & Villanueva, 2009).

De la Torre & Torres-Knoop (2014) modelaron la distribución del puma (*Puma concolor* Linnaeus, 1758) para el estado de Aguascalientes, mientras que, Martínez-Calderas *et al.* (2015) y Hernández-Pérez *et al.* (2024) crearon modelos enfocados en el ocelote (*Leopardus pardalis* Linnaeus, 1758) en el noreste de México y en la Sierra Norte de Puebla respectivamente. Dichos estudios, se realizaron con el objetivo de identificar áreas prioritarias para garantizar la conservación y el mantenimiento de las rutas de desplazamiento ante la pérdida y fragmentación del hábitat de la especie.

Espinoza-García *et al.* (2014) desarrollaron un modelo para el coatí de nariz blanca (*Nasua narica* Linnaeus 1766) en el noreste de México, debido a la poca información que existe sobre el estado en el que se encuentran sus poblaciones. Espinoza-García *et al.*

(2015) trabajaron con este tipo de modelos, enfocándose en el mapache (*Procyon lotor* Linnaeus 1758) en la Sierra Madre Oriental, con el objetivo de conocer cuáles son las variables ambientales que influyen en su distribución. Por último, Rodríguez (2017) trabajó con la nutria neotropical (*Lontra longicaudis* Olfers, 1818) en el estado de Tabasco, ya que, a pesar de que se tiene un modelo a nivel nacional, el hecho de que haya pocos registros de la nutria en el estado, genera sesgos en el mismo. Ortega-Padilla *et al.* (2022) realizaron estudios con este mustélido, en el estado de Yucatán, para conocer las áreas con posible presencia, para posteriormente realizar su verificación.

El tapir (*Tapirus bairdii* Gill, 1865), es una especie que se encuentra en peligro debido a la pérdida del hábitat y la cacería. Por medio de modelos se ha podido identificar áreas importantes para su conservación (Carrillo *et al.*, 2015). Hernández-Pérez *et al.* (2019) trabajaron con el pecarí de collar (*Pecari tajacu* Linnaeus, 1758) y con cerdos ferales (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), con el objetivo de elaborar planes de manejo, que permitan controlar la población de los cerdos y garantizar la conservación del pecarí.

Vidal-García & Serio-Silva (2011), desarrollaron modelos para las tres especies de primates presentes en México, ya que, si bien, anteriormente se habían realizado estudios sobre su rango de distribución, muchos de ellos estaban limitados a pequeñas áreas. Rosique *et al.*, (2012) trabajaron con las dos especies de monos aulladores (*Alouatta* spp.) en el estado de Tabasco ante diferentes escenarios de cambio climático, utilizando variables ambientales de WorldClim.

Ballester-Barrera *et al.* (2023) realizaron modelos enfocados en la rata de madera de Magdalena (*Xenomys nelsoni* Merriam, 1892), se trata de un mamífero endémico de México, de hábitos nocturnos y arborícolas, cuya observación en vida silvestre no es fácil. En el caso de los puercoespines, Narváez-Romero *et al.* (2018) llevaron a cabo un modelo con el puercoespín cola corta (*Coendou rufescens* Gray, 1865) en los países de Colombia, Ecuador y Perú. Para su elaboración, se utilizaron las variables bioclimáticas de WorldClim y se superpusieron capas de vegetación residual y áreas naturales protegidas, con el objetivo de evaluar la pérdida del hábitat.

Ramírez-Chávez *et al.* (2019), trabajaron con el puercoespín marrón (*Coendou vestitus* Thomas, 1899), un mamífero endémico de Colombia y cuya información biológica es escasa. Finalmente, Marineros-Sánchez *et al.* (2018) realizaron un modelo del puercoespín tropical en Honduras, con el objetivo de proporcionar nuevas áreas con probable presencia. Para su realización se utilizaron variables climáticas de WorldClim.

En el caso del puercoespín en territorio nacional, Ceballos *et al.* (2006), construyeron un modelo para México, con el paso del tiempo se ha ido ampliando hacia el norte y centro del país, gracias a los nuevos registros de la especie. Lavariega & Briones-Salas (2019) modelaron la distribución de este roedor para México, mientras que, Sánchez-Cordero *et al.* (2020) abarcaron hasta Honduras. Dichos modelos fueron elaborados únicamente a partir registros georreferenciados.

Actualmente no existen trabajos en México, sobre modelos de distribución potencial que incluyan variables ambientales, por ende, es importante realizar un modelo, donde se tome en cuenta dichas variables como: la altitud, el clima y la vegetación, destacando esta última, debido a que la especie es dependiente a las áreas con cobertura arbórea, siendo la reducción y la fragmentación del hábitat su principal amenaza. A pesar de que existen registros en áreas modificadas por el hombre, estos han sido cerca de un parche de vegetación con cobertura arbórea. Ya que se trata de una especie tolerante ante las perturbaciones, una estrategia para asegurar su conservación es mantener la conectividad de su hábitat, restaurar aquellas áreas perturbadas por el hombre y conservar las áreas que poseen las condiciones ambientales óptimas (Cisneros-Palacios *et al.*, 2015; Galindo-Aguilar *et al.*, 2019; Grajales *et al.*, 2024; Osorio-Rodríguez *et al.*, 2021)

Pérdida y fragmentación del hábitat

Las selvas tropicales son uno de los ecosistemas que albergan mayor diversidad de especies y que, además, proveen una gran variedad de servicios ecosistémicos, destacando la regulación del clima y la captura de carbono por medio de la fotosíntesis (Lorenzo *et al.*, 2014). Desafortunadamente, en la actualidad estos ecosistemas se están perdiendo a un ritmo preocupante, siendo las selvas de Latinoamérica, las que presentan las tasas de pérdida más altas en todo el mundo, debido a la expansión de la ganadería, agricultura y asentamientos humanos (Lavariega, 2013; Pelayo-Martínez *et al.*, 2023).

La pérdida de la cobertura vegetal nativa es lo que se conoce como fragmentación, llegando a romper la continuidad de las selvas y produciendo remanentes más pequeños y con mayor distancia de separación entre sí, siendo uno de los principales factores que afectan a los mamíferos. Algunas de las consecuencias que genera la fragmentación del hábitat, es el aislamiento de las poblaciones, la reducción del flujo genético, endogamia y el efecto Allee. Una de las estrategias que se ha implementado para mantener la conectividad, es el proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano, cuyo objetivo, es conectar las áreas naturales del sureste mexicano y Centroamérica (Contreras, 2011; Hernández-Pérez *et al.*, 2024; Salazar *et al.*, 2017).

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la distribución potencial del puercoespín tropical (*Coendou mexicanus*) ante las variables ambientales y el estado de conservación del hábitat?

OBJETIVOS

❖ Objetivo general

Estimar la distribución potencial del puercoespín tropical (*Coendou mexicanus*) en el sureste de México en función de variables ambientales y del estado de conservación del hábitat.

❖ Objetivos específicos

- Construir un modelo de distribución potencial para estimar las áreas probables de idoneidad ambiental de la distribución de *C. mexicanus* en el sureste de México a partir de registros de presencia y variables ambientales.
- Evaluar el grado de representatividad de las zonas de alta probabilidad de presencia de *C. mexicanus*, para entender el papel e importancia de las áreas protegidas a largo plazo de esta especie.
- Identificar sitios prioritarios y vacíos de información en la distribución geográfica de *C. mexicanus* en el sureste mexicano, para establecer recomendaciones de futuras investigaciones de la presencia de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

La distribución potencial del puercoespín tropical, se modeló en el sureste de México, abarcando los estados de Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (**Figura 1**), los cuales pertenecen a seis regiones fisiográficas, siendo estas: la planicie costera del Golfo de México que se extiende por Tabasco y norte de Chiapas, la meseta central de Chiapas, la depresión central de Chiapas, la sierra madre de Chiapas siendo esta la parte más alta del sureste de México con 4,026 m de altitud, la planicie costera del sureste que cubre la costa de Chiapas y la plataforma de Yucatán, la cual abarca los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Morrone , 2019).

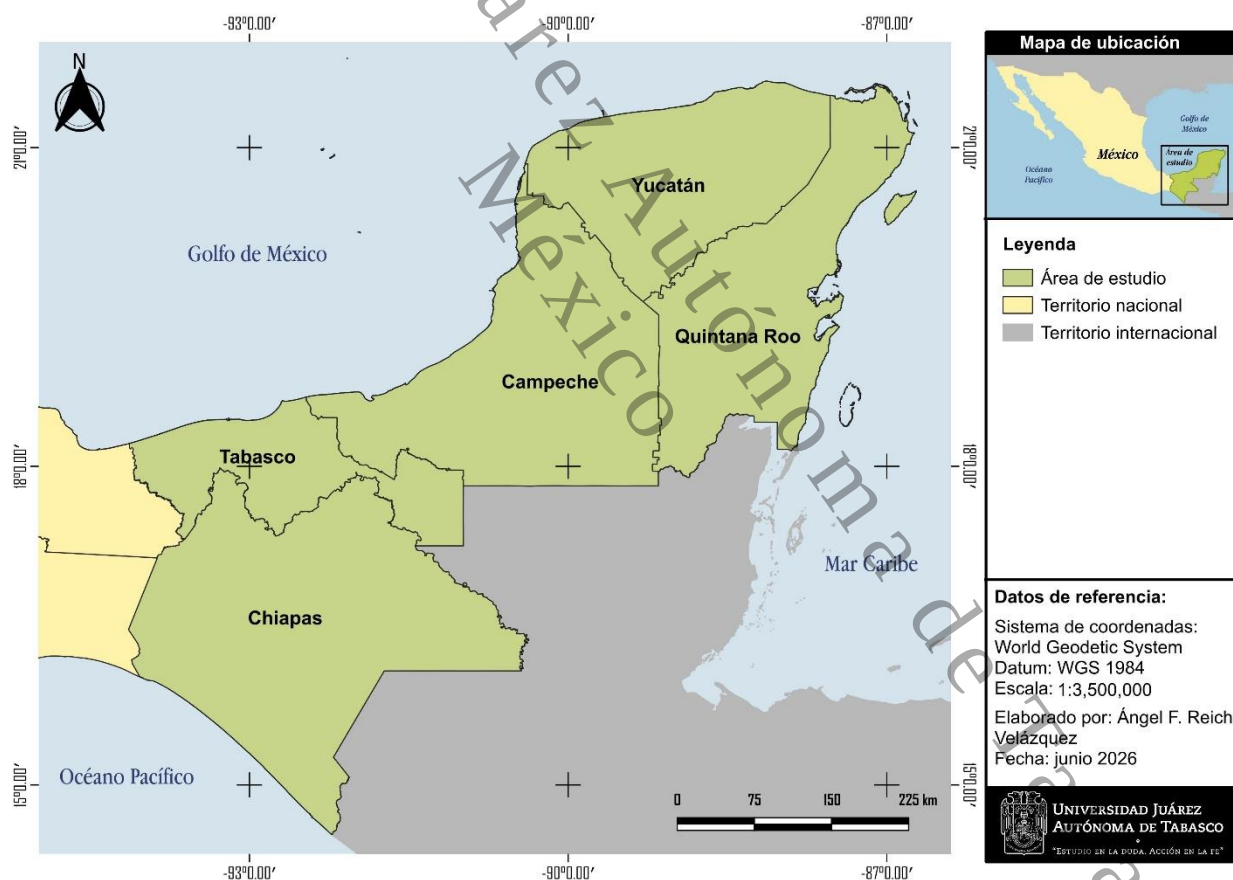


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

❖ **Edafología.**

El tipo de suelo con mayor dominancia en el sureste de México es el leptosol, mismo que se caracteriza por estar limitado por roca dura continua, son porosos y presentan una profundidad de entre 10 y 25 cm. A pesar de que se trata de un suelo fértil, presenta un bajo contenido de manganeso y fósforo, razón por la cual, no son calificados para la agricultura (INEGI, 2017a; INEGI, 2017b; INEGI, 2017c; INEGI, 2017e; Mendoza, 2010; Villalobos, 2013). Por otro lado, en el estado de Tabasco el suelo con mayor dominancia es el gleysol, que se caracteriza por permanecer inundados o saturados de agua la mayor parte del año, debido a que se encuentran en zonas bajas del estado. Actualmente se utiliza para realizar actividades agrícolas y pecuarias (INEGI, 2017d; Zavala, 2019).

❖ **Hidrología.**

Los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán en conjunto conforman la plataforma de Yucatán, una región fisiográfica de México, cuyos sedimentos son de tipo kárstico de origen calcáreo, el cual se caracteriza por ser altamente fracturado, debido a ello, el suelo presenta una alta porosidad, permitiendo que el agua se infiltre fácilmente en el subsuelo y de origen a corrientes subterráneas, cavernas y cenotes, siendo estos los principales cuerpos de agua que dominan península de Yucatán. Debido a las características del suelo, los ríos y arroyos son escasos y las corrientes superficiales que existen suelen ser temporales (Durán & Méndez, 2010; Tello & Castellanos, 2011; Villalobos-Zapata & Mendoza, 2010).

Entre los estados de Tabasco y Chiapas, circulan los ríos más caudalosos de México: el río Grijalva y el Usumacinta, los cuales se originan en la República de Guatemala y desembocan en el Golfo de México. La mayor parte de la superficie del estado de Chiapas se encuentra en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta, mientras que el 14% del estado pertenece a la cuenca de la Costa de Chiapas y únicamente el 1% pertenece a la cuenca de Coatzacoalcos (Villalobos, 2013).

Tabasco es el estado que alberga la red hidrológica más compleja en México, debido a las abundantes precipitaciones y a la presencia de los ríos más caudalosos del país: el

Grijalva y el Usumacinta. Durante la época de lluvias, las inundaciones llegan a ser un fenómeno muy común debido al desbordamientos de los ríos y al tipo de suelo que domina el estado (Zavala, 2019).

❖ **Clima.**

Debido a la influencia marítima, la circulación de vientos del este, ondas y tormentas tropicales, así como su tipo de relieve (planicie costera), los climas que dominan el sureste de México son cálidos húmedos y subhúmedos, los cuales están presentes en la península de Yucatán, Tabasco y algunas regiones de Chiapas (Durán & Méndez, 2010; Morrone, 2019; Zavala, 2019). De acuerdo con la clasificación de Köppen, el tipo de clima con mayor dominancia en el sureste de México es el cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w). Sin embargo, en el estado de Tabasco el clima que predomina es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano Am. En la costa noroeste de Yucatán, el clima es semiseco muy cálido y cálido BS1(h') (INEGI, 2017a; INEGI, 2017b; INEGI, 2017c; INEGI, 2017d; INEGI, 2017e; Durán & Méndez, 2010). En el sureste de México, el clima templado se encuentra únicamente en el estado de Chiapas, en regiones que se encuentran a una altitud mayor o igual a los 2000 msnm, donde la temperatura oscila entre los 12 y 18°C (INEGI, 2017b; Villalobos, 2013).

❖ **Vegetación.**

La selva mediana subperennifolia es la vegetación dominante en la península de Yucatán, siendo esta, la vegetación representativa de Quintana Roo y Campeche. En el caso de Yucatán, esta comunidad vegetal únicamente se encuentra presente en el noreste del estado, en los municipios de Tizimín, Tecax, Peto y Tzucacab, los cuales se encuentra cerca de los límites entre Yucatán y Quintana Roo. El tipo de vegetación dominante en Yucatán es la selva mediana subcaducifolia, extendiéndose desde el noreste hasta el suroeste del estado (Durán & Méndez, 2010).

