



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**Regionalización de los Bosques Tropicales Perennifolios de la Subregión
mexicana**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

Ordoñez López Antonio

Director de Tesis Dr. David Nahum Espinosa Organista

Asesor interno



Ciudad de México

2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria y Agradecimientos

“La naturaleza tiene la clave a nuestras satisfacciones estéticas, intelectuales, cognitivas y aún espirituales”

Edward O. Wilson (1929-)

Índice

Resumen	6
Introducción	7
3. Marco teórico	9
3.1. Biogeografía.....	9
3.2. Endemismo	10
3.3. Las áreas de endemismo	10
3.4. Regionalización Biogeográfica.....	11
3.5. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	12
3.6. Bases de Datos	13
3.7. Modelos de Nicho Ecológico.....	13
4. Justificación	16
5. Objetivos	16
5.1. Objetivos Generales	16
5.2. Objetivos particulares	16
6. Área de estudio	17
7. Método	18
7.1. Formación del Polígono.....	18
7.2. Búsqueda y obtención de los datos	19
7.3. Validación y depuración de los datos	19
7.4. Identificación de áreas de endemismo	20
7.5. Modelación de Nichos Ecológicos (MNE) como Modelos de Distribución de Especies (MDE)	21
7.6. MaxEnt.....	21
7.7. Validación	23
8. Resultados	26
8.1. Base de datos	26
8.2. Identificación de áreas de endemismo por medio de análisis de endemividad.....	26
8.3. Perfil Bioclimático en los MDE.....	36
8.4. Modelos de distribución de especies	41
8.5. Identificación de áreas de endemismo por suposición de los modelos de distribución	45
9. Análisis de los resultados	54

9.1. Base de datos	54
9.2. Identificación de áreas de endemismo por medio de análisis de endemividad.....	55
9.3. Perfil Bioclimático en los MDE.....	56
9.4. Modelos de distribución.....	57
9.5. Propuesta de Regionalización de las áreas identificadas de BTP.....	58
10. Conclusiones.....	69
11. Referencias	71
ANEXOS	83
Anexo 1. Base de datos depurada 756 especies.....	83
Anexo 2. Umbral de decisión	99
Anexo 3. Mapas de los modelos de distribución de especies a partir de MaxEnt.	102

FIGURAS

Figura 1. Jerarquía biogeográfica.....	11
Figura 2. Diagrama BAM.....	15
Figura 3. Área del bosque tropical perennifolio y subperennifolio en la sub región mexicana.....	17
Figura 4. Diagrama de flujo de la metodología para la formación de la base de datos, identificación de las áreas de endemismo, MNE y regionalización del área.....	24
Figura 5. Áreas de endemismo 2, 6 y 9 identificadas en la sub región mexicana.....	32
Figura 6. Áreas de endemismo 1, 5 y 8 identificadas en la sub región mexicana.....	33
Figura 7. Áreas de endemismo 3, 4 y 10 identificadas en la sub región mexicana.....	34
Figura 8. Áreas de endemismo 7 y 11 identificadas en la sub región mexicana.....	35
Figura 9. Áreas de endemismo 12 y 13 identificadas en la sub región mexicana.....	36
Figura 10. Visualización de los resultados de la implementación de las variables en los modelos.....	41
Figura 11. Áreas de endemismo 1,5 y 8. Por medio de superposición.....	47
Figura 12. Áreas de endemismo 2,6 y 9. Por medio de superposición.....	49
Figura 13. Áreas de endemismo 3,4 y 10. Por medio de superposición.....	51
Figura 14. Áreas de endemismo 7,11, 12 y 13. Por medio de superposición.....	54
Figura 15. Provincias identificadas.....	67

Figura 16. Subprovincias identificadas.....	68
Figura 17. Distritos identificados.....	68

CUADROS

Cuadro 1. Ecorregiones terrestres de BTP.....	18
Cuadro 2: Relación de las capas bioclimáticas utilizadas para cada uno de los análisis finales de nicho ecológico.....	21
Cuadro 3. Especies que sustentan las áreas endémicas, sus respectivos registros obtenidos y los resultantes de la depuración.....	27
Cuadro 4. Se presenta el índice de endemidad de cada taxón (IEe) que contribuye al índice de endemidad de cada Área (IEA).....	29
Cuadro 5. Relación de las capas bioclimáticas utilizadas para cada uno de los análisis de distribución de especies ecológico.....	38
Cuadro 6. Validación de los MDE con ROC parcial y Pearson. Con un signo “*” se señalan las especies que se eliminaron por no pasar la aprobación de la validación de ROC parcial y Pearson.....	42

Resumen

Los bosques tropicales perennifolios y subperennifolios (BTP) tienen los valores más altos de riqueza de especies que cualquier otro tipo de vegetación. Como Subregión mexicana, los BTP han sido reconocidos distintamente por diferentes autores como un área natural. El presente trabajo tiene como objetivo proponer una regionalización a partir de la identificación de áreas de endemismo por medio de la distribución geográfica potencial de especies endémicas ubicadas al margen de esta área buscando la división de su territorio en áreas menores con características comunes. A partir de una consulta en línea del Sistema de Información de Biodiversidad Global (GBIF), se conformó una base de datos depurada de 757 especies. Se realizó un Análisis de Endemicidad en el programa NDM/VNDM y, como resultado, se identificaron 13 áreas de endemismo sustentadas por 76 especies endémicas, con 1886 registros de presencia, pertenecientes a 32 familias y 50 géneros propios a Anfibios (28), Aves (3), Mamíferos (5), Plantas (19) y Reptiles (21). Se generaron modelos de nicho ecológico implementando el algoritmo de MaxEnt y se evaluaron por medio de curvas ROC (Característica Operativa del Receptor) parciales, sus áreas bajo la curva (AUC) y correlaciones de Pearson. Como resultado, 69 especies aprobaron el umbral de evaluación considerados no azarosos y se llevó a cabo la proyección en mapas para identificar las áreas de endemismo por medio de la superposición de los modelos que sustentaban a cada área. Se identificaron tres provincias (Península de Yucatán, Altos de Costa Rica-Panamá y Soconusco), tres subprovincias (Tierras bajas del noreste de Yucatán, La sierra de los Tuxtlas y Altos de Chiapas-Guatemala) y seis distritos (Oeste de Yucatán, Este de Yucatán, Tuxtlas, Extensión tropical de la sierra y Escarpe de la meseta Oriental, Selva Tropical del sur de Veracruz-Tabasco y Guatuso-Talamanca).