En el estado de Quintana Roo existen doce comunidades vegetales, siendo la selva mediana subperennifolia la que predomina en el estado. En la región oeste y noroeste del estado hay presencia de selvas medianas subcaducifolias, mientras que en las costas

domina el manglar. En menor proporción hay presencia de tulares, popales y sabanas (Tello & Castellanos, 2011). Por otro lado, en Campeche, las selvas medianas subcaducifolias se encuentran presentes en toda la parte sur, hacia el noreste del estado. Anteriormente, las selvas altas y medianas subperennifolias eran el tipo de vegetación que predominaba, sin embargo, en la actualidad esta comunidad vegetal esta reducida en pequeños fragmentos, producto de los procesos de deforestación realizados durante el siglo XIX (Villalobos-Zapata & Mendoza; 2010).

En el estado de Tabasco la vegetación dominante son los pastizales cultivados, donde se desarrollan actividades agropecuarias. Actualmente, la vegetación nativa se encuentra reducida a unos cuantos parches, inclusive, algunas comunidades vegetales están cerca de desaparecer en el estado, como los bosques mesófilos de montañas, la selva de canacoíte y las selvas altas perennifolias. La vegetación acuática es la comunidad vegetal nativa dominante, conformada por plantas hidrófilas libres flotadoras e hidrófitas enraizadas emergentes (Zavala, 2019).

En Chiapas se tienen registradas 17 comunidades vegetales, destacando la diversidad de bosques templados que se distribuyen en el estado, los cuales son: los bosques de encino, de pino, de pino-encino y los bosques mesófilos de montaña, siendo estos, los ecosistemas que predominan en las partes altas del estado. En las zonas más bajas (altitud menor o igual a 1,500 msnm) predominan las selvas tropicales (Villalobos, 2013).

❖ **Altitud.**

El relieve del sureste mexicano es mayormente una planicie, existen numerosas elevaciones que pueden influir en la distribución del puercoespín, siendo el volcán Tacaná la zona más alta del área de estudio, ubicado en el estado de Chiapas con una altitud de 4,080 msnm. Para el estado de Tabasco, la zona más alta es la Sierra Tapijulapa con 900 msnm, el Cerro Champerico para Campeche con 390 msnm, mientras que para Quintana Roo y Yucatán, sus elevaciones más altas solo llegan hasta 200 msnm (INEGI, 2017a; INEGI, 2017b; INEGI, 2017c; INEGI, 2017e).

❖ **Áreas protegidas.**

Las áreas naturales protegidas (ANP) son una importante estrategia de conservación, que permiten mantener los procesos ecológicos y a su vez, actúan como refugios para las especies. En México existen 232 ANPs decretadas, que cubren y protegen una superficie de 98,000,719 ha. Para el sureste mexicano existen 61 ANPs decretadas que cubren una superficie de 4,387,620.49 ha, siendo el estado de Quintana Roo el que mayor número de estas posee, con 26 (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP, 2025c; Dubley, 2008).

Las áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC) son áreas naturales protegidas establecidas a partir de la iniciativa por parte de los ciudadanos, con el objetivo de destinar terrenos de su propiedad a la conservación de la biodiversidad. En México se encuentran 609 ADVC, ocupando una superficie de 1,314 598.42 ha, de las cuales 250,863.02 ha se encuentran dentro del área de estudio, correspondiendo a 73 ADVC. Campeche cuenta con un total de 36 áreas destinadas voluntariamente a la conservación registradas, de las cuales, el municipio de Calakmul es el que más ADVC posee, con un total de 18. (CONANP, 2025a; CONANP, 2025b).

Obtención de registros.

Para la realización del modelo de distribución potencial (**Figura 2**), se utilizaron registros georreferenciados de toda el área de distribución de la especie, procedentes de artículos de investigación y bases de datos como: Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/es/>), VerNet (<http://portal.vertnet.org/search>), iNaturalista (<https://mexico.inaturalist.org/>) y del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (<https://www.snib.mx/>) (Ortega-Padilla *et al.*, 2022). De igual forma, se hizo uso de registros proporcionados por el Laboratorio de Ecología del Paisaje y Cambio Global, y el laboratorio de Colección de Mamíferos, ubicados en la División Académica de Ciencias Biológicas UJAT.

Se elaboró una base de datos en el programa de Microsoft Excel versión 2301, en donde, se depositaron todos los registros georreferenciados en formato de tabla, la cual incluyó:

coordenadas geográficas (longitud y latitud), fecha, origen, localidad y estado donde se registró la especie. Las coordenadas UTM se convirtieron a coordenadas geográficas. La hoja de cálculo de Excel se guardó en formato CSV UTF-8 (delimitado por comas), para posteriormente exportarla (Franzpc, 2021; Rodríguez, 2017; Rosique, 2012).

Para evitar una sobrerrepresentatividad de los datos, se efectuó un proceso de depuración, para ello, se eliminaron los registros obtenidos antes del año 2000 y aquellos que estaban duplicados y que carecían de coordenadas, utilizando el programa de Microsoft Excel (Rodríguez, 2017). También se depuraron los registros que se encontraban fuera del área de distribución por medio de la opción “Conmutar edición” de QGIS Desktop versión 3.40.3. y los datos que tenían una distancia de separación menor a 5 km, utilizando el paquete de spThin del software R Project versión 4.5.1 con interfaz de Rstudio versión 2025.09.1+401 para Windows (Aiello-Lammens *et al.*, 2015; Hernández-Pérez *et al.*, 2019; Mercado *et al.*, 2010; Narváez-Romero *et al.*, 2018; R Core Team. 2025).

Variables ambientales.

Para la realización del modelo de distribución potencial, se utilizaron un total de 21 variables ambientales: altitud, vegetación y 19 variables bioclimáticas. Por medio de una prueba Jackknife se evaluó el porcentaje de aportación de cada una de las variables ambientales a usar, para identificar cuáles son las que tienen mayor influencia en la distribución del puercoespín tropical (Carrillo *et al.*, 2015; Espinoza-García *et al.*, 2015; Espinoza-García *et al.*, 2015).

Se utilizó la capa “*World Countries Generalized*” de Environmental Systems Research Institute (ESRI), para delimitar las variables ambientales a los países donde la especie tiene distribución (de México a Panamá), utilizando la opción “Cortar ráster por capa de máscara” de QGIS. Todas las capas se descargaron como ráster y se guardaron en formato ASCII (.asc), mediante la opción “Conversión”. A continuación, se describe las capas que se utilizaron para representar cada una de las variables, así como su procedencia.

❖ **Vegetación y uso de suelo.**

La variable de vegetación y uso de suelo se representó con la capa de cobertura mundial de WorldCover (<https://esa-worldcover.org/en>), la cual se ha utilizado para elaborar modelos de distribución potencial y selección del hábitat (Parrino *et al.*, 2025; Vorel *et al.*, 2024; Zanaga *et al.*, 2022). La capa de uso de suelo se descargó por medio de cuadrículas seleccionando únicamente aquellas que incluyen el área de distribución de la especie. Posteriormente la capa final se obtuvo mediante la opción “Crear ráster virtual” de QGIS.

❖ **Altitud**

La variable de la altitud fue representada por medio de la capa “USGS EROS Archive – Digital Elevation – Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010)” (EROS). Se descendieron únicamente las cuadrículas que corresponden al rango de distribución de la especie, para unir los ráster se utilizó la opción “Combinar” de QGIS (Espinoza-García *et al.*, 2014, Espinoza-García *et al.*, 2015, Fedorova *et al.*, 2021; Torres-Olave *et al.*, 2023).

❖ **Clima.**

Se usaron 19 variables climáticas (**Tabla 1**) procedentes de WorldClim (<https://worldclim.org/>). Dentro de estas variables, se incluyen las precipitaciones, la isotermalidad, temperaturas máximas, mínimas y promedio (Botello *et al.*, 2015; Hijmans *et al.*, 2005; Marineros-Sánchez *et al.*, 2018). La integración de esta variable es importante debido a que, el tipo y la densidad de la vegetación está relacionado con el clima, siendo esta mayor, en zonas donde las precipitaciones son abundantes (Carrillo *et al.*, 2015).

Tabla 1. Variables bioclimáticas procedentes de WorldClim (Fick & Hijmans, 2017).

Variables climáticas procedentes de Worldclim			
Código	Variable	Código	Variable
BIO1	Temperatura media anual	BIO11	Temperatura media del cuarto más frío
BIO2	Rango diurno medio	BIO12	Precipitación anual
BIO3	Isotermalidad	BIO13	Precipitación del mes más lluvioso
BIO4	Estacionalidad de la temperatura	BIO14	Precipitación del mes más seco
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido	BIO15	Estacionalidad de la precipitación
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío	BIO16	Precipitación del trimestre más húmedo
BIO7	Rango de la temperatura anual	BIO17	Precipitación del trimestre más seco
BIO8	Temperatura media del cuarto más húmedo	BIO18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO9	Temperatura media del trimestre más seco	BIO19	Precipitación del cuarto más cálido
BIO10	Temperatura media del trimestre más cálido		

Modelación de la distribución potencial.

La modelación se realizó en toda el área de distribución del puercoespín, abarcando desde México hasta Panamá. Se utilizó el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt) version 3.4.4, haciendo uso de los registros de presencia, que se obtuvieron a partir de las bases de datos y literatura consultada (Ramírez-Chávez *et al.* 2019; Narváez-Romero *et al.*, 2018; Vidal-García & Serio-Silva, 2011).

El 75% de los registros se usó para realizar la calibración y entrenamiento del modelo, mientras que el 25% restante se utilizó para su evaluación. Para realizar la validación se utilizó el área debajo de la curva (AUC), proveniente de la curva operada por receptor (ROC) la cual permite conocer la precisión del modelo, donde los valores cercanos a 1

representan una buena ejecución del algoritmo. Se realizaron 15 réplicas para observar la variabilidad que pueden llegar a tener los modelos, el mejor modelo se seleccionó a partir del valor de la mediana observada en los valores de AUC (Carrillo *et al.*, 2015, Espinoza-García *et al.*, 2014; Espinoza-García *et al.*, 2015; De la Torre & Torres-Knoop, 2014; Marineros-Sánchez *et al.*, 2018, Plasencia-Vázquez *et al.*, 2014).

Una vez realizado el modelo, este se guardó en formato ASCII (.asc) y se exportó al programa de QGIS. Se utilizó la presencia mínima de entrenamiento (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2020), para generar un mapa binario que permita identificar las áreas con probabilidad de presencia de la especie, así como las áreas que poseen las características ambientales idóneas para la misma (Rodríguez, 2017; Rosique, 2012; Rosique, 2020).

Se reclasificó el mapa de distribución potencial a partir del umbral mínimo de presencia utilizando la opción “*Reclasificar por tabla*”, donde las áreas que se encuentran debajo de este valor representan ausencia de la especie, debido a que, las condiciones ambientales no son adecuadas (Nulo). El valor restante se dividió de forma equitativa, para establecer tres categorías, siendo estas: bajo para los lugares poco adecuados, media para las zonas parcialmente adecuadas y alta para los sitios con las condiciones ambientales idóneas para la especie (Rosique, 2012; Niu *et al.*, 2025).

Áreas naturales protegidas.

Para evaluar el papel de las áreas naturales protegidas, se hizo uso de la capa “*Áreas Naturales Protegidas Federales de México, septiembre 2024*”, “*Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México*” versión 2015 y 2025, debido a que no se encuentran representadas las ANPs estatales de Tabasco en las últimas versiones. También se utilizó de la capa “*Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación*” procedente de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (<https://advc.conanp.gob.mx/>). Se descartaron las áreas naturales protegidas que se encontraban en las zonas insulares, debido a que la especie posee únicamente distribución continental (Villafañe-Trujillo *et al.*, 2023).

Se utilizó la opción “Poligonizar” de QGIS para convertir la capa ráster reclasificada a una vectorial, permitiendo realizar una intersección entre el modelo y las áreas naturales protegidas, utilizando la herramienta de geoproceto “Intersección”, identificando así, cuáles son las áreas conservadas que poseen espacios, con los requerimientos ambientales y con probable presencia del puercoespín. Para evaluar el papel de las áreas de conservación, se cuantificó el espacio que ocupa la distribución potencial dentro de dichas áreas (Martínez *et al.*, 2018; Rosique, 2020; Viquez, 2024). Esta información es para conocer si las zonas conservadas, poseen las condiciones óptimas para la presencia y conservación de la especie.

Identificación de sitios con vacío de información.

Se utilizó el índice propuesto por Rheingantz *et al.* (2014) (**Ecuación 1**), el cual consiste en multiplicar el valor de idoneidad de los pixeles con presencia del puercoespín, por su distancia al registro más cercano y dividirlo entre el valor más alto del índice. Dicho cálculo permite conocer las áreas con mayor probabilidad de presencia de la especie que se encuentran lejos de los puntos de ocurrencia (áreas estudiadas); los valores más cercanos a uno representan los sitios con vacíos de información, para así poder priorizarlas en futuras investigaciones (Prieto-Torres, D. A. & Pinilla-Buitrago, 2017; Rheingantz *et al.*, 2014; Viquez, 2024).

Ecuación 1. Índice propuesto por Rheingantz *et al.* (2014).

$$\text{Índice de Rheingantz} = \frac{Vip \times d}{Max (Vip \times d)}$$

Donde:

Vip = Valor de idoneidad del píxel.

d = Distancia al registro georreferenciado más cercano.

Max (Vip x d) = Valor máximo obtenido del producto de **Vip** x **d**.

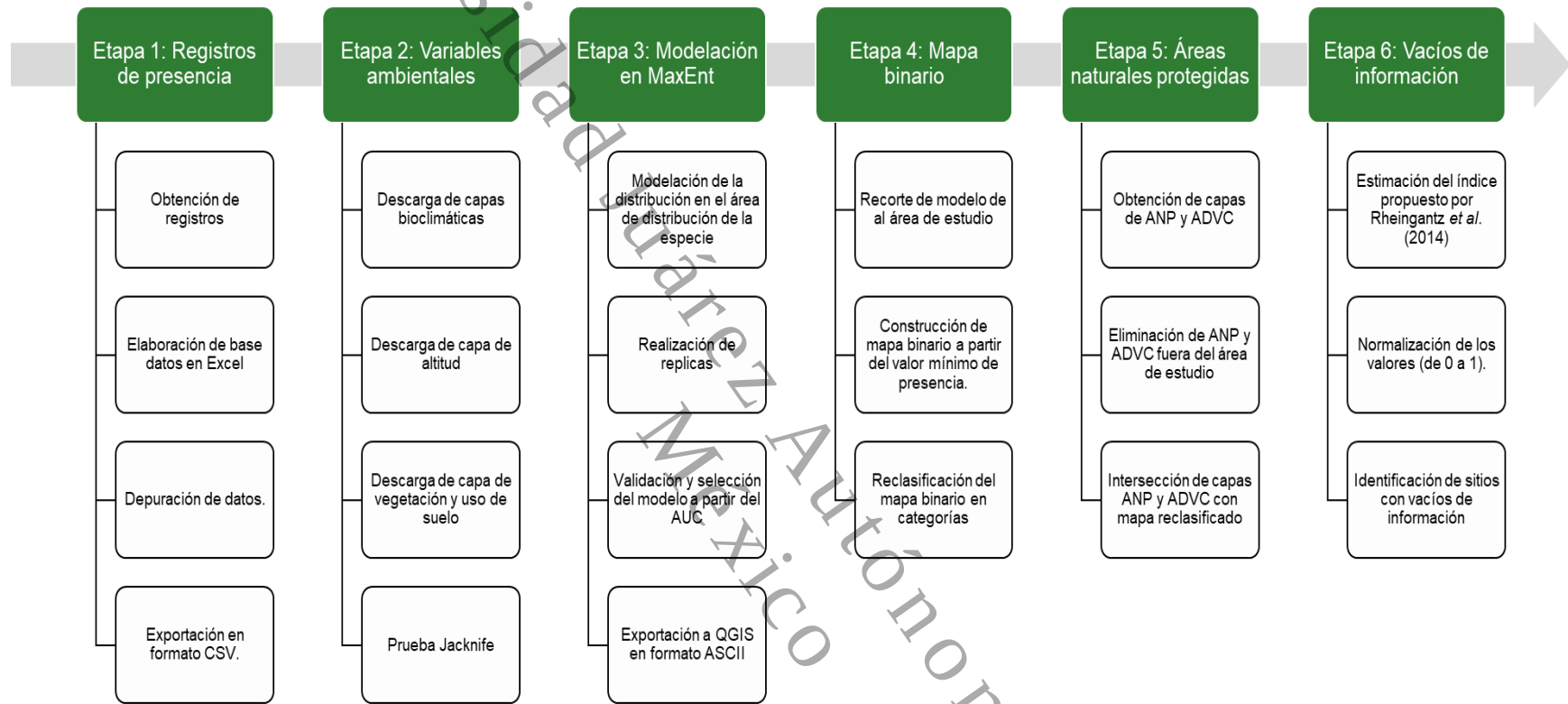


Figura 2. Resumen en formato de esquema del procedimiento utilizado en el presente trabajo para la elaboración del modelo de distribución potencial, cuantificación de superficie idónea dentro de las áreas naturales protegidas e identificación de sitios vacíos de información.

RESULTADOS

Registros obtenidos.

Se obtuvieron 2,291 registros (**Tabla 2**) que corresponden a toda el área de distribución del puercoespín. Después de la depuración de los datos se obtuvo 571 registros, utilizados para ejecutar el modelo, de los cuales 355 se registraron en territorio mexicano y 261 dentro del área de estudio.

Tabla 2. Número de registros obtenidos y utilizados para la elaboración del modelo de distribución total.

Origen	No. Datos obtenidos	No. Datos utilizados
Artículos científicos	32	19
Global Biodiversity Information Facility (GBIF)	916	256
VerNet	3	0
iNaturalista	354	83
Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)	779	164
Laboratorio de Ecología del Paisaje y Cambio Global, UJAT	181	36
Laboratorio de Colección de Mamíferos, UJAT	26	13
Total	2,291	571

Modelo de distribución potencial.

El modelo se elaboró a partir de 15 réplicas tipo Bootstrap, donde se utilizaron 142 registros (25%) para evaluar los modelos y 429 (75%) para realizar la calibración. El valor promedio de la curva AUC es de 0.920, lo que indica una buena ejecución de los modelos.

La mediana del valor AUC fue de 0.920, sin embargo, debido a que se obtuvieron más de dos modelos con el mismo valor, como último criterio de selección se utilizó la mediana del valor AUC de las pruebas de testeo, teniendo un valor de 0.901. Como resultado, el modelo número siete (**Figura 11**) es el que cumple con estos criterios (**Figura 3**).

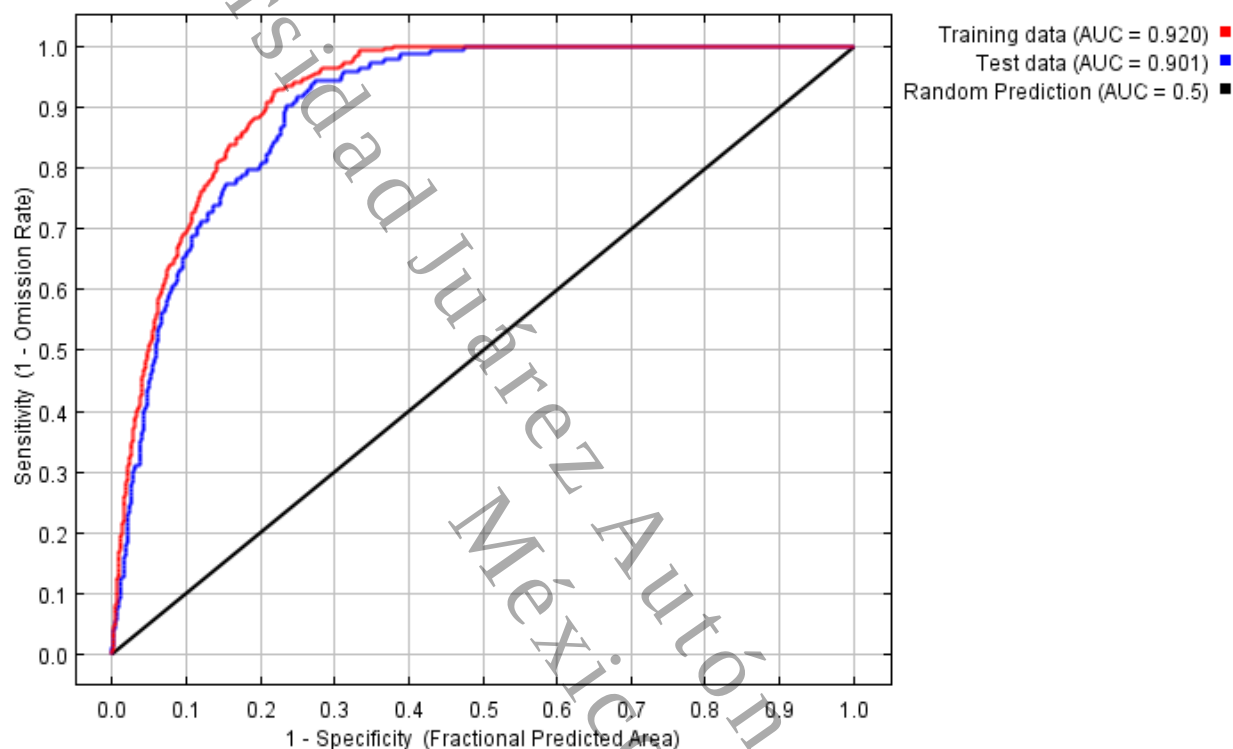


Figura 3. Valor AUC obtenido del modelo de distribución potencial número siete. La línea negra representa la aleatoriedad que puede llegar a tener el modelo, un valor AUC debajo de dicha línea indica que el modelo no es mejor que el azar (≤ 0.5). Por otro lado, la línea azul y roja representan la ejecución del modelo a partir de los datos de testeo o evaluación y de calibración, respectivamente.

De acuerdo con la prueba de Jackknife (**Figura 4**), las variables BIO12 (Precipitación anual), Altitud y BIO7 (Rango de la temperatura anual) fueron las que obtuvieron un mayor porcentaje de contribución (**Tabla 3**), representando en conjunto 73.5 %. Por otro lado, las variables BIO11 (Temperatura media del cuarto más frío), BIO1 (Temperatura media anual), BIO13 (Precipitación del mes más lluvioso) y BIO10 (Temperatura media del trimestre más cálido) no presentaron ninguna contribución al modelo.

Tabla 3. Contribución porcentual de cada una de las variables ambientales al modelo.

Porcentaje de contribución					
BIO12	45.5	BIO6	1.6	BIO17	0.6
Altitud	17.5	BIO5	1.5	BIO15	0.5
BIO7	10.5	BIO18	1.3	BIO9	0.4
BIO2	9.2	BIO14	1.3	BIO11	0
BIO4	2.8	BIO8	0.9	BIO1	0
BIO16	2.2	BIO19	0.9	BIO13	0
BIO3	2.2	Vegetación	0.8	BIO10	0

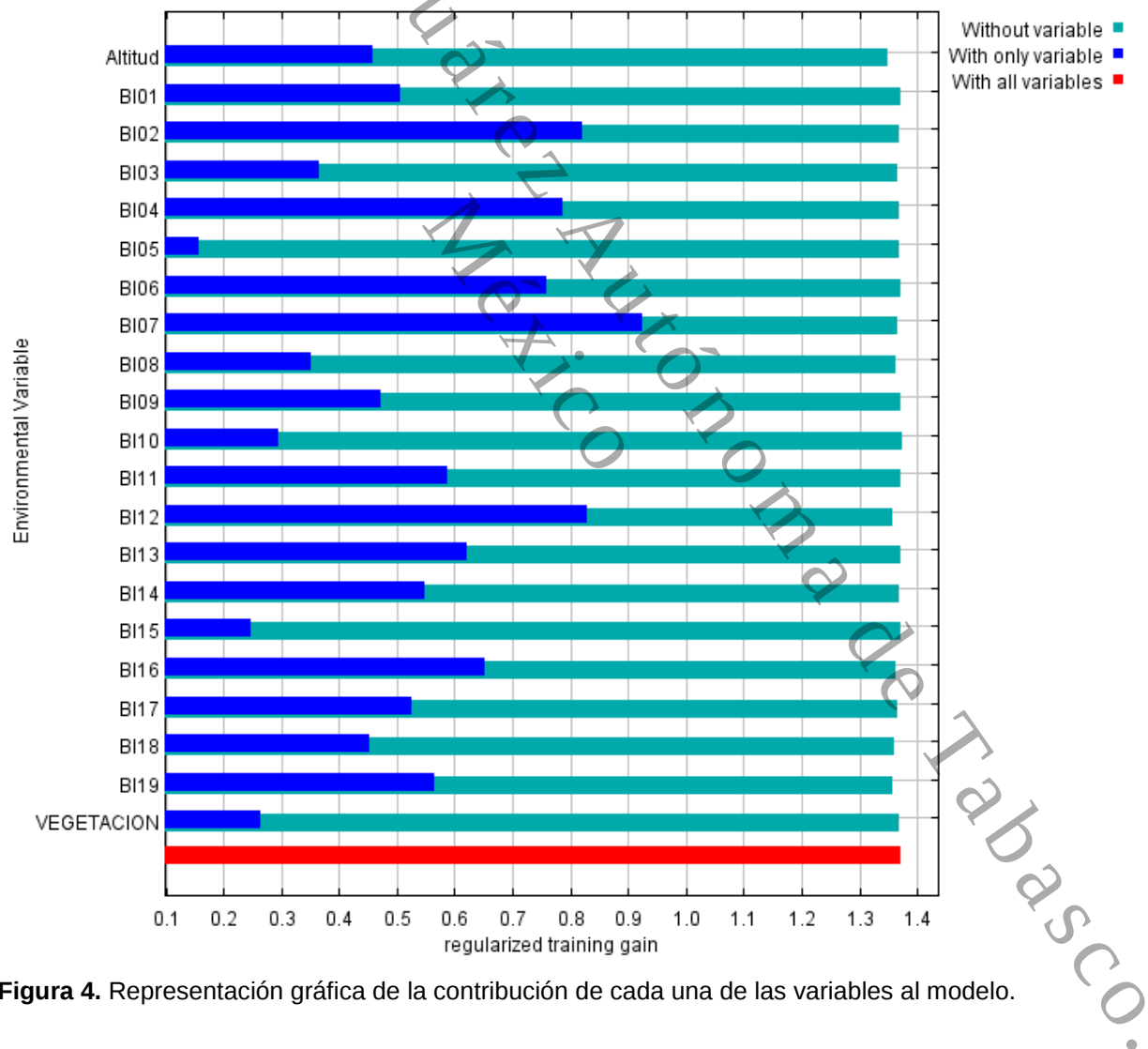


Figura 4. Representación gráfica de la contribución de cada una de las variables al modelo.

Realizando el recorte del modelo al sureste de México, se puede observar que las áreas con mayor probabilidad de presencia del puercoespín se encuentran principalmente en el estado de Tabasco, la costa de Chiapas y al este de Quintana Roo. Las zonas con baja o nula probabilidad de presencia de la especie, se encuentra principalmente al sur de Yucatán, el oeste y suroeste de Quintana Roo y Campeche exceptuando la región oeste del estado, así como la parte central de Chiapas.

Se elaboró el mapa binario para el sureste de México (**Figura 5**), tomando el valor mínimo de presencia, el cual tiene un valor de 0.325. Las áreas que se encuentran dentro del umbral abarcan el estado de Tabasco, la región oeste y sur de Campeche, el centro y este de Yucatán, la parte noreste y sur de Quintana Roo y la región sur y norte de Chiapas., con algunas áreas aisladas entre sí en la zona central.

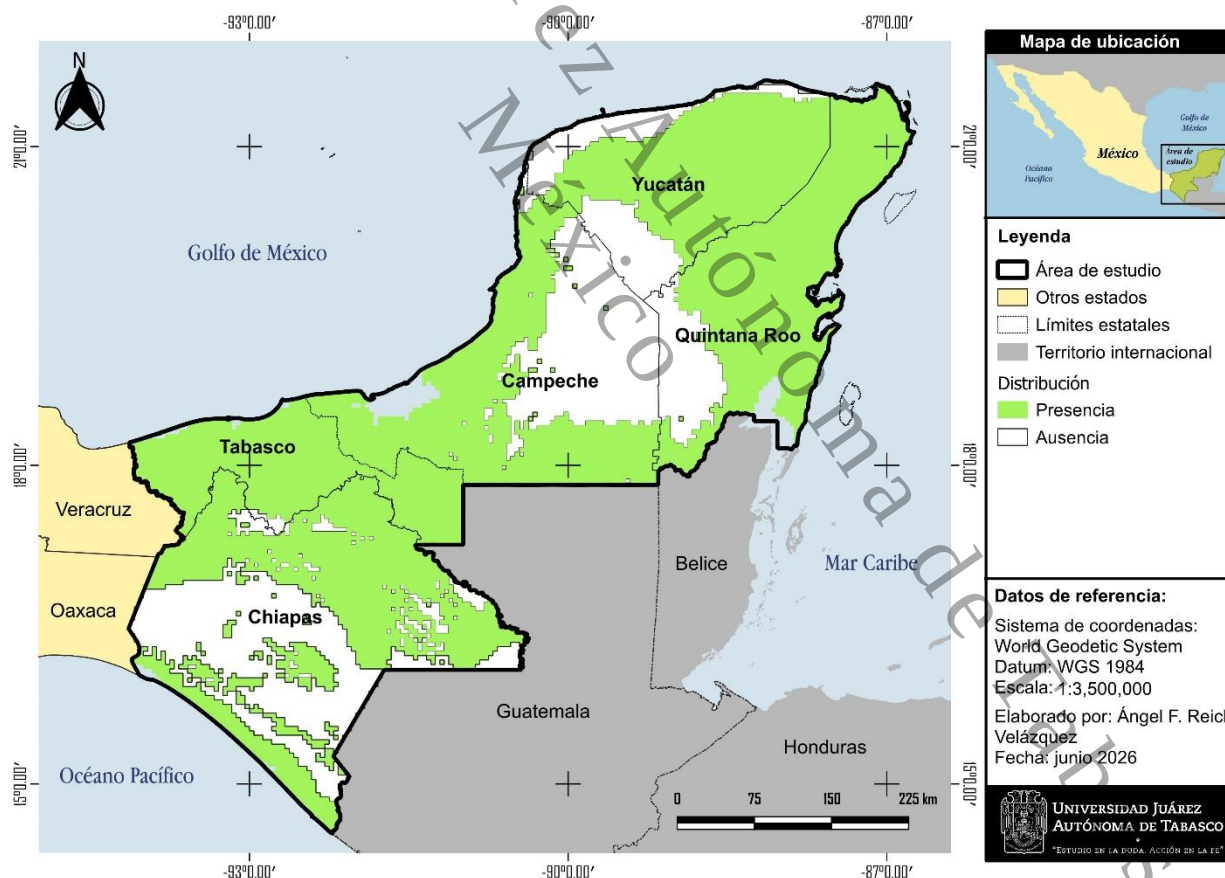


Figura 5. Mapa binario (presencia y ausencia) de la distribución potencial del puercoespín en el sureste de México.

Se reclasificó el mapa de distribución potencial (**Figura 6**) en cuatro categorías a partir de la presencia mínima de entrenamiento, donde, las áreas con nula probabilidad de presencia cubren una superficie aproximada de 73,273.57 km². Las zonas con baja idoneidad ambiental representan 78,582.42 km², siendo esta la categoría con más extensión en el sureste mexicano, contrastando con las áreas que poseen las condiciones óptimas para la especie, abarcando 29,690.25 km². Tabasco es el estado que alberga la mayor extensión de áreas óptimas para la especie (**Tabla 4**), con una extensión aproximada de 15,397.32 km².

Tabla 4. Extensión de la superficie reclasificada en kilómetros cuadrado (km²) por estado.