Introducción

La Biogeografía es la rama de la Biología que estudia la distribución de los seres vivos sobre la Tierra en espacio- tiempo, así como las causas que determinan dicha distribución. En esta disciplina, se incluye el tema de la regionalización biogeográfica, que comprende la clasificación del área terrestre a través de la biota presente (Escalante, 2009). Sin embargo, es necesario identificar la unidad básica de la jerarquía (provincia biótica) para encontrar la clasificación natural de las áreas geográficas, es decir, el área de endemismo más pequeña reconocible. (Escalante, 2009). Un área de endemismo debe reconocerse a partir de la superposición de dos o más áreas de distribución de un taxón. (Espinosa et al., 2001) y es posible encontrar áreas de endemismo que anidan a otras áreas de endemismo más pequeñas. Se han desarrollado aproximadamente 11 métodos para la identificación de patrones de endemismo (Noguera-Urbano, 2017), entre ellos, el método de Análisis de Endemicidad o Criterio de Optimización (AE). Este procedimiento fue propuesto por Szumik et al. (2002) y Szumik y Goloboff (2004) ya que se consideraba que los métodos existentes no incluían directamente el componente espacial y, por consecuencia, desestiman la representación de los sistemas naturales (Szumik et al., 2002; Escalante, 2009). Se evalúa mediante una comparación de celdas a través de la presencia de registros correspondientes a las especies y se obtiene un índice de endemicidad (IEe) para cada especie y área de endemismo (IEA) (involucra el componente espacial). Este método permite encontrar áreas de endemismo de diferentes tamaños e incluso superpuestas (Casagrande et al., 2009; Escalante, 2009; Noguera-Urbano, 2017) lo que permite proponer esquemas jerárquicos (Espinosa et al., 2001). Las áreas mejor representadas por los datos se seleccionan para identificar los patrones biogeográficos de la región y a su vez reconocer las especies que constituyen a estas áreas ya que es necesario la determinación de la distribución geográfica de la especie, se lleva a cabo a través de su estimación de su respectivo nicho ecológico. Actualmente el modelado de nicho ecológico (MNE) es probablemente el método más adecuado que actualmente existe para estimar la distribución geográfica real y potencial de las especies (Guisan y Thuiller, 2005).

Al inicio de este tipo de estudio se requiere obtener los datos sobre la biodiversidad del objetivo planteado, la cual se encuentra en fuentes como: trabajos de campo, bibliografía especializada, colecciones biológicas y bases de datos (Escalante et al., 2000). Las bases de datos deben estar dirigidas a un tema en particular y cada registro está distribuido en campos por lo cual es necesario contar con el nombre científico del espécimen y la georreferencia exacta de la localidad donde fue registrado. Sin embargo, en la incorporación de una base de datos se involucran rutinas de validación y control de calidad de los datos que habrán de incorporarse (Escalante, 2003). Por lo que se hace uso de los sistemas de información geográfica (SIG), que son un conjunto de herramientas que permiten obtener, almacenar y desplegar datos espaciales, por lo que es posible realizar análisis de sus características espaciales y vinculación de datos para obtener un mejor conocimiento de la zona (INEGI, 2014).

Los primeros trabajos en los que se establecieron las grandes regiones biogeográficas fueron Sclater (1858) y su sistema de seis regiones en el que estableció la región Neartica y Neotropical. La región Neotropical incluye bosques tropicales (la selva húmeda tropical y subtropical). Posteriormente este sistema fue retomado por Wallace (1876), quien identificó en la región Neotropical, cuatro subregiones: la mexicana (sur de México y América Central), antillana (Indias Occidentales), brasileña (Sudamérica tropical) y chilena (Sudamérica templada). Caracterizó a las regiones sin analizar sus interacciones y las consideró como áreas generales que se debían explicar.

La ausencia de un criterio de validación taxonómica y el sesgo de información de la época, limitaba el estudio de los patrones biogeográficos entre ellos del área Neotropical. Uno de ellos fue el sistema de regiones y provincias biogeográficas propuesto por Wallace que es ampliamente reconocido y en ese estudio identifica la subregión mexicana.

La subregión mexicana, caracterizada por los bosques tropicales perennifolios (BTP) y subperennifolios, presenta la mayor riqueza de especies de los ecosistemas terrestres (Challenger, 1998; Rzedowski, 1981). La distribución original comprendía la Planicie Costera del Golfo de México, la vertiente Pacífica de la Sierra Madre de Chiapas y se prolonga hacia Centroamérica, donde los bosques tropicales perennifolios son casi continuos en las tierras bajas del Atlántico, desde el sur de México hasta el centro de Panamá

(Challenger, 1998; Rzedowski, 1981, 1993). La deforestación extensa a finales del siglo XX ha reducido la diversidad en alto grado. Se estima que las áreas de mayor superficie de los bosques tropicales perennifolios se encuentran en la selva Lacandona al este de Chiapas en México y algunas porciones de Yucatán y el Petén de Guatemala (Olguín-Monroy, 2013; Rzedowski, 2006).