Categoría	Tabasco	Chiapas	Campeche	Quintana Roo	Yucatán
Nulo	378.63	31,189.47	22,568.84	7,616.94	11,519.69
Bajo	2,737.86	32,404.04	20,848.13	10,262.14	12,330.29
Medio	5,623.22	4,711.99	5, 234.07	20,455.99	15,215.12
Alto	15,397.32	4,027.46	6, 311.32	3,874.27	79.88

Tabla 5. Número de áreas naturales protegidas y superficie que cubren en km² por categoría.

Categoría	ANP Federales		ANP Estatales		ADVC	
	Núm.	Km ²	Núm.	Km ²	Núm.	Km ²
Nulo	24	13,503.39	28	3,463.03	43	1,658.16
Bajo	32	13,605.26	19	2,928.29	20	708.63
Medio	20	4,642.40	16	1,031.93	16	96.02
Alto	18	8,852.24	17	1,042.00	13	114.09

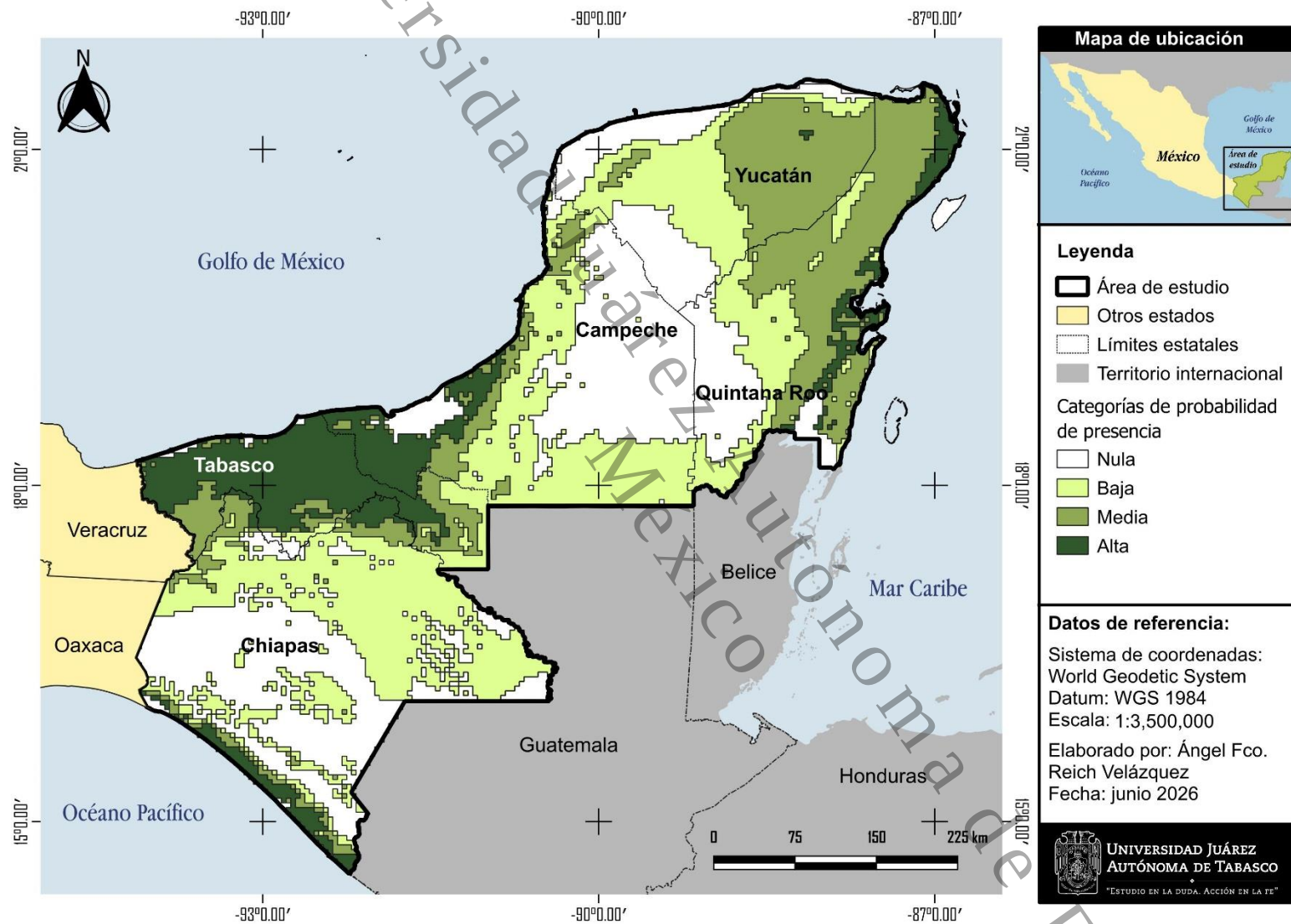


Figura 6. Mapa de modelo de distribución potencial del puercoespín reclasificado en cuatro categorías a partir del umbral mínimo de presencia.

Índice propuesto por Rheingantz *et al.* (2014)

Las áreas propuestas para la realización de futuras investigaciones de acuerdo con el índice propuesto por Rheingantz *et al.* (2014), se encuentran principalmente en la costa sur de Chiapas y en la costa este de Quintana Roo (**Figura 7**). Dichas áreas se caracterizan por presentar las condiciones óptimas para la especie y por estar lejos de registros previos de la misma. Por otro lado, las zonas claras representan ambientes poco adecuados para el puercoespín y que son cercanos a los registros ya existentes, por ende, son de menor prioridad. Ambas zonas cuentan con la presencia de áreas naturales protegidas: la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil al este de Quintana Roo.

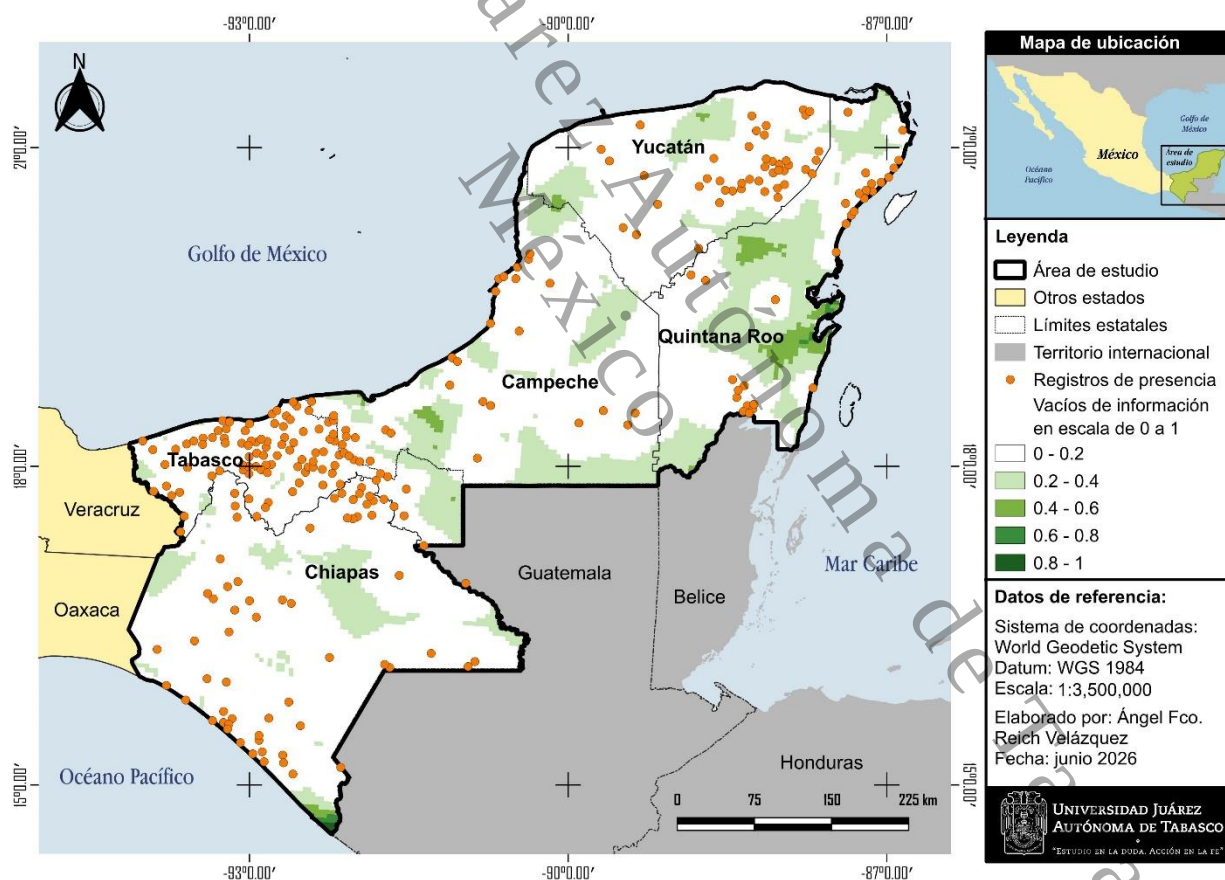


Figura 7. Mapa de sitios prioritarios con vacíos de información del puercoespín para futuras investigaciones utilizando el índice propuesto por Rheingantz *et al.* (2014). Las áreas más oscuras representan los sitios cuyas condiciones ambientales son adecuadas para la especie y que se encuentran lejos de sitios donde este roedor ya ha sido registrado.

Áreas conservadas

▪ **Áreas naturales protegidas a nivel federal.**

De las 61 áreas naturales protegidas a nivel federal, solo se consideraron 54 ANP, abarcando una superficie terrestre de 40,603.29 km², de las cuales 13,503.309 km² tienen nula probabilidad de presencia, siendo las reservas de la biosfera Balam Kú y Calakmul, las que tienen mayor representatividad dentro de esta categoría con 3,008.33 y 2,820.30 km² respectivamente. Existen 18 áreas naturales que poseen las condiciones ambientales óptimas para la especie abarcando 8,852.24 km², siendo la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos las de mayor extensión con 3,027.45 y 2,976.46 km² respectivamente (**Figura 8**).

▪ **Áreas naturales protegidas a nivel estatal.**

Se descartaron tres ANP, las cuales se encontraban ubicadas en una zona insular en el municipio de Cozumel, siendo estas: la Reserva Estatal de Selvas y Humedales de Cozumel, el Parque Ecológico Estatal de Colombia y el Parque Natural de Laguna de Chankanaab. Aproximadamente una superficie de 3,463.03 km² se encuentra catalogada como área de nula probabilidad de presencia. Solamente 16 ANP poseen alta idoneidad ambiental, abarcando 1,042.00 km², siendo el Santuario del Manatí Bahía de Chetumal (424.81 km²) y el Sistema Lagunar de Catazajá (410.79 km²) los sitios que cubren más extensión (**Figura 9**).

▪ **Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.**

El sureste mexicano cuenta con 77 ADVC, abarcando una superficie total de 2,576.90 km²; sin embargo, solamente 114.09 km² están dentro de la categoría de idoneidad alta, siendo Yum Kaax y la Reserva Ecológica Kanan Balam las que mayor superficie cubren con 43.12 y 26.07 km². Aproximadamente 1,658.16 km² están catalogados como sitios donde la probabilidad de presencia de la especie es nula, cabe mencionar que, el 55% de estos espacios destinados a la conservación, poseen territorio dentro de dicha clase, donde, el Ejido Nuevo Becal y la Laguna Om, son las ADVC con mayor representatividad con 504.68 y 348.59 km² respectivamente (**Figura 10**).

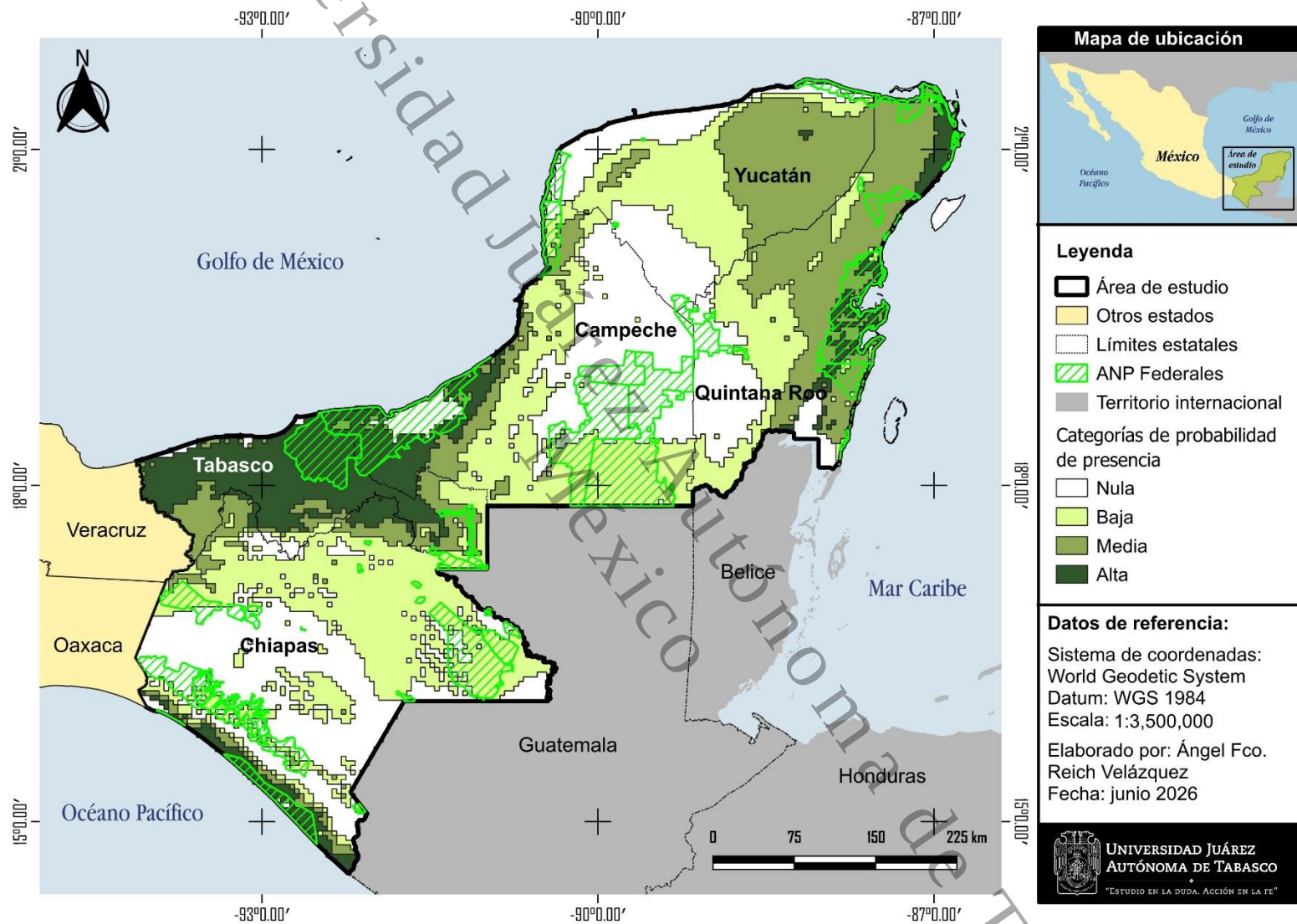


Figura 8. Localización de las áreas naturales protegidas a nivel federal dentro de la distribución potencial reclasificada del puercoespín.

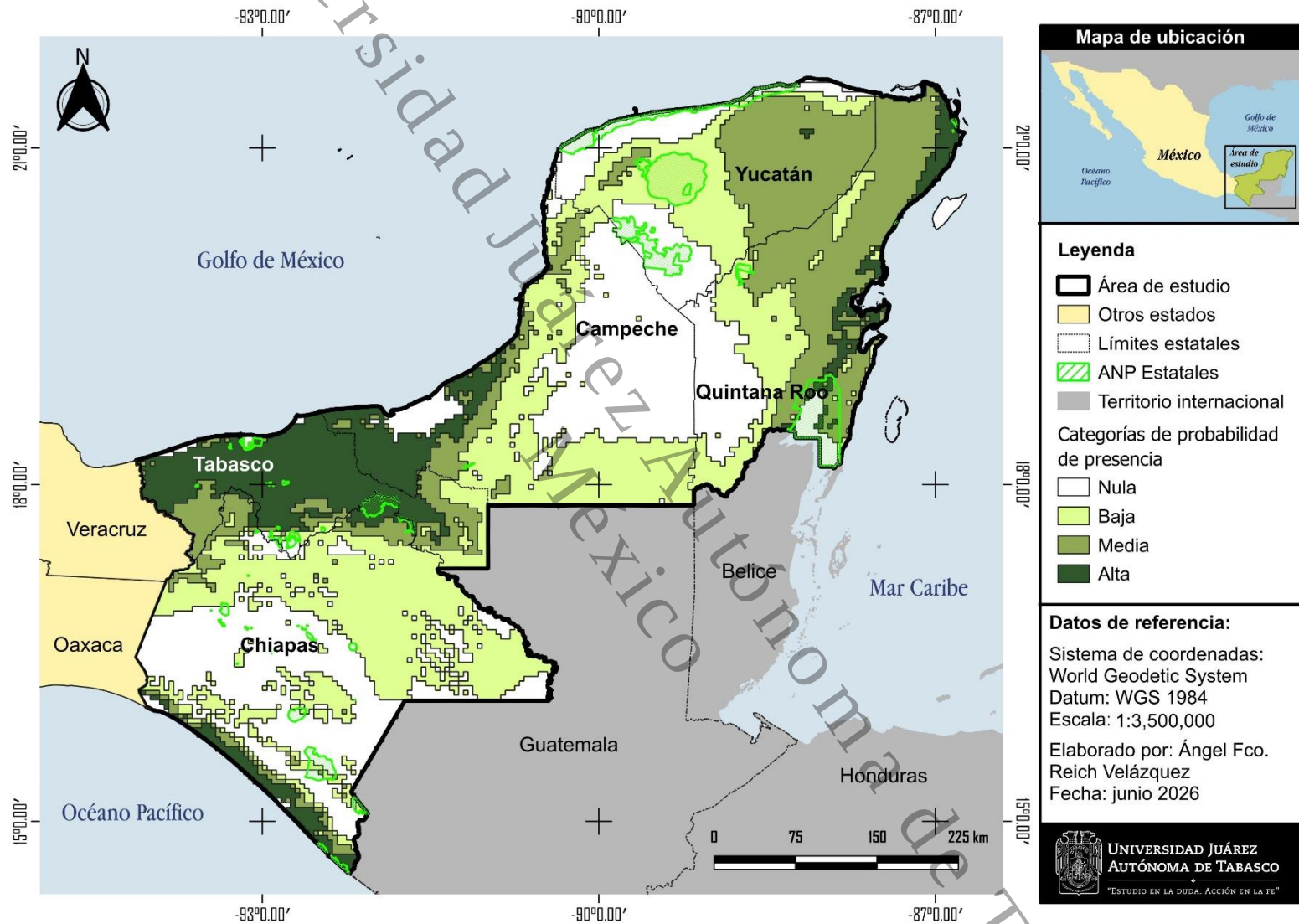


Figura 9. Localización de las áreas naturales protegidas a nivel estatal dentro de la distribución potencial reclasificada del puercoespín.

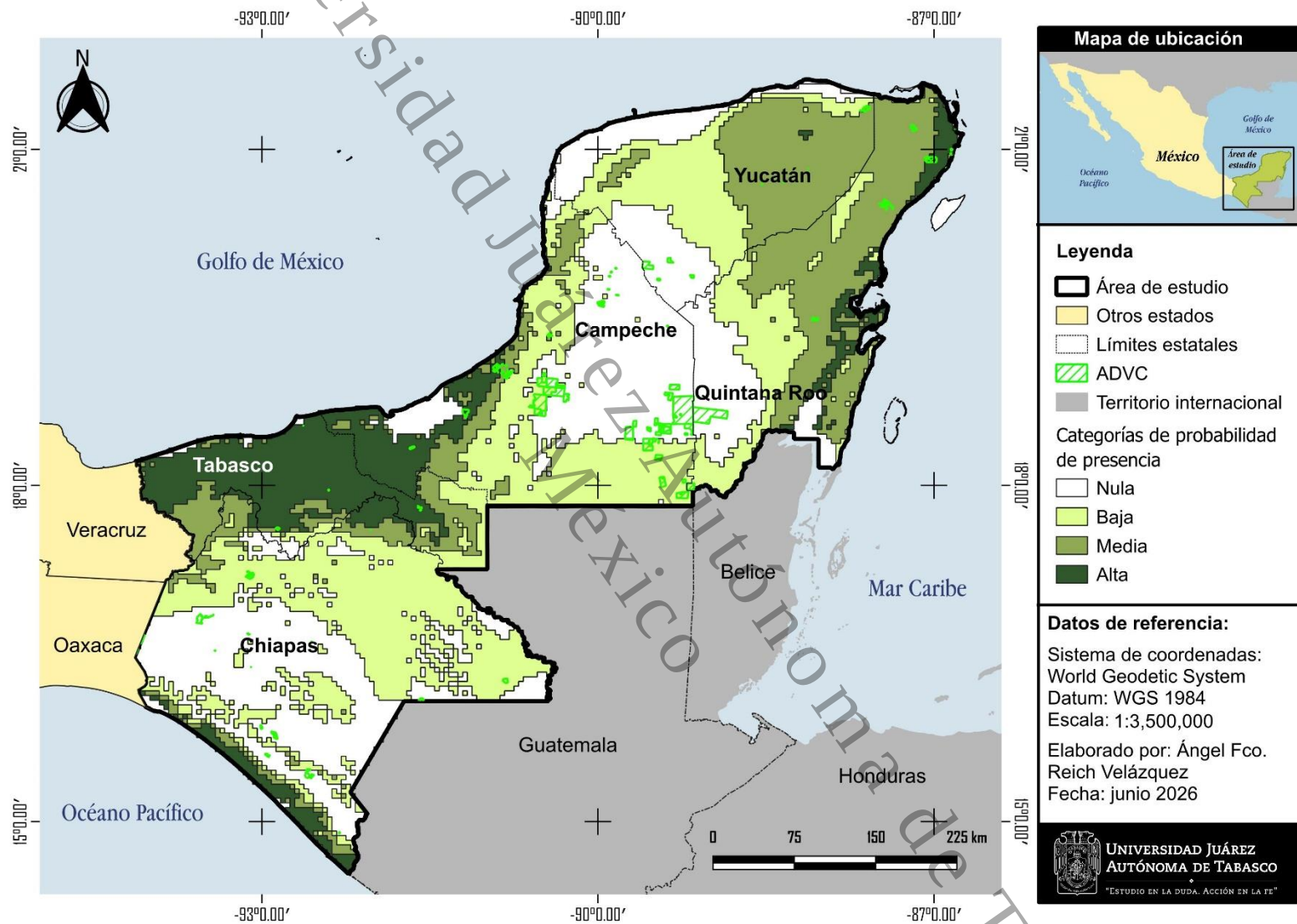


Figura 10. Localización de las áreas destinadas voluntariamente a la conservación dentro de la distribución potencial reclasificada del puercoespín.

DISCUSIÓN

Distribución potencial y variables ambientales

En el modelo realizado se puede observar que las áreas con mayor probabilidad de presencia del puercoespín tropical se encuentran limitadas a las zonas costeras del sureste mexicano, destacando la planicie tabasqueña y en los sitios adyacentes del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. No obstante, la especie se encuentra ausente en el centro de Chiapas, el noroeste de Yucatán y al centro de la Península. Las variables ambientales de mayor influencia fueron: la precipitación anual, la altitud y el rango de temperatura anual; por otro lado, una de las variables con menor contribución porcentual fue la vegetación y uso de suelo.

- **Precipitación anual.**

De las tres variables mencionadas anteriormente, la precipitación anual obtuvo la contribución porcentual más alta. Un resultado similar fue obtenido por Ramírez-Chaves *et al.* (2019), donde esta variable fue la que presentó más influencia en el modelo de distribución del puercoespín marrón (*C. vestitus*). Su relación puede estar asociada a la abundancia de la vegetación en temporadas de lluvia, debido a que se trata de una especie de hábitos arborícolas que se alimenta de hojas, flores, frutos, semillas, entre otras cosas, favoreciendo en épocas de lluvia gracias a la disponibilidad de recursos (Aranda, 2012; Carrillo *et al.*, 2015; Vidal-García & Serio-Silva, 2011).

Esta variable podría explicar por qué Tabasco fue el estado que obtuvo mayor superficie con alta probabilidad de presencia de la especie. Una de las características de dicha entidad federativa son las constantes precipitaciones, las cuales pueden llegar a alcanzar un promedio anual de 2,432 mm y aumentan de norte a sur, hasta llegar a la región de las sierras; sumado a ello vale la pena mencionar la presencia de los tres tipos de climas tropicales en la entidad, teniendo mayor dominancia el cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am) (Aceves & Rivera, 2019).

Por otro lado, la ausencia este roedor al norte y noroeste de Yucatán puede estar relacionado a la presencia de regiones semiáridas (BS), ejemplo de ello es la región

oeste de la Reserva de la Biosfera de Río Lagartos, la cual presenta a su vez un clima cálido subhúmedo en la parte este, con precipitaciones que oscilan entre 500 y 1,300 mm (Ortiz-Medina et al., 2006; Villalobos-Cuevas et al., 2016). Dichas características son similares a las de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, ubicada al oeste de Yucatán. Está área presenta un clima semiárido, con precipitaciones de 777 mm y una diversidad de mamíferos baja en comparación con otras áreas del estado (Chablé-Santos & Sosa-Escalante, 2010).

- **Altitud.**

La segunda variable de importancia para de la especie es la altitud. De acuerdo con el mapa binario elaborado y la distribución potencial obtenida, el límite altitudinal para el puercoespín es de entre 2,000 y 2,500 msnm. Estos resultados coinciden con el modelo de Marineros-Sánchez *et al.* (2018) el cual, muestra que la especie puede habitar en áreas que superan los 2,000 msnm con un máximo de 2,466 en Honduras. En el caso de México, Cisneros-Palacios *et al.* (2015) expandieron el rango altitudinal hasta 2,668 msnm a partir de cinco registros obtenidos en el estado de Oaxaca.

Este resultado ayuda a reforzar la idea de que Tabasco es el estado que presenta una mayor superficie con probabilidad de presencia de este mamífero, ya que gran parte del territorio se encuentra a altitudes debajo de los 100 msnm, exceptuando algunas sierras que alcanzan los 1,000 msnm (Zavala, 2019). En contraste, la región central de Chiapas es un sitio que difícilmente pueda ser habitado por esta especie, debido a las altas elevaciones que se encuentran en la región, por ejemplo: Los volcanes de Tzontehuitz (2,618 msnm), Huitepec (2,761 msnm) y el Tácana (4,093 msnm); los cuales pertenecen a las provincias fisiográficas de los Altos de Chiapas y las Sierras del sur (Villalobos, 2013).

- **Rango de la temperatura anual.**

La tercera variable de mayor influencia fue el rango de la temperatura anual, que se calcula a partir de una diferencia entre la temperatura máxima y mínima del mes más cálido y frío respectivamente (Fick & Hijmans, 2017). De acuerdo con el modelo obtenido,

los sitios más favorables para la especie son aquellos cuyo rango de temperatura anual oscila entre 10 y 20 °C, indicando una preferencia de este roedor por hábitats donde la temperatura es estable a lo largo del año. A partir de ello se puede considerar la temperatura como un factor que puede influir de forma directa o indirecta sobre la especie (Yang *et al.*, 2025).

Cabe destacar que esta variable ha sido de las más influyentes en modelos de distribución de plantas, siendo los trabajos de Chen *et al.* (2022) y Xia *et al.* (2023) ejemplo de ello. Esto se debe a la influencia de la temperatura en la distribución y crecimiento de las especies vegetales, limitando la distribución del puercoespín de forma indirecta, no obstante, debido a que la vegetación presentó una contribución porcentual baja existe la posibilidad de que dicha variable haya sido opacada por el rango de temperatura anual.

Papel de las áreas naturales protegidas en áreas de alta probabilidad de presencia

De acuerdo con los resultados obtenidos, las ANPs a nivel federal abarcan 11.64% de la superficie con probabilidad de presencia de la especie en el sureste mexicano, mientras que las ANPs estatales cubren solamente 2.15%. En el caso de las ADV, estas albergan únicamente el 0.39% de la superficie con probabilidad de presencia, debido a que presentan una menor extensión en comparación a las ANPs. Sin embargo, dichas áreas son piezas claves para garantizar la conservación de la especie, debido a que funcionan como apoyo para mantener a las ANPs conectadas (Pelayo-Martínez *et al.*, 2023) mediante corredores biológicos, permitiendo que los individuos aislados en parches de vegetación puedan moverse de forma segura (Lorenzo *et al.*, 2014).

Los puercoespines a pesar de ser animales arborícolas pueden llegar a desplazarse sobre el suelo cuando no existe conexión entre la cobertura arbórea o cuando se encuentran buscando pareja para reproducirse. Este comportamiento puede dejarlos vulnerables ante las colisiones por vehículos cuando los parches se encuentran divididos por las carreteras, aunado a ello, hay que resaltar que se trata de una especie de

movimiento lento que puede ser atropellado fácilmente (Grajales *et al.*, 2024; Narváez-Romero *et al.*, 2018; Pacheco *et al.*, 2021). Briceño-Méndez *et al.* (2025) registraron dos individuos atropellados en los tramos carreteros de Hopelchén-Dzibalchén y Dzibalchén-Xpujil, destacando este último por presentar tramos carreteros que atraviesan la reserva de la biosfera Calakmul.

A pesar de que las ANPs obtuvieron una representatividad baja en el área de estudio con respecto a la distribución potencial del puercoespín, siguen siendo una pieza clave en la conservación de este roedor. Una de las funciones de las ANPs es proteger a las especies de amenazas como la pérdida y fragmentación del hábitat debido al incremento de los pastizales y áreas de agricultura, dejando vulnerables a aquellas poblaciones que se encuentran fuera de las ANPs (Cisneros-Palacios *et al.*, 2015; Lorenzo *et al.*, 2014; Ramírez-García *et al.*, 2022; Salazar y García, 2020).

Actualmente el puercoespín se encuentra catalogado como especie amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019). Sin embargo, este roedor se ha reportado como un mamífero tolerante ante las perturbaciones antrópicas en comparación con otras especies (Ceballos & Oliva, 2006). Ejemplo de ello es el trabajo de Faller *et al.* (2005), quienes realizaron un estudio de diversidad mastozoológica en la reserva privada El Zapotal ubicada al noreste de Yucatán, donde se reportó al puercoespín como una especie con la capacidad de habitar áreas modificadas; de igual manera la especie ha sido registrada en plantaciones de palma de aceite (Mejenez-López *et al.*, 2019).

La tolerancia de la especie hacia sitios perturbados podría explicar porque Tabasco a pesar de haber perdido el 90% de la cobertura vegetal de las selvas en la década de los 40 (Cámara *et al.*, 2019), fue el estado con mayor superficie adecuada para la especie. Narváez-Romero *et al.* (2018) reportaron este comportamiento de resistencia ante las áreas modificadas por el hombre en el puercoespín de cola corta (*C. rufescens*).