A través de las regionalizaciones biogeográficas y áreas de endemismo se reconocen espacios terrestres con una importancia relevante que recae en la diversidad biológica y pueden ser empleados para establecer estrategias de conservación. Como objetivo del actual proyecto se busca proponer una regionalización a partir de la identificación de áreas endemismo de los bosques tropicales perennifolios y subperennifolios de la subregión mexicana, ya que ambos tipos de vegetación de México y Centroamérica no han sido considerados en conjunto para estudios biogeográficos previos.

3. Marco teórico

3.1. Biogeografía

La Biogeografía es la disciplina que estudia la distribución de los seres vivos en el espacio y a través del tiempo, siendo sus objetivos principales el describir y comprender los patrones de distribución geográfica de las especies y taxones supraespecíficos (Morrone, 2016).

A través de estudios biogeográficos, diferentes investigadores en la historia han observado que las especies, géneros y familias no tienen una distribución homogénea o aleatoria, ya que usualmente están presentes en un arreglo determinado a un área particular (Llorente, 2001). Por medio del análisis de los seres vivos y áreas, como resultado se obtiene una clasificación de las mismas y que conduce al reconocimiento de patrones (Espinosa, 2002).

Las distribuciones reconocidas y mostradas en representaciones geográficas, en sustento de datos, permiten enfoques con finalidades múltiples. En términos de una perspectiva histórica, estos enfoques contribuyen a reconstruir los acontecimientos de las distribuciones de los organismos por medio de la comparación de las áreas, sustentado en los taxones y sus

distribuciones limitadas, y a su vez respaldados en su historia evolutiva de los mismos (Zunino-Zullini, 2003).

3.2. Endemismo

Para iniciar un análisis biogeográfico, es necesario hacerlo en varias etapas que inicialmente involucran el reconocimiento de las áreas de riqueza y endemismo (Contreras, 2006). El concepto de endemismo hace referencia a un taxón o grupo biológico que tiene presencia exclusiva en un área geográfica. De Candolle (1820) utiliza el término “aborígenes” para aquellas especies presentes en regiones delimitadas, y posteriormente las interpreta como especies endémicas. Sin embargo, las diferentes interpretaciones conceptualizan el endemismo como no solo el atributo de la discriminación de área; una especie es endémica si existe una superposición en la distribución de dos taxones (Espinosa y Llorente, 1993).

3.3. Las áreas de endemismo

La implementación de la condición de endemismo ha generado nuevos términos como ejemplo, el área de endemismo. Este concepto se refiere al patrón de superposición en la distribución de diferentes taxones (Espinosa et al 2001; Morrone, 1994; Noguera-Urbano, 2016; Platnick, 1991), a consecuencia de diferentes procesos azarosos (Morrone, 1994) y su importancia radica en su consideración como la unidad natural para la regionalización biogeográfica. La identificación de un área de endemismo se fundamenta en la identificación de patrones de homopatría-alopatría que se observan en la distribución de especies. Dicha superposición nunca es total, por lo que la identificación de las áreas de endemismo es de algún modo un proceso subjetivo. (Espinosa, 2001).

En un grupo monofilético, las áreas de distribución de sus especies son más pequeñas que las de los géneros y las áreas de éstos, a su vez, más pequeñas que las de las familias. Por ello, es común que las áreas de endemismo se aniden en otras áreas de endemismo, pero los organismos que comparte un área pueden presentar historias diferentes o compartidas en el tiempo (Noguera-Urbano, 2017).

El identificar áreas de endemismo conlleva 3 características principales (Müller, 1973):

- Las distribuciones de las especies deben ser relativamente menores en comparación con el área de estudio.
- Sus límites distribucionales deben ser apropiadamente conocidos.
- La validez de las especies no debe estar en disputa.

3.4. Regionalización Biogeográfica

Uno de los primeros logros de la biogeografía fue catalogar la superficie terrestre en regiones biogeográficas en sistemas jerarquizados, en los que se asignan categorías a las áreas geográficas, como consecuencia de la biodiversidad presente (Escalante, 2009). Ya que los elementos bióticos son componentes de otros más inclusivos, y a su vez inclusivos a otros, es posible establecer un arreglo jerárquico de los componentes principales en un sistema (Morrone, 2007) y, por lo tanto, cada agrupación comparte características reales que manifiesta la naturaleza con base en la exclusividad de la distribución orgánica (endémicos), y por ende, los términos, región biogeográfica y especie endémica muestran una relación fundamental en la regionalización biogeográfica (Espinosa, 2001). El sistema jerárquico se compone en cinco categorías: reinos, regiones, subregiones, dominios, provincias y distritos (Brown y Lomolino, 1988; Cabrera y Willink, 1973; Morrone 2001a, 2004a).

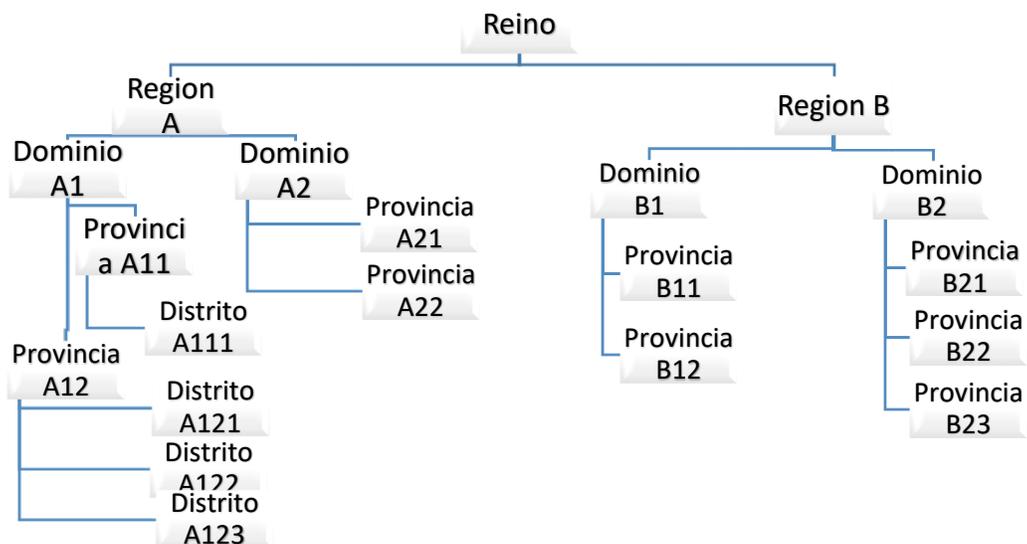


Figura 1. Jerarquía biogeográfica. (Escalante 2009).

El regionalizar lleva a una misión interminable al querer demarcar de manera rigurosa por el hecho que la distribución de la biodiversidad presenta atributos diversos (Zunino-Zullini, 2003). La regionalización es un proyecto que al observar las características inherentes (biodiversidad) del área nos lleva al reconocimiento del camino a indagar de la historia que esconde cada zona terrestre.

3.5. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Son un conjunto de herramientas informáticas relacionadas al espacio físico y que a través de bases de datos de diferentes fuentes y de grandes cantidades, son capaces de integrar, manejar analizar y representar características o atributos de un entorno deseado en condiciones actuales, del pasado y futuro. Los SIG realizan un acercamiento selectivo al tema como consecuencia de una pregunta predefinida, potenciando los resultados y aportando la perspectiva necesaria que permite ver cómo las interrelaciones entre estas variables van generando patrones y tendencias identificables (Molina et al., 2005).

Los componentes básicos de un SIG son 4: base de datos, software, hardware y personal (ESRI, 2006). La base de datos es la información interrelacionada adquirida por medio de diferentes fuentes, por lo cual es sometida a procesos de depuración y unificación de campos, los cuales deben incluir la información espacial (coordenadas) y sus atributos (características descriptivas) para su manejo y representación en programas operativos (Software) con diseños lógico-matemáticos y algorítmicos que facilitan el procesamiento, así como la eficacia y eficiencia de los resultados, existe diferentes programas para sistemas de información geográfica con cualidades particulares y capacidades variables, empleados por la estructura física del sistema (Hardware) y a su vez operado, guiado y validado por un personal (Recurso humano) capacitado en el manejo de los 3 componentes mencionados.

La información básica empleada por un SIG en una computadora, como una representación de las variables y componentes que conforman el espacio es por medio de modelos Raster o de Vector (EPA, 1988).

Datos tipo raster: son capas del espacio conformadas de celdas o pixeles y cada unidad mantiene una relación en la imagen por los rasgos exclusivos y atributos numéricos de los estratos, definiendo las relaciones espaciales entre variables. (EPA, 1988).

Datos tipo vector: es la información representada por puntos, líneas y polígonos asignados por pares de coordenadas en referencia a los datos espaciales y objetos geográficos. (EPA, 1988).

3.6. Bases de Datos

La unidad elemental de una base de datos es un dato, la cual se refiere a la imagen conceptual por un ser humano de un objeto o fenómeno (Koleff, 1997), por lo tanto, una base de datos es la agrupación de información relacionada en contexto entre sí y con un propósito particular. La finalidad del manejo de este acervo de datos conlleva un procedimiento que parte de indagar y obtener los datos. Los resultados y análisis de esta información permiten interpretar y tomar decisiones por ende se requiere un procesamiento de los mismos por medio de métodos estadísticos y estableciendo una estructura definida para poseer un alto grado de precisión. Es importante que las instituciones encargadas de la información de la biodiversidad puedan proveer los datos de manera accesible, con una estructura estandarizada para que sea compatible con los sistemas que permiten su análisis e interpretación para una posterior decisión. Las bases de datos taxonómicas permiten un pronto acceso a una gran cantidad de información de uso para disciplinas como la sistemática, ecología y biogeografía (Escalante et al., 2002).

3.7. Modelos de Nicho Ecológico

Un modelo es una representación parcial de la realidad que refleja algunas de sus características mientras que el término “nicho” ha tenido deferentes conceptos, el primero de ellos mencionado por Joseph Grinnell (1924) como “La unidad de distribución final en la que cada especie está condicionada por sus limitaciones instintivas y estructurales”. Por lo tanto, los modelos de distribución de especies son figuras que muestran la relación idónea del espacio entre la presencia de los taxones en conexión con las variables bióticas.

El modelado de nicho ecológico (MNE) es un método que estima la distribución geográfica real y potencial de las especies (Guisan y Thuiller, 2005). Se basa en la implementación de una serie de algoritmos matemáticos en el que se analiza la información de manera no aleatoria asociada a los taxones entre la georreferenciación de los registros de la especie y un conjunto de datos que dan cobertura al espacio con valores ambientales, proporcionando información asociada de manera física, química y biológica a la presencia de la distribución de las especies (Phillips et al., 2006). El desarrollo de algoritmos matemáticos permite, modelar con mayor precisión el nicho ecológico de los taxones y abordar diferentes puntos de vistas como pueden ser las coberturas climáticas (BioClim) y algoritmos genéticos (GARP).

Los conceptos analizados para la implementación de las coberturas climáticas se basan en las siguientes suposiciones: la distribución de las especies está definido por el clima, la distribución estadística de las variables climáticas es normal y todas las variables con intervalos restringidos influyen a la especie de interés (Illoldi y Escalante, 2008).

El enfoque de MNE se utiliza cada vez más en la toma de decisiones en materia de conservación, restauración y contaminación ambiental (Ferrier, 2002; Pearce y Lindenmayer, 1998).