Sin embargo, el hecho de que estos animales puedan habitar estos ambientes no debe ser tomado a la ligera, ya que sus registros en áreas antrópicas podrían estar asociados a la presencia de parches conservados de vegetación cercanos a los sitios donde la especie ha sido observada. Galindo-Aguilar *et al.* (2019) reportaron la presencia de un individuo en un área destinada a la agricultura, pero esta se encontraba a una distancia menor de 3 km respecto al parche más cercano. Por otra parte, independientemente de su categoría de riesgo, este mamífero puede llegar a estar en peligro de extinción en zonas locales, esto dependiendo de la escala con la que se decida trabajar (Botello *et al.*, 2015).

Sitios prioritarios y vacíos de información

De acuerdo con el índice propuesto por Rheingantz *et al.* (2014), se propone enfocar futuras investigaciones enfocadas al puercoespín tropical en la costa sur de Chiapas donde destaca la presencia del ANP estatal Gancho Murillo, mientras que el segundo sitio se encuentra en la costa este de Quintana Roo, donde se encuentra presente el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Ambas zonas se encuentran lejos de registros previos de la especie y cuentan con las características ambientales óptimas para la especie. Estas áreas pueden contribuir a enriquecer la información que se tiene sobre la biología y ecología de la especie (Ceballos & Oliva, 2005; Pelayo-Martínez *et al.*, 2023).

De acuerdo con el modelo de distribución potencial, el centro de la península de Yucatán es un área catalogada con probabilidad nula de presencia de la especie, no obstante, el índice muestra un área prioritaria en dicha zona, específicamente ubicada al noreste de Campeche cerca de la Reserva de la Biosfera Calakmul. Sin embargo, Briceño-Méndez *et al.* (2025) registraron dos individuos atropellados en tramos carreteros cercanos a Calakmul y al sitio propuesto por el índice, lo que sugiere que la especie probablemente si se encuentre presente, pero hace falta mayor esfuerzo de muestreo. Dicho trabajo ayuda a reforzar el desempeño y resultados obtenidos por el índice sobre sitios con vacíos de información y a su vez demuestran que el modelo puede estar sujeto a cambios, cambiando así la probabilidad de presencia en el área de estudio.

Desempeño del modelo y estimación de la distribución potencial

El modelo obtenido presentó un valor AUC de 0.920, por ende, se puede considerar la ejecución del modelo como excelente (Martínez *et al.*, 2018). El modelo resultante posee una mayor confiabilidad y precisión en comparación con los trabajos de Marineros-Sánchez *et al.* (2018) y Ramírez-Chávez *et al.* (2019), cuyos modelos presentaron valores de 0.872 y 0.854 respectivamente; sin embargo, Narváez-Romero *et al.* (2018) obtuvieron un modelo con AUC de 0.969, el cual fue elaborado a partir de 52 registros. Estos valores demuestran la precisión de MaxEnt y él porqué es uno de los algoritmos más utilizados en la actualidad.

De acuerdo con el modelo obtenido, la vegetación es un factor biótico que no tiene mucha influencia en la distribución de este roedor. Este resultado coincide con los diferentes hábitats reportados en la literatura que puede llegar a ocupar esta especie siendo estos: los manglares, pastizales, sabanas, dunas costeras, bosques templados, bosques mesófilos de montaña y selvas tropicales, asimismo existen registros en zonas perturbadas y áreas donde la vegetación secundaria es dominante (Marineros-Sánchez *et al.*, 2018; Monterrubio-Rico *et al.*, 2010; Osorio-Rodríguez *et al.*, 2021).

El modelo realizado en el presente trabajo puede ser mejorado, si se eliminan las variables que puedan estar relacionadas entre sí, mediante un análisis de correlación de Pearson, esto con el objetivo de disminuir sesgos en la contribución porcentual de las variables como es el posible caso del rango de temperatura anual y la vegetación y uso de suelo, así como aumentar la capacidad de predicción del software Jackknife (Chen *et al.*, 2022; Narváez-Romero *et al.*, 2018; Xia *et al.*, 2023). También es importante tener en cuenta posibles sesgos en el modelo realizado, debido a que no se incluyeron variables relacionadas con los cuerpos de agua. La adición de este elemento en próximos trabajos puede proporcionar más detalle sobre los requerimientos ambientales para la especie y la influencia que puede llegar a tener en zonas inundables como lo es el estado de Tabasco (Contreras, 2011; Meléndez, 2019).

La elaboración del modelo es un primer paso para estudiar este mamífero, ya que, permite identificar sitios altamente confiables donde este roedor puede estar presente (Vidal-García & Serio-Silva, 2011). Sin embargo, la distribución potencial de la especie se encuentra sujeta a cambios futuros, principalmente por nuevos registros que se puedan llegar a obtener o por la adición o exclusión de variables ambientales.

Se recomienda realizar estudios en campo con el objetivo de verificar la presencia de la especie en las áreas con mayor probabilidad y en las áreas propuestas por el índice (Ortega-Padilla *et al*, 2022). A pesar de que la vegetación fue una de las variables con menor aportación al modelo, se sugiere realizar evaluaciones del hábitat en dichos sitios, para conocer las especies vegetales que pueden estar asociadas con este mamífero, para así conocer más sobre su biología y ecología (Lorenzo *et al.*, 2014).

CONCLUSIÓN

Las áreas con mayor probabilidad de idoneidad ambiental del puercoespín abarcan gran parte de la superficie del estado de Tabasco, la parte norte y sur de Chiapas, el oeste y sur de Campeche, así como la región este de Yucatán y Quintana Roo. La precipitación anual, la altitud y el rango de temperatura anual son las variables ambientales con mayor influencia en la distribución, por otro lado, la vegetación fue una de las variables con menor contribución porcentual, reflejando así la variedad de hábitats que son utilizados por este mamífero.

El 67.38% de la superficie continental del sureste mexicano presenta las condiciones ambientales idóneas para la especie, abarcando aproximadamente 156,849.40 km²; de las cuales únicamente el 28.37% del territorio se encuentra dentro de una ANP o ADVN, por ende, estos datos muestran que menos de la tercera parte del área de estudio se encuentra protegido. El 63.79 % del estado de Tabasco posee características ambientales adecuadas para este mamífero, siendo este el estado con mayor superficie que cumple dichas condiciones. Únicamente el 4.30% de la superficie con alta probabilidad de presencia de la especie se encuentra protegido, siendo las ANPs federales las que tienen mayor representatividad (3.80%), seguida de las estatales (0.45%) y finalmente las ADVN con 0.05%.

Se propone enfocar futuro estudios en la costa sur del estado de Chiapas y al este de Quintana Roo de acuerdo con el índice propuesto por Rheingantz. Se recomienda realizar estudios con el objetivo de verificar la presencia de la especie en las áreas con alta idoneidad ambiental, así como evaluaciones del hábitat para tener un mejor conocimiento de los requerimientos abióticos y bióticos del puercoespín.

REFERENCIAS CITADAS

- Aceves-Navarro, L. A. & Rivera Hernández, B. (2019). Clima. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), La Biodiversidad en Tabasco Estudio de Estado (Vol. 1, pp 61 – 68). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15224.pdf>
- Aiello-Lammens, M. E., Hanson, J. O., Boria, R. A., Radosavljevic, A., Vilela, B. & Anderson, R. P. (2015). spThin (versión 1.0.0): Funciones para rareficar espacialmente y reducir datos de ocurrencia de especies.
- Aranda, J. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (pp. 209-213).
- Arroyo Chacón, E., Riechers Pérez, A., Naranjo, E. J., & Rivera-Velázquez, G. (2013). Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos silvestres entre hábitats en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. *Therya*, 4(3), 647-676.
- Balam-Ballote, Y. R., Cimé-Pool, J. A., Hernández-Betancourt, S. F., Pech-Canché, J. M., Sarmiento-Pérez, J. C., & Canul-Yah, S. (2020). Mastofauna del ejido X-Can, Chemax, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 10(2), 1-16. <https://www.revmexmastozoologia.unam.mx/ojs/index.php/rmm>
- Ballesteros-Barrera, C., Zárate-Hernández, R., Vargas-Miranda, B., Leyte-Manrique, A., Elizalde-Arellano, C., Martínez-Bernal, A., y Ortiz-Burgos, S. (2023). Revisión histórica, distribución potencial y estado de conservación de la rata endémica de México *Xenomys nelsoni* (Rodentia: Cricetidae). *Revista de Biología Tropical*, 71(1). <http://dx.doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i1.54636>
- Birney, E. C., Bowles, J. B., Timm, R. M., & Williams, S. L. (1974). Mammalian distributional records in Yucatán and Quintana Roo, with comments on reproduction, structure, and status of peninsular populations.
- Botello, F., Sánchez-Cordero, V., & Ortega-Huerta, M. A. (2015). Disponibilidad de hábitats adecuados para especies de mamíferos a escalas regional (estado de Guerrero) y nacional (México). *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(1), 226-237. <https://doi.org/10.7550/rmb.43353>

- Briceño-Méndez, M., Montiel, S., Contreras-Perera, Y., & Sánchez-Zavalegui, R. (2025). Vertebrados silvestres atropellados en carreteras del sureste de México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 12(1).
- Cámara Cabrales, L. C., Castillo Acosta, O. & Hernández Trejo, H. (2019). La vegetación secundaria (Acahuales). En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), *La Biodiversidad en Tabasco Estudio de Estado* (Vol. 2, pp 57 – 68). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15224.pdf>
- Canales-Delgadillo, J., Pérez-Ceballos, R., Zaldívar-Jiménez, A., Gómez-Ponce, M., Vázquez-Pérez, N., Rosa, M. D. L., & Potenciano-Morales, L. (2020). Muertes por tráfico sobre la carretera costera del golfo de México: ¿Cuántas y cuáles especies de fauna silvestre se están perdiendo? *Revista mexicana de biodiversidad*, 91.
- Carrillo Reyna, N. L., Weissenberger, H., & Reyna-Hurtado, R. (2015). Distribución potencial del Tapir Centroamericano en la península de Yucatán. *Therya*, 6(3), 575-596. <https://doi.org/10.12933/therya-15-293>
- Ceballos, G., & Oliva, G. (2005). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Centro de observación y ciencia de los recursos terrestres (EROS). (2018). USGS EROS Archive - Digital Elevation - Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010). [Conjunto de datos]. USGS Science for a Changing World. <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-global-multi-resolution-terrain-elevation>
- Chablé-Santos, J., & Sosa-Escalante, J. (2010). Valoración y medición de la biodiversidad de aves y mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México.
- Chávez, E. J. G., Bello-Gutiérrez, J., García, C. V., & Morales, R. G. (2023). Mamíferos del Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, Tabasco, México. *Revista Bio Ciencias*, 10.

- Chen, K., Wang, B., Chen, C., & Zhou, G. (2022). MaxEnt modeling to predict the current and future distribution of *Pomatosace filicula* under climate change scenarios on the Qinghai-Tibet Plateau. *Plants*, 11(5), 670.
- Cimé-Pool, J. A., del Rocío Balam-Ballote, Y., Hernández-Betancourt, S. F., Pech-Canché, J. M., López-Cobá, E. H., Sarmiento-Pérez, J. C. & Mutul, G. A. C. (2020). Uso y conocimiento de la mastofauna en el Ejido San Dionisio, Municipio de Peto, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 10(1), 32-46.
- Cisneros-Palacios, M. E., Reyes-Macedo, G., Méndez, Á., Monroy, G., y Ramírez Calderón, C. (2015). Registros notables del puerco espín tropical *Sphiggurus mexicanus* (Erethizontidae) en el estado de Oaxaca, México. *Therya*, 6(3), 647-652. <https://doi.org/10.12933/therya-15-287>
- CONABIO. (2015) Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México 2015. [Conjunto de datos]. Geoportal de CONABIO. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpest15gw.html>
- CONABIO. (2025) Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México 2025. [Conjunto de datos]. Geoportal de CONABIO. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpest25gw.html>
- CONABIO. (2025). Registro de Ejemplares. [Conjunto de datos]. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México. <https://www.snib.mx/>
- CONABIO. (s. f.) Áreas Naturales Protegidas Federales de México, septiembre 2024. [Conjunto de datos]. Geoportal de CONABIO. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpsp2024gw.html>
- CONANP (2025a). Áreas Destinadas voluntariamente a la Conservación junio 2025. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <https://advc.conanp.gob.mx/listado-de-advc/>
- CONANP (2025b). Áreas Naturales Protegidas. (2025). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226?idiom=es>

- CONANP (2025c). Áreas Naturales Protegidas Decretadas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <https://sig.conanp.gob.mx/General>
- CONANP. (s. f.) Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. [Conjunto de datos]. CONANP. <https://sig.conanp.gob.mx/ADVC>
- Contreras, F. (2011). Características del hábitat de ungulados en el corredor biológico Reserva de la Biosfera de Calakmul-Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche, México [Tesis de Maestría, División académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México].
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres. 2025. UNEP 22 pp. Recuperado de <https://cites.org/esp/app/appendices.php>
- Cortés-Marcial, M., & Briones-Salas, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1433-1448.
- De la Torre, J. A., & Torres-Knoop, L. (2014). Distribución potencial del puma (*Puma concolor*) en el estado de Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 4 (2), 45-56. 10.22201/ie.20074484e.2014.4.2.196
- Durán García, R. & Méndez González, M. E. (2010). Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6574.pdf>
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). (2022). World Countries Generalized. [Conjunto de datos]. ArcGIS Hub. <https://hub.arcgis.com/datasets/esri::world-countries-generalized/about>
- Espinoza Medinilla, E., Cruz, E., Lira, I., & Sánchez, I. (2004). Mamíferos de la Reserva de la Biosfera "La Sepultura", Chiapas, México. *Revista de biología tropical*, 52(1), 249-259.
- Espinoza-García, C. R., Martínez-Calderas, J. M., & Palacio-Núñez, J. (2015). Distribución potencial del mapache (*Procyon lotor* L.) En la Sierra Madre Oriental de México. *Agro Productividad*, 8(5). 10.22004/ag.econ.352391

- Espinoza-García, C. R., Martínez-Calderas, J. M., Palacio-Núñez, J., & Hernández-SaintMartín, A. D. (2014). Distribución potencial del coatí (*Nasua narica*) en el noreste de México: implicaciones para su conservación. *Therya*, 5(1), 331-345. 10.12933/therya-14-195
- Faller, J. C., Urquiza-Hass, T., Chávez, C., Johnson, S., & Ceballos, G. (2005). Registros de mamíferos en la reserva privada El Zapotal, en el noreste de la península de Yucatán. *Revista Mexicana de Maztozoología*, 9, 128-140.
- Fedorova, Y. A., Muldashev, A. A., Fedorov, N. I., Martynenko, V. B., & Kutueva, A. G. (2021). Predicting the potential distribution of an endemic steppe species *Artemisia salsoides* Willd. under the climate change. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 817, No. 1, p. 012032).
- Fick, S.E. & Hijmans, R.J., 2017. WorldClim 2: nuevas superficies climáticas de resolución espacial de 1 km para áreas terrestres globales. *Revista Internacional de Climatología* 37 (12): 4302-4315.
- Franzpc. (2021). Calculadora geodésica de coordenadas en línea. ArcGeek. [Plantilla de Excel]. <https://franzpc.com/apps/conversor-coordenadas-geograficas-utm.html>
- Galindo-Aguilar, R. E., Lavariega, M. C., Rueda, J. A., Vázquez, J. R. P., & Pérez-Hernández, M. J. (2019). Registros recientes de *Caluromys derbianus* (Didelphimorphia: Didelphidae), *Tamandua mexicana* (Pilosa: Myrmecophagidae) y *Coendou mexicanus* (Rodentia: Erethizontidae) en Oaxaca, México. *Mammalogy Notes*, 5 (1-2), 20-24. 10.47603/manovol5n2.20-24
- García, E. (1964). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D. F.
- GBIF.org (27 de octubre de 2025) GBIF Occurrence Download. [Conjunto de datos]. <https://doi.org/10.15468/dl.u4kcx8>
- Gil, R., & Guiascón, O. (2012). Uso de la fauna silvestre en la comunidad Maya Villa de Guadalupe, Campeche, México. *Etnobiología*, 10(2), 1-11. <https://www.revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/209/210>
- Gordillo-Chávez, E. J., Zayas, E. E. M., García-Morales, R., Garduza, M. A. M., García, C. V., & de Dios Valdez-Leal, J. (2015). Mamíferos terrestres de un humedal en la cuenca del río Usumacinta, Tabasco, México. *Therya*, 6(3), 535-544.