En el presente trabajo, los modelos de distribución de especies (MDE) son inferidos a partir de los pasos de modelado de nicho ecológico (MNE) por lo que se debe aclarar la diferencia de estos conceptos. La distribución de especies se refiere a la idea de la presencia de los individuos, así como sus poblaciones reproductivas y probabilidad de detección en un espacio geográfico de manera no efímera y se construye a partir de las localidades donde se ha registrado (Espinosa et al. 2001; Zunino y Zullini, 2003). Los MDE se refieren a partes de la geografía del planeta donde se establecen las condiciones ambientales para la presencia de una especie; es decir, a las distribuciones geográficas. En cambio, los MNE están relacionados con las condiciones ambientales y bióticas asociadas a las especies; es decir, a los nichos ecológicos (Peterson y Soberón, 2012).

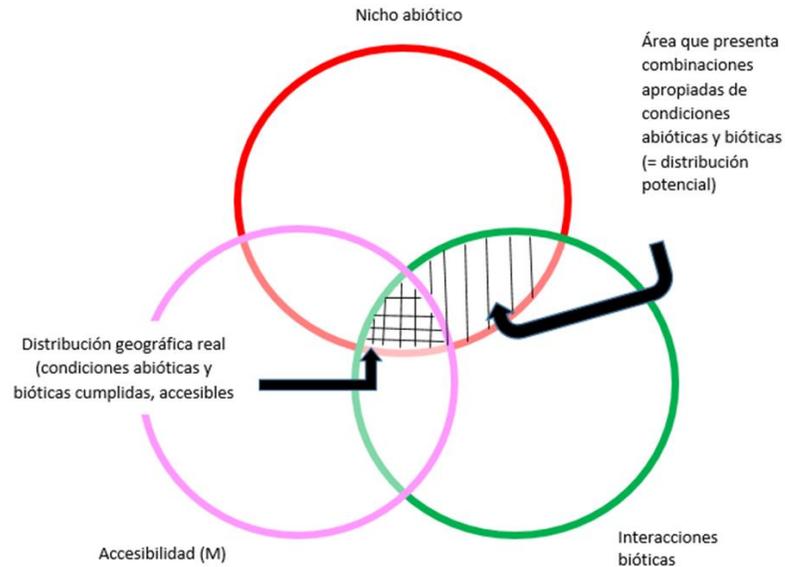


Figura 2. Diagrama BAM (II) Representación del área de distribución de una especie, resultado de la combinación de factores. (Modificado de presentación original de Soberón, 2005)

Maxent es uno de los programas más utilizados para crear modelos predictivos de la distribución de especies. Éste combina estadística, probabilidad de máxima entropía (más cercana a ser uniforme) y métodos bayesianos (procesos comparativos de que una hipótesis pueda ser cierta) por las cuales se han obtenido buenos resultados en diferentes proyectos (Ibarra et al., 2012). Los requerimientos para su implementación representan ventajas a otros métodos de modelos; se basa en datos de presencia e información ambiental, incorpora interacciones entre diferentes variables, eficientes algoritmos determinados han sido desarrollados y tiene una definida matemática que por ende es posible someter a análisis (Phillips et al., 2006), como resultado obtenemos un conjunto de gráficas, tablas y mapas que nos advierten de la distribución potencial de la especie.

4. Justificación

A partir del reconocimiento de las áreas a diferentes escalas es posible observar y describir las características de los patrones biogeográficos dibujados por la presencia de los taxones que a su vez reflejan las condiciones abióticas del nicho ecológico, por lo cual, la implementación de la cantidad y diversidad de grupos taxonómicos utilizados influye en la demarcación de diferentes limitaciones de las áreas identificadas en una misma región, estableciendo una desigual división sin mencionar la ausencia de una nomenclatura estandarizada que permite una variedad de nombres por lo tanto hace que la descripción y comparación sea subjetiva (Morrone, 2014).

En este trabajo se tomó como objeto de estudio el Bosque Tropical Perennifolio (BTP) de la Sub región Mexicana la cual es una de las comunidades vegetales más ricas y complejas por lo que el impacto de las actividades humanas (saqueo de recursos, explosión demográfica, etc.) se ha intensificado en los últimos años. Las selvas altas y medianas de México y Centroamérica no han sido consideradas en conjunto para estudios biogeográficos previos (Olguín et al., 2013). En este proyecto se estableció un reconocimiento de áreas endémicas basado en taxones de plantas y animales con relación a la gran heterogeneidad del medio, para proponer una regionalización del bosque tropical perennifolio de la sub región mexicana, como sustento para trabajos posteriores relacionados al conocimiento y conservación de la biodiversidad.

5. Objetivos

5.1. Objetivos Generales

- Proponer una Regionalización Biogeográfica de la biota en los bosques tropicales perennifolios de la subregión mexicana.

5.2. Objetivos particulares

- Analizar los patrones biogeográficos de la diversidad de taxones selectos de los bosques tropicales perennifolios.
- Reconocer áreas de endemismo.

6. Área de estudio

El bosque tropical perennifolio ocupa lugar desde el sur de Tamaulipas, la región de Tamazunchale y Ozuluama (sureste de San Luis y norte de Veracruz), a lo largo del estado de Veracruz y regiones limítrofes de Hidalgo, Puebla y Oaxaca hasta el norte y noreste de Chiapas y siguiendo por Tabasco, Campeche, Quintana Roo y presencia en partes de la península de Yucatán. También se le encuentra en una larga y estrecha franja en la vertiente pacífica de la Sierra Madre de Chiapas. Continuando por Centroamérica en los países de Belice, Guatemala, algunos manchones en el Salvador y por una estrecha línea en Honduras de lado del Caribe continuando por Nicaragua, Costa Rica y Panamá con una mayor presencia de área y siguiendo por el norte de Colombia y oeste de Ecuador.

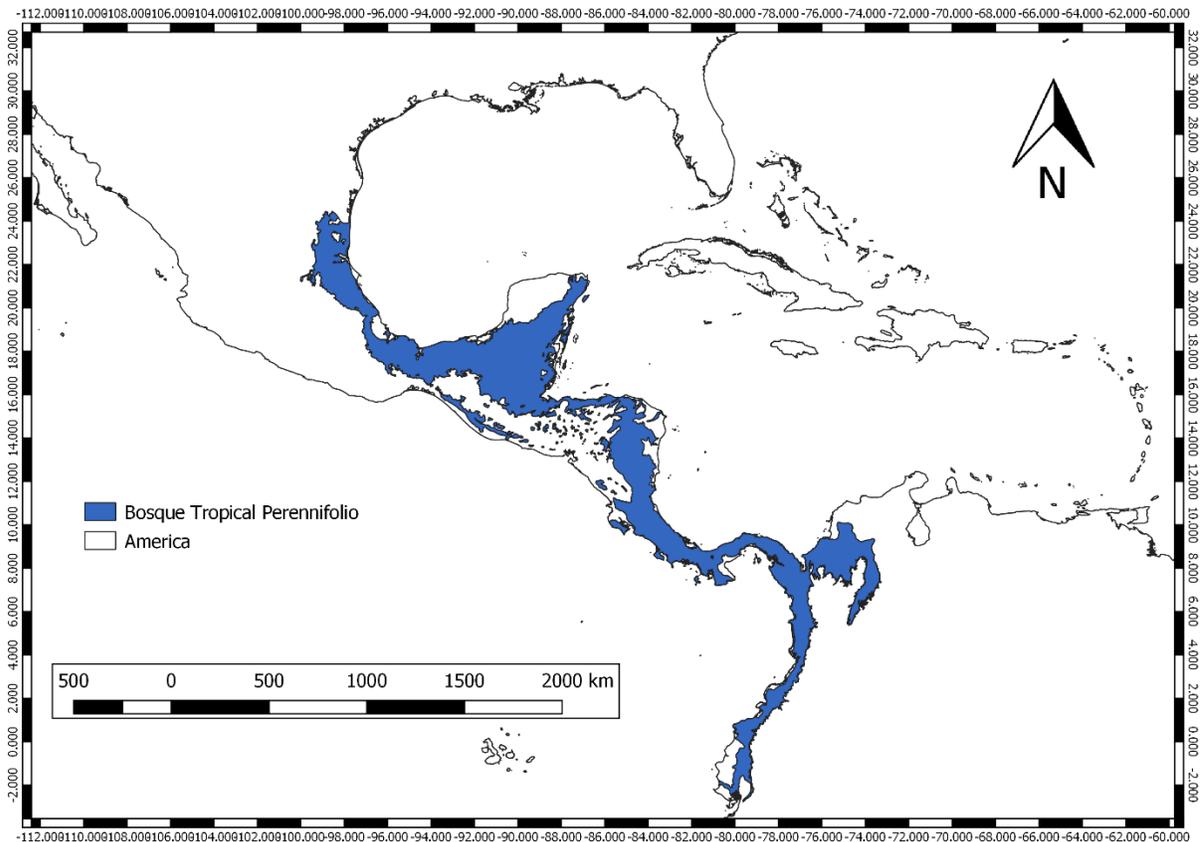


Figura. 3. Área del bosque tropical perennifolio y subperennifolio en la sub región mexicana.

Siguiendo la clasificación de Köppen (1948) los climas correspondientes son del tipo Am para la mayor parte de su distribución, Af para las porciones más húmedas, Cw para las más templadas y Aw para las más secas.

El Bosque tropical perennifolio es el ecosistema terrestre con mayor riqueza de especies que cualquier otro. (Challenger y Soberon, 2008).

7. Método

7.1. Formación del Polígono

A través del programa QGIS 3.0 (QGIS Development Team, 2015) el área de estudio se delimitó por medio de las ecorregiones terrestres del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) (Cuadro 1.), caracterizadas por la presencia de los bosques tropicales perennifolios (BTP).

Cuadro 1: Ecorregiones terrestres de BTP.

Ecorregiones Terrestres
Bosque húmedo Petén-Veracruz
Bosque húmedo de Yucatán
Bosque húmedo de Sierra Madre de Chiapas
Bosque montano Veracruz
Bosque montano Oaxaca
Sierra de los Tuxtla
Pantanos de Centla
Los Bosques húmedos del Atlántico de América Central
Bosques montaños de América Central
Bosques húmedos de Cayos Miskitos-San Andrés y Providencia
Bosques húmedos estacionales de Costa Rica
Bosques húmedos istmeños-atlánticos
Bosques húmedos de las islas de Cocos

Bosques húmedos istmeños-pacíficos
Bosques húmedos montanos de Talamanca
Bosques húmedos de Chocó-Darién
Bosques montanos del oriente de Panamá
Bosque húmedo del Oeste de Ecuador
Bosque húmedo Magdalena-Urabá

7.2. Búsqueda y obtención de los datos

La búsqueda y selección de los taxones (Anfibios, Aves, Mamíferos, Plantas y Reptiles) se realizó consultando artículos científicos, listados taxonómicos, libros y páginas web especializadas que citan la distribución de las especies en el polígono de estudio, por ejemplo: EncicloVida, IUCN Red List of Threatened Species y The Reptile Database. Los registros de las especies con los que se realizó el trabajo se obtuvieron de la base de datos en línea GBIF (Global Biodiversity Information Facilities) (<https://www.gbif.org/>), los cuales se descargaron en el formato CSV (valores separados por comas).