- Grajales, J. G., Silva, A. B., García, J. A. A., Cortés, G. E., & Ramírez, O. H. (2024). *Coendou mexicanus* (Erethizontidae) como presa potencial de *Crocodylus acutus* (Crocodylidae) en la Ventanilla, Oaxaca, México. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 7(3), e1001-87. <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2024.3.1001>
- Hernández Hernández, J. C., Chávez, C., & List, R. (2018). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 634-646. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33395>
- Hernández Hernández, J. C., Chávez, C., & List, R. (2018). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 634-646.
- Hernández-Pérez, E. L., Castillo Vela, G., García Marmolejo, G., Hidalgo-Mihart, M., López, M. S., Contreras-Moreno, F. M., Jesús-de la Cruz, A., Juárez-López, R., & Reyna-Hurtado, R. (2019). Distribución potencial del cerdo asilvestrado, *Sus scrofa* (Artiodactyla: Suidae) y el pecarí de collar, *Pecari tajacu* (Artiodactyla: Tayassuidae) en la región de Laguna de Términos, México. *Revista de Biología tropical*, 67(6), 1170-1179. 10.15517/rbt.v67i6.37006
- Hernández-Pérez, E., Lemus Rincón, S. G., Ayala-Hernández, M. M., & Alemán-Sancheschúlz, G. (2024). Cambio de uso de suelo y fragmentación del hábitat de *Leopardus pardalis* en las tierras altas de Puebla, México. *Therya*, 15(2). 10.12933/therya-24-5970
- Hidalgo-Mihart, M. G., & Contreras-Moreno, F. M. Bravata de la Cruz & Pérez-Solano LA, Hernández-Lara C, Friedeberg D, Thornton D, Koller-González JM (2017) Inventory of medium-sized and large mammals in the wetlands of Laguna de Términos and Pantanos de Centla, México. *Check List*, 13(6), 711-726.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high-resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Revista Internacional de Climatología: Revista de la Real Sociedad Meteorológica*, 25(15), 1965-1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (s. f.) Continuo de elevaciones mexicano y modelos digitales de elevación. [Conjunto de datos]. INEGI.] <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México INEGI. (2017a). Anuario estadístico y geográfico de Campeche 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825095109>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México INEGI. (2017b). Anuario estadístico y geográfico de Chiapas 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825094836>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México INEGI. (2017c). Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825095130>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México INEGI. (2017d). Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825095123>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México INEGI. (2017e). Anuario estadístico y geográfico de Yucatán 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825095116>
- José Villafañe-Trujillo, Á., Avendano-Díaz, M., Pamela Monge-Pensado, N., Martínez-Olivares, S., Alberto Lizama-Hernández, J., & Alejandro Delfín-Alfonso, C. (2023). Noteworthy records of the Mexican hairy porcupine (*Coendou mexicanus*) in an urban protected natural area in southeastern Mexico. North-Western Journal of Zoology, 19(1), pp. 111 – 115.
- Lavariega Nolasco, M. C. (2013). Distribución y hábitat potencial del jaguar (*Panthera onca*) en Oaxaca, México. [Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México].
- Lira-Torres, I., Sánchez-Rojas, G., Ojeda-Ramírez, D., & Gómez de Anda, F. R. (2014). Registro Notable del Puercoespín Arborícola *Sphiggurus mexicanus* (Rodendia: Erethizontidae) en la Sierra Madre Oriental, México. Therya, 5(1), 271-275. <https://doi.org/10.12933/therya-14-158>.

- López, J. A., Lorenzo, C., Barragán, F., & Bolaños, J. (2009). Mamíferos terrestres de la zona lagunar del istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(2), 491-505.
- Lorenzo, C., Bolaños-Citalán, J., Sántiz, E. & Navarrete, D. (2017). Diversidad y conservación de los mamíferos terrestres de Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(3), 735-754.
- Lorenzo, C., Espinoza, E., Naranjo, E. J. & Bolaños, J. (2008). Mamíferos terrestres de la frontera sur de México. *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, 2, 147-164.
- Lorenzo, C., Sántiz, E. C., Navarrete, D. A., y Bolaños, J. (2014). Causes and consequences of change rates in the habitat of the threatened tropical porcupine, *Sphiggurus mexicanus* (Rodentia: Erethizontidae) in Oaxaca, Mexico: implications for its conservation. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1481-1494. 10.15517/rbt.v62i4.13587
- Lynx Nature Books. (2023). *All the Mammal of the World*. Barcelona.
- Marineros-Sánchez, L., Portillo-Reyes, H. O., Vega, H., & Hernández, J. (2018). Registros y distribución potencial del puercoespín (*Coendou mexicanus*), (Rodentia: Erethizontidae) en Honduras. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 8(2), 93-102. 10.22201/ie.20074484e.2018.1.2.265
- Martínez, J. I. L., Castillo, J. J. M., & Garza, E. J. T. (2018). Modelo de la distribución potencial de *Pinus pinceana* Gord en el noreste de México. *CIENCIAUANL*. <https://doi.org/10.29105/cienciauanl21.89-4>
- Martínez-Calderas, J. M., Rosas-Rosas, O. C., Palacio-Núñez, J., Martínez-Montoya, J. F., Olmos-Oropeza, G., & Tarango-Arámbula, L. A. (2015). Potential distribution of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in Northeastern Mexico. *Therya*, 6(3), 545-558. <https://doi.org/10.12933/therya-20-641>
- Medellín, R. A. (1994). Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico *conservation Biology*, 8(3), 780-799.
- Medina, A. E., Solís, B. A. C., Mendoza, P. M. I. V, & Ortiz, P. M. S. M. (2010). Estudio para la identificación de especies de mamíferos medianos y grandes en el

Parque Nacional Palenque, Palenque, Chiapas, México. Proyecto
CONANP/DRFSIPS/AD-ES-003/2010.

- Mejenes-López, S. M. A., Chávez-Chablé, C., Uco-Polanco, J., Gramajo-Oahaca, Q. & Vallarino-Moncada, A. (2019). Biodiversidad de Vertebrados Terrestres. En Plantaciones de Palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el Estado de Campeche. Agroecosistemas tropicales: Conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria. (pp. 24 – 33). [2019 Cetzal-Ix et al.- Agroecosistemas Tropicales Libro20191013-52326-tp7af2-libre.pdf](#)
- Meléndez Nava., F. (2019). La sabana. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), La Biodiversidad en Tabasco Estudio de Estado (Vol. 2, pp 57 – 68). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15224.pdf>
- Mercado, N., Wallace, R. B., & López-Strauss, H. (2010). Metodología para el desarrollo de mapas de distribución de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Distribución, Ecología y Conservación de los Mamíferos Medianos y Grandes de Bolivia. [https://www.researchgate.net/publication/268578278 Metodologia para el desarrollo de mapas de distribucion de los mamiferos medianos y grandes en Bolivia](https://www.researchgate.net/publication/268578278_Metodologia_para_el_desarrollo_de_mapas_de_distribucion_de_los_mamiferos_medianos_y_grandes_en_Bolivia)
- Monterrubio-Rico, T. C., Ortega-Rodríguez, J. M., Mendoza-Cárdenas, N., Cancino-Murillo, R., & Pérez-Arteaga, A. (2010). Distributional and ecological records of the Mexican hairy dwarf porcupine (*Sphiggurus mexicanus*) from Michoacán, Mexico. The Southwestern Naturalist, 139-142. 10.1894/CLG-27.1
- Morales, L. A. E., Paniagua, L. L., Arroyo-Cabrales, J. & Polaco, Y. Ó. J. (2005). 25. Diversidad Y Abundancia De Los Mamíferos De Yaxchilán, Municipio De Ocosingo, Chiapas. Contribuciones Mastozoológicas En Homenaje A Bernardo Villa, 283.
- Morrone, J. J. (2019). Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. Revista mexicana de biodiversidad, 90. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>

- Naranjo, E. J., & Medinilla, E. E. (2001). Los mamíferos de la reserva ecológica Huitepec, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 5(1), 58-67.
- Narváez-Romero, C., Reyes-Puig, C., Valle, D. y Brito, J. (2018). Nuevos registros y estimación de la distribución potencial del puercoespín de cola de muñón *Coendou rufescens*. *Therya*, 9(2), 137-146.
- Naturalist.org. (septiembre 2025). *Coendou mexicanus*. [Conjunto de datos]. INaturalist. https://www.inaturalist.org/observations/export?flow_task_id=618942
- Niu, Z., Han, D., Niu, Z., Roussos, P. A., Cheng, T., Xie, J., Cao, G., Liu, D., Jin, N. & Zhang, D. (2025). Assessment of potential habitat suitability for kiwifruit (*Actinidia* spp) in Shaanxi Province under climate change scenarios. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1617802. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1617802>
- Ortega-Padilla, A. A., Gallo-Reynoso, J. P., Farías-González, V., Sosa-Escalante, J. E., Betancourt, S. H., Ponce-García, G., & Quintana-Salvador, T. E. (2022). Potential distribution of the neotropical otter (*Lontra longicaudis annectens*) in the State of Yucatán, México. *Therya*, 13 (2): 225-234. <https://doi.org/10.12933/therya-22-2145>
- Ortiz-Medina, J. A., Peña-Peniche, A., & Chablé-Santos, J. (2022). Diversidad de anfibios y reptiles en cuatro tipos de vegetación de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, México. *Revista latinoamericana de herpetología*, 5(4).
- Osorio-Rodríguez, A. N., Vázquez-Arroyo, E., Almazán-Catalán, J. A., Farias, D. U., Juárez-Agis, A., y López, L. A. G. (2021). Current distribution of the Mexican hairy dwarf porcupine, *Sphiggurus mexicanus*, in Guerrero, México. *Therya Notes*, 2, 65-72. [10.12933/therya_notes-21-37](https://doi.org/10.12933/therya_notes-21-37)
- Pacheco, C., Luna, R., Valdez, J., Saenz, J., Gordillo, E., Moguel, E., Gama, L., Mata, E., Ruiz, L. & Santiago, V. (2021). Puntos de alta siniestralidad de vertebrados en la carretera costera de Tabasco. En Benítez, A. & Escalona-Segura, G. (Ed.), *Impacto de las vías de comunicación sobre la fauna silvestre en áreas protegidas. Estudios de caso para el sureste de México* (1 ed., pp. 348-367).
- Parrino, E. L., Simoncini, A., Ficetola, G. F. y Falaschi, M. (2025). Global 1 km land cover for ecological modelling from very high resolution imagery.

- Pelayo-Martínez, J., Ortiz-Lozada, L., Sosa, V. J., Mota-Vargas, C., & Durán-Antonio, J. (2023). Daily activity of threatened canopy mammals in a private protected natural area of tropical southeastern Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 94. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2023.94.4951>
- Pérez, A. R. (2004). Análisis mastofaunístico de la zona sujeta a conservación ecológica Laguna Bélgica, Chiapas, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 75(2), 363-382.
- Phillips, S. J., Dudík, M. & Schapire, R. E. [Internet] Software Maxent para modelar nichos y distribuciones de especies (Versión 3.4.1). Disponible en url: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/.
- Plasencia-Vázquez, A. H., Escalona-Segura, G., & Esparza-Olgún, L. G. (2014). Modelación de la distribución geográfica potencial de dos especies de psitácidos neotropicales utilizando variables climáticas y topográficas. *Acta zoológica mexicana*, 30(3), 471-490.
- Prieto-Torres, D. A. & Pinilla-Buitrago, G. (2017). Estimación de la distribución potencial y las prioridades de conservación de *Chironectes minimus* (Zimmermann, 1780) (Didelphimorphia: Didelphidae). *Therya*, 8(2), 131 -144. <https://doi.org/10.12933/therya-17-478>
- R Core Team. 2025. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>
- Ramírez-Bravo, O. E. (2012). New records of the mexican hairy porcupine (*Coendou mexicanus*) and tamandua (*Tamandua mexicana*) in Puebla, Central México. *Western North American Naturalist*, 72(1), 93-95. 10.2307/41718318
- Ramírez-Chaves, H. E., Torres-Martínez, M. M., Noguera-Urbano, E. A., Passos, F. C. y Colmenares-Pinzón, J. E. (2019). Estado de conocimiento y distribución potencial del puercoespín enano peludo marrón endémico colombiano *Coendou vestitus* (Rodentia). *Biología de mamíferos*, 99(1), 1-11.
- Ramírez-García, A. R., Zavala-Cruz, J., Rincón-Ramírez, J. A., Guerrero-Peña, A., García-López, E., Sánchez-Hernández, R. & Ortiz-Pérez, M. A. (2022). Vegetation cover and land use change (1947-2009) in the region of Los Ríos, Tabasco, México.

- Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 28(3), 465–481. doi: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2022.01.001>
- Retana, O. & Gutiérrez, T. (2019). Uso Terapéutico de la Fauna Silvestre por Comunidades Mayas. En Perezgrovas, R. & Sedano, E. (Ed.), Estudios sobre la fauna silvestre de México y las interacciones humano-animal (1 ed., pp. 111-133). https://www.iej.unach.mx/images/publicaciones/libro_fauna.pdf#page=121
- Retana, O. G., & Lorenzo, C. (2002). Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación. Acta zoológica mexicana, (85), 25-49.
- Rheingantz M., L., de Menezes J., F., S. & de Thoisy B. (2014). Defining Neotropical otter *Lontra longicaudis* distribution, conservation priorities and ecological frontiers. Tropical Conservation Science. 2014; 7(2):214-229. doi:10.1177/194008291400700204
- Rodríguez Guadarrama, A. B. (2017). Modelado de la distribución potencial para la nutria de río (*Lontra longicaudis*) en el estado de Tabasco, México. [Tesis de licenciatura, División académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México].
- Rodríguez-Luna, C. R., Palomo-Arjona, E. E., & Ibarra-Cerdeña, C. N. (2024). Roedores y zoonosis en Calakmul. *Therya ixmana*, 3(1), 1-3.
- Rodríguez-Rodríguez, E. J., Beltrán, J. F., El Mouden, E. H., Slimani, T., Márquez, R., & Donaire-Barroso, D. (2020). El cambio climático desafía las prioridades de conservación de la UICN: una prueba con anfibios del Mediterráneo occidental. SN Ciencias Aplicadas, 2(2), 216.
- Rosique de la Cruz, Y. C. (2012). Distribución del *Alouatta* ante escenarios de cambio climático en el estado de Tabasco. [Tesis de licenciatura, División académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México].
- Rosique de la Cruz, Y. C. (2020). Determinación de sitios de conservación para aves con valor de importancia ante el cambio climático en el sureste mexicano. [Tesis de maestría, División académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México].