7.3. Validación y depuración de los datos

La validación de la información taxonómica fue consensada a través de las páginas web especializadas en los grupos taxonómicos, así como en artículos científicos, listados taxonómicos y libros, por ejemplo: Plants of the World Online, Kew Science, Amphibian Species of the World 6.0, an Online Reference American Museum of Natural History logo, The Plant List y Kohler 2003, Reptiles of Central America. Con el motivo de eludir sinonimias y verificar a la actualización taxonómica. En cuanto a la validación y depuración curatorial se ejecutó en el programa QGIS 3.0 iniciando con la eliminación de los registros que presentaban coordenadas duplicadas e indicaban observaciones en la categoría de Basisofhecord, así como la ausencia de información requerida en el campo de Localidad. Se colaboró la correspondencia de las coordenadas geográficas y la localidad de los registros por medio de Google Earth vers.7.3.2.5491 así como páginas web y literatura especializada dirigida a los grupos taxonómicos.

La ocurrencia espacial se evaluó en intervalos de 1x1 kilómetro, por medio del software R a través de la interfaz que ofrece RStudio (RStudio Team, 2015), en un conjunto de funciones spThin (Matthew, 2019).

La depuración de los datos atípicos se realizó a través del cruce de puntos de cada taxón respecto a 19 coberturas climáticas obtenidas de WorldClim versión 2.0 (Fick et al., 2017), tiene datos climáticos mensuales promedio para la temperatura mínima, media y máxima y para la precipitación para 1970-2000. En el programa QGIS 3.0, con el respaldo del complemento Point sampling tool, se generó un perfil bioclimático para cada taxón el cual por medio de Rstudio fue posible obtener un dendograma, y con ello fue viable distinguir los datos de áreas donde su presencia no es confiable y como consecuencia su eliminación.

Posteriormente se integró en un archivo de texto sin formato, una única base de datos de aquellos taxones con presencia no menor del 80% de los registros en el polígono que representa el BTP considerándolos como especies endémicas y afines al área.

7.4. Identificación de áreas de endemismo

Se identificaron patrones de endemismo a través del Análisis de Endemicidad o Criterio Optimización (AE) (Szumik et al. 2002; Szumik y Goloboff, 2004) ya que permite la obtención áreas de endemismo superpuestas y la metodología implementa el componente espacial a diferencia de otros métodos (Noguera-Urbano, 2017). El AE calcula el grado de endemidad a partir de la proporción de celdas del área donde una especie está presente y la proporción de celdas fuera del área y celdas adyacentes donde esté presente. Se utilizó una cuadrícula de 1° x 1° y se analizó en el software NDM/VNDM versión 3.1 (Goloboff, 2004), la búsqueda de áreas de endemismo se realizó con los parámetros: valor mínimo de endemismo = 1.60; mantener áreas superpuestas = 60%; áreas de consenso = 60%; repeticiones = 20 y semilla aleatoria = 1000, 900, 700, 500, 444, 207, 77, 37, 10, 1. El área de conceso fue estricto y se estableció de 60% considerándolo como semi-reducido, permitiendo identificar patrones biogeográficos definidos y garantiza la consistencia entre las áreas encontradas (Aagesen et al., 2013), cada área se comparó contra cada una de las otras áreas. Se observaron las áreas obtenidas individualmente para reconocer que las especies que las sustentan tengan presencia exclusiva en el área.

7.5. Modelación de Nichos Ecológicos (MNE) como Modelos de Distribución de Especies (MDE)

Se realizaron MNE para generar una hipótesis de la distribución de especies, tal como se ha hecho en otros estudios biogeográficos (Rojas-Soto et al., 2003; Sánchez-Gonzales et al., 2008). Para la realización de los MDE se utilizó el software MaxEnt versión 3.4.1 (Philips et al., 2006) y se utilizaron las 19 variables climáticas tomadas del portal de Internet Global Climate Data-Worldclim versión 2.0 (<http://www.worldclim.org/>), debido a que son variables biológicamente significativas (Kees et al., 2011) las cuales representan valores mensuales y anuales de temperatura y precipitación, y se consideran predictores potenciales de nichos ecológicos (Guevara et al., 2017).

7.6. MaxEnt

MaxEnt ha demostrado tener una buena capacidad de predicción basada, únicamente, en datos de presencia (Elith et al., 2006; Navarro-Cerrillo et al., 2011). Se eliminaron las especies que tuvieran cuatro registros o menos, ya que MaxEnt muestra una mayor significancia predictiva en especies con más de cinco registros (Pearson et al., 2007). Se estableció el espacio “M” por medio de la implementación de las cuencas hidrológicas de América ya que son unidades con limitación natural. Se utilizó la capa de cuencas hidrológicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 1998) y de América Central (UNAM, 2017). En QGIS 3.0 por medio de la selección de áreas de la capa de cuencas donde los registros de distribución de la especie tenían presencia se seleccionaron y se disolvieron los límites entre las unidades que integran el área utilizando la herramienta Dissolve y posteriormente se extrajeron.

Cuadro 2: Relación de las capas bioclimáticas utilizadas para cada uno de los análisis finales de nicho ecológico.