- Sabaté, D. M., & Paniagua, L. L. (2002). Estudio comparativo de los patrones de riqueza altitudinal de especies en mastofaunas de áreas montañosas mexicanas. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 6(1), 60-82.
- Salazar, E., Mendoza, J., Ochoa-Gaona, S., Ku-Quej, V. & Hidalgo-Mihart, M. (2017). Evaluación de la conectividad del paisaje en la región Puuc-Chenes, México, con base en los requerimientos de hábitat del jaguar (*Panthera onca*). *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 2017(92), 101-115. <https://doi.org/10.14350/rig.52210>
- Salazar, J. I., & García, M. O. (2020). La protección de Áreas Naturales Protegidas federales en México: relación entre los “burócratas de a pie” y la superficie territorial de las ANP. *Sociedad y Ambiente*, (22), pp. 22-47.
- Sánchez-Hernández, C., Romero-Almaraz, M., Colín-Martínez, H., & García-Estrada, C. (2001). Mamíferos de cuatro áreas con diferente grado de alteración en el sureste de México. *Acta zoológica mexicana*, (84), 35-48.
- Sánchez-Soto, S., Guzmán-Canul, A. R., Domínguez-Angulo, S., & Mendoza-Romero, A. (2025). Registro de mamíferos no voladores en plantaciones de cacao en el Corredor Biológico Mesoamericano, México. *Mammalogy Notes*, 11(2), 481-481.
- Sánchez-Soto, S., Lizcano-Aguilar, J. & Moreno-Jiménez, M. (2017). Registros de Mamíferos Vulnerables atropellados por Vehículos en un sector de la Carretera Federal 186, en Chiapas, México. *Revista Nicaraguense de Biodiversidad*, 13, pp. 1-19.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/semarnat059-ModAnexoIII2019_11.pdf

- Sosa-Escalante, J. E., Hernández-Betancourt, S., Pech-Canché, J. M., MacSwiney, M. C., & Díaz-Gamboa, R. (2014). Los mamíferos del estado de Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología nueva época*, 4(1), pp. 40-59.
- Sosa-Escalante, J. E., Pech-Canché, J. M., MacSwiney, M. C. & Hernández-Betancourt, S. (2013). Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(3), 949-969.
- Tello Taracena, H. A. & Castellanos Martínez, E. O. (2011). Características geográficas. En Pozo, C., Armijo Canto, N. & Calmé, S., *Riqueza biológica de Quintana Roo un análisis para su conservación* (Tomo 1, pp 25 – 77). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
<https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6607.pdf>
- Torres, R. & Jayat, J. P. (2010). Modelos predictivos de distribución para cuatro especies de mamíferos (Cingulata, Artiodactyla y Rodentia) típicas del Chaco en Argentina. *Mastozoología neotropical*, 17(2), 335-352.
<https://www.redalyc.org/pdf/457/45717021008.pdf>
- Torres-Olave, M. E., Vital-García, C., Rojas-Villalobos, H. L., Bravo-Peña, L. C., Salas-Aguilar, V. M., Carrillo-Reyes, A., Rioja-Paradela, T. M., Melgoza-Castillo, A., & Pinedo-Álvarez, C. (2023). Evaluación multicriterio y los modelos de distribución potencial: Herramientas clave para la mitigación del cambio climático y la conservación del jaguar (*Panthera onca*) en el noreste de México y sur de EUA. *Therya Notes*, 4, 141-151. https://doi.org/10.12933/therya_notes-23-121
- Tovar, C. C., & Villanueva, H. Z. (2009). Distribución potencial del hábitat del jaguar y áreas de conflicto humano–jaguar en la Península de Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 13(1), 46-62.
10.22201/ie.20074484e.2009.13.1.35
- Vázquez, E., Reid, F. & Cuarón, A. D. (2016). *Coendou mexicanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T20629A22214103.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T20629A22214103.en>

- Vidal-García, F., & Serio-Silva, J. C. (2011). Potential distribution of Mexican primates: modeling the ecological niche with the maximum entropy algorithm. *Primates*, 52, 261-270. 10.1007/s10329-011-0246-6
- Villa-Carmona, A., & Cortés Ortiz, A. (2014). Generalidad sobre los modelos de distribución de especies. *Vidsupra*. 6(1), 23-26. <https://www.ipn.mx/assets/files/ciirdurango/docs/vidsupra/revistas/vsv6n1.pdf#page=20>
- Villalobos Sánchez, G. (2013). El contexto físico y su importancia para la conservación de la biodiversidad. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), *La Biodiversidad en Chiapas Estudio de Estado* (Vol. 1, pp 27–39). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6852.pdf>
- Villalobos-Cuevas, V. A., Weber, M., Lareschi, M., & Acosta, R. (2016). Pulgas parásitas de mamíferos pequeños y medianos de Calakmul, Campeche, México y nuevos registros de localidades. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(4), 1372-1378.
- Villalobos-Zapata, G. J. & Mendoza Vega, J. (2010). La Biodiversidad en Campeche Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7371.pdf>
- Vázquez Vega, D. I. (2024). Distribución geográfica actual y futura de *Abronia deppii* (Squamata: Anguidae): ¿Qué tan efectivas son las Áreas Naturales Protegidas para su conservación a largo plazo? [Tesis de licenciatura], Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México, México]
- Vorel, A., Kadlec, I., Toulec, T., Selimovic, A., Horníček, J., Vojtěch, O., Mokry, J., Pavlačík, L., Arnold, W., Cornils, J., Kutal, M., Duřa, M., Žák, L. & Barták, V. (2024). Home range and habitat selection of wolves recolonising central European human-dominated landscapes. *WildLife Biology*, 2024(6). <https://doi.org/10.1002/wlb3.01245>

- Xia, Y., Li, T., Liu, X., Xu, S., Wang, Y., Fan, X. & Wang, R. (2023). How do Environmental Variables Affect the Suitable Habitat of Medicinal Plants? A Case Study of *Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* Swingle in China. Polish Journal of Environmental Studies, 32(3), 2383-2391.
- Yang, Y., Gao, W., Han, Y., & Zhou, T. (2025). Predicting the impact of climate change on the distribution of North China Leopards (*Panthera pardus japonensis*) in Gansu Province Using MaxEnt Modeling. Biology, 14(2), 126.
- Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N.E., Xu, P., Ramoino, F., Arino, O., 2022. ESA WorldCover 10 m 2021 v200. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>
- Zavala Cruz, J. (2019). Contexto Físico. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), La Biodiversidad en Tabasco Estudio de Estado (Vol. 1, pp 19 – 76). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15224.pdf>

ANEXO 1

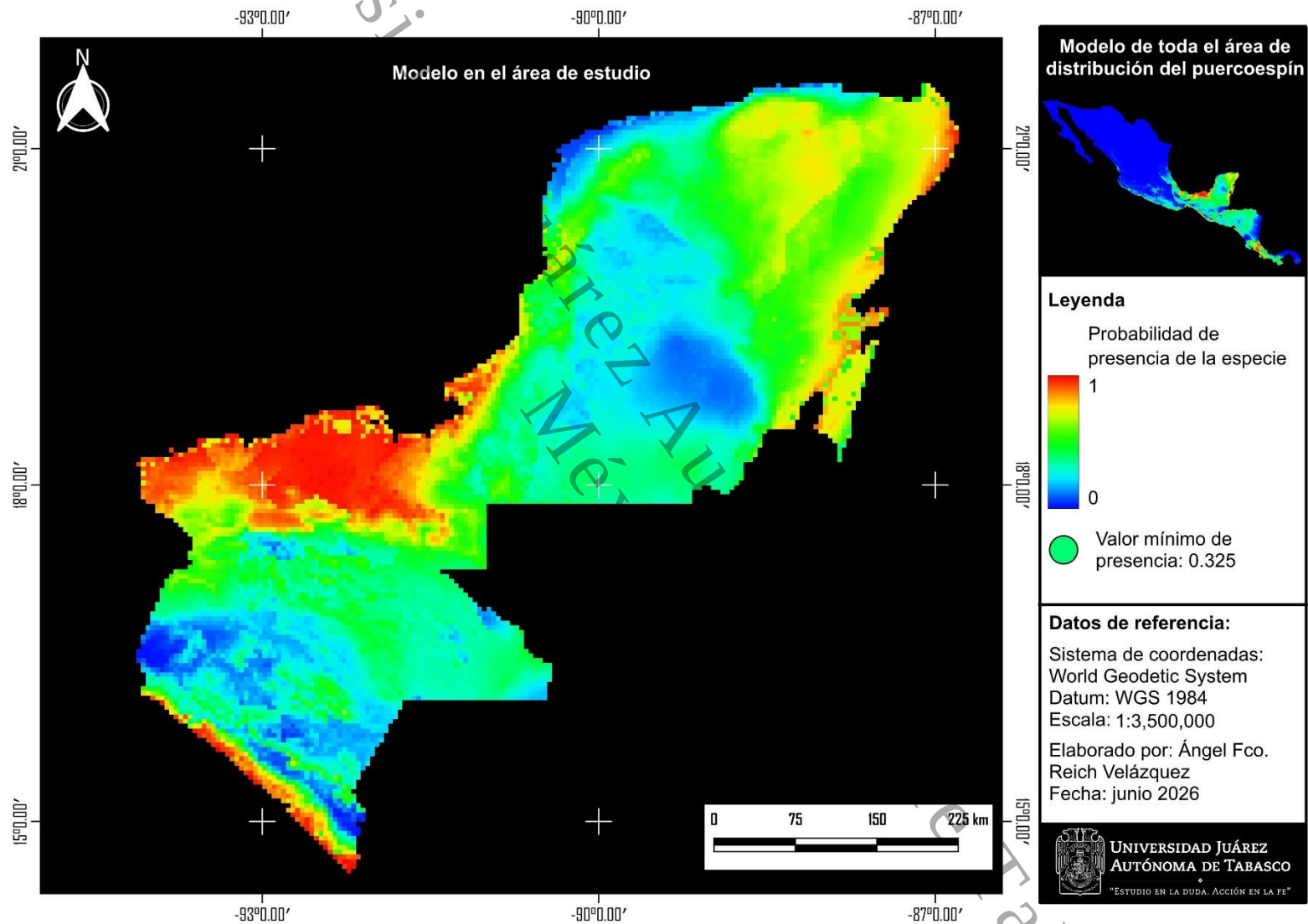


Figura 11. Modelo de distribución potencial del puercoespín tropical en el área de estudio.

ANEXO 2

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de Tesis:	MODELO DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL PUERCOESPÍN TROPICAL (<i>Coendou mexicanus</i> KERR, 1792) EN EL SURESTE DE MÉXICO
Autor(a) o autores(ras) de la Tesis:	Ángel Francisco Reich Velázquez
ORCID:	https://orcid.org/0009-0001-6689-4815
Resumen de la Tesis:	Los modelos de distribución potencial son herramientas que permiten identificar áreas cuyas condiciones ambientales son favorables para la presencia de una especie, específicamente de aquellas que son poco estudiadas. El puercoespín tropical (<i>Coendou mexicanus</i>) es una especie de roedor cuya información biológica y ecológica es poco conocida, debido a su comportamiento nocturno y hábitos arborícolas. El objetivo del presente trabajo es estimar la distribución potencial del puercoespín en el sureste de México en función de variables ambientales y del estado de conservación del hábitat. La distribución potencial del puercoespín tropical se modeló en el sureste de México, abarcando los estados de Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo mediante el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt). Para modelar se utilizaron puntos georreferenciados procedentes de bases de datos y artículos científicos, así como 21 variables ambientales (19 variables bioclimáticas, vegetación y uso de suelo y altitud). Se evaluó el papel de las áreas

	naturales protegidas federales y estatales, así como de las áreas destinadas voluntariamente a la conservación mediante intersecciones para cuantificar el espacio que ocupa la distribución potencial de la especie dentro de las ANPs y ADVCS. Se utilizó el índice propuesto por Rheingantz <i>et al.</i> (2014) para identificar las áreas con mayor probabilidad de presencia que se encuentran lejos de registros previos. Las áreas con mayor probabilidad de presencia de este roedor abarcan parte de la superficie del estado de Tabasco, la parte norte y sur de Chiapas, el oeste y sur de Campeche, así como la región este de Yucatán y Quintana Roo, siendo las variables de precipitación anual, altitud y rango de temperatura anual las de mayor influencia en su distribución. El 67.38% de la superficie del sureste mexicano presenta las condiciones idóneas para la especie, de las cuales únicamente el 28.37% del territorio se encuentra protegido, reflejando así que un poco menos de la tercera parte del área de estudio se encuentra bajo protección. Se propone enfocar futuros estudios en la costa sur del estado de Chiapas y al este de Quintana Roo de acuerdo con el índice propuesto por Rheingantz <i>et al.</i> (2014), así como realizar estudios con el objetivo de verificar la presencia de la especie en las áreas con alta idoneidad ambiental.
Palabras claves de la Tesis:	Áreas naturales protegidas, Distribución potencial, Puercoespín tropical, Sureste de México, Vacíos de información.
Referencias citadas:	Ballesteros-Barrera, C., Zárate-Hernández, R., Vargas-Miranda, B., Leyte-Manrique, A., Elizalde-Arellano, C., Martínez-Bernal, A., y Ortiz-Burgos, S. (2023). Revisión histórica, distribución potencial y estado de conservación de la rata endémica de México <i>Xenomys nelsoni</i> (Rodentia: Cricetidae). Revista de Biología Tropical, 71(1). http://dx.doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71i1.54636 Cisneros-Palacios, M. E., Reyes-Macedo, G., Méndez, Á., Monroy, G., y Ramírez Calderón, C. (2015). Registros notables del puerco espín tropical <i>Sphiggurus mexicanus</i> (Erethizontidae) en el estado de Oaxaca, México. Therya, 6(3), 647-652. https://doi.org/10.12933/therya-15-287

	Lira-Torres, I., Sánchez-Rojas, G., Ojeda-Ramírez, D., & Gómez de Anda, F. R. (2014). Registro Notable del Puercoespín Arborícola <i>Sphiggurus mexicanus</i> (Rodentia: Erethizontidae) en la Sierra Madre Oriental, México. <i>Therya</i>, 5(1), 271-275. https://doi.org/10.12933/therya-14-158. Lorenzo, C., Sántiz, E. C., Navarrete, D. A., y Bolaños, J. (2014). Causes and consequences of change rates in the habitat of the threatened tropical porcupine, <i>Sphiggurus mexicanus</i> (Rodentia: Erethizontidae) in Oaxaca, Mexico: implications for its conservation. <i>Revista de Biología Tropical</i>, 62(4), 1481-1494. 10.15517/rbt.v62i4.13587 Marineros-Sánchez, L., Portillo-Reyes, H. O., Vega, H., & Hernández, J. (2018). Registros y distribución potencial del puercoespín (<i>Coendou mexicanus</i>), (Rodentia: Erethizontidae) en Honduras. <i>Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)</i>, 8(2), 93-102. 10.22201/ie.20074484e.2018.1.2.265 Monterrubio-Rico, T. C., Ortega-Rodríguez, J. M., Mendoza-Cárdenas, N., Cancino-Murillo, R., & Pérez-Arteaga, A. (2010). Distributional and ecological records of the Mexican hairy dwarf porcupine (<i>Sphiggurus mexicanus</i>) from Michoacán, Mexico. <i>The Southwestern Naturalist</i>, 139-142. 10.1894/CLG-27.1 Narváez-Romero, C., Reyes-Puig, C., Valle, D. y Brito, J. (2018). <u>Nuevos registros y estimación de la distribución potencial del puercoespín de cola de muñón <i>Coendou rufescens</i>. <i>Therya</i>, 9(2), 137-146.</u> Ortega-Padilla, A. A., Gallo-Reynoso, J. P., Farías-González, V., Sosa-Escalante, J. E., Betancourt, S. H., Ponce-García, G., & Quintana-Salvador, T. E. (2022). Potential distribution of the neotropical otter (<i>Lontra longicaudis annectens</i>) in the State of Yucatán, México. <i>Therya</i>, 13 (2): 225-234. https://doi.org/10.12933/therya-22-2145 Osorio-Rodríguez, A. N., Vázquez-Arroyo, E., Almazán-Catalán, J. A., Farias, D. U., Juárez-Agis, A., y López, L. A. G. (2021). Current distribution of the Mexican hairy dwarf porcupine, <i>Sphiggurus mexicanus</i>, in Guerrero, México. <i>Therya Notes</i>, 2, 65-72. 10.12933/therya_notes-21-37 Ramírez-Chaves, H. E., Torres-Martínez, M. M., Noguera-Urbano, E. A., Passos, F. C. y Colmenares-Pinzón, J. E. (2019). Estado de conocimiento y distribución potencial del puercoespín enano peludo marrón endémico colombiano <i>Coendou vestitus</i> (Rodentia). <i>Biología de mamíferos</i>, 99(1), 1-11.
--	--