Variable	Descripción
BIO1	= Temperatura media anual
BIO2	= Rango de temperaturas diurnas (Media mensual (max temp - min temp))
BIO3	= Isotermalidad (BIO2/BIO7) (* 100)
BIO4	= Estacionalidad en la temperatura (desviación estandar *100)
BIO5	= Temperatura Máxima del mes más cálido
BIO6	= Temperatura mínima del mes más frío

BIO7	= Rango anual de Temperatura (BIO5-BIO6)
BIO8	= Temperatura media del trimestre más lluvioso
BIO9	= Temperatura media del trimestre más seco
BIO10	= Temperatura media del trimestre más cálido
BIO11	= Temperatura media del trimestre más frío
BIO12	= Precipitación anual
BIO13	= Precipitación del mes más húmedo
BIO14	= Precipitación del mes más seco
BIO15	= Estacionalidad de precipitación (coeficiente de variación)
BIO16	= Precipitación del trimestre más húmedo
BIO17	= Precipitación del trimestre más seco
BIO18	= Precipitación del trimestre más cálido
BIO19	= Precipitación del trimestre más frío

Implementando QGIS 3.0 se recortaron las 19 capas raster (ASCII) respectivas a las variables climáticas a las mismas dimensiones del espacio M de cada especie con ayuda de la herramienta “Clip raster with polygon” en el menú SAGA y se guardaron como archivo ASC (*,asc).

Utilizando MaxEnt se realizaron los Modelos de distribución de entrenamiento con los siguientes parámetros: se tomó el 80% de los registros para los modelos de entrenamiento y el 20% restante para su validación, se aplicaron 20 réplicas, y se implementó la prueba de Jackknife para un posterior ajuste de la M en función a los resultados, mostrar la representación en curvas de respuesta, representación de las curvas de cada variable, Crossvalidate como tipo de ejecución replicada, mostrar grafica de Curva ROC (Receiver Operating Characteristic) y en formato de salida Cloglog.

Para el ajuste de modelos se eliminaron las variables correlacionadas ya que permite la reducción de las dimensiones a partir de una gran cantidad de variables interrelacionadas y evitar un sobreajuste de los modelos por multicolinealidad entre variables (Dormann et al., 2013), se aplicó un análisis de correlación de Pearson en Rstudio se realizó una evaluación de la correlación de estas variables y se identificaron las variables sin alta co-linealidad, se procedió a los modelos de calibración con estas variables seleccionadas.

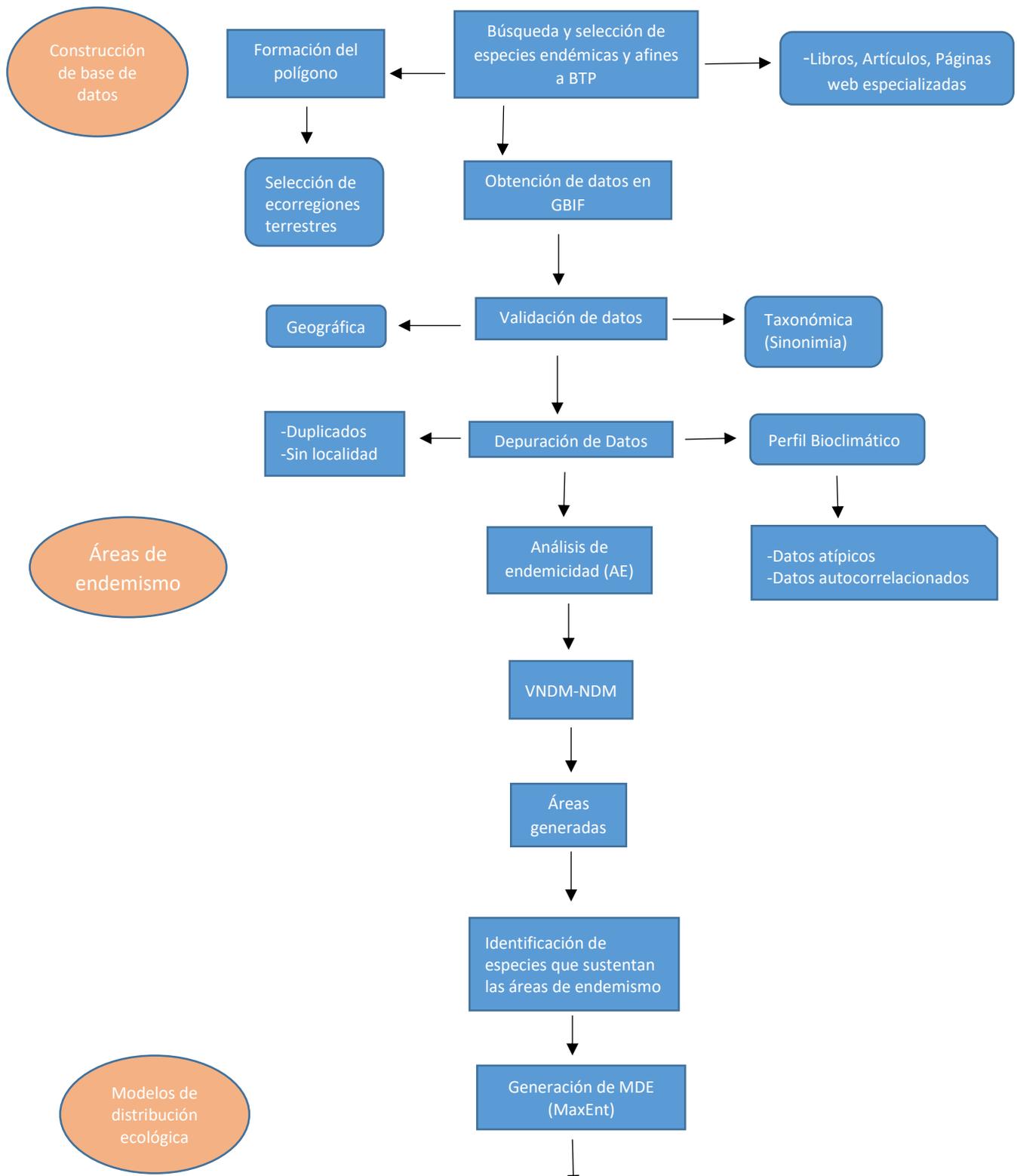
7.7. Validación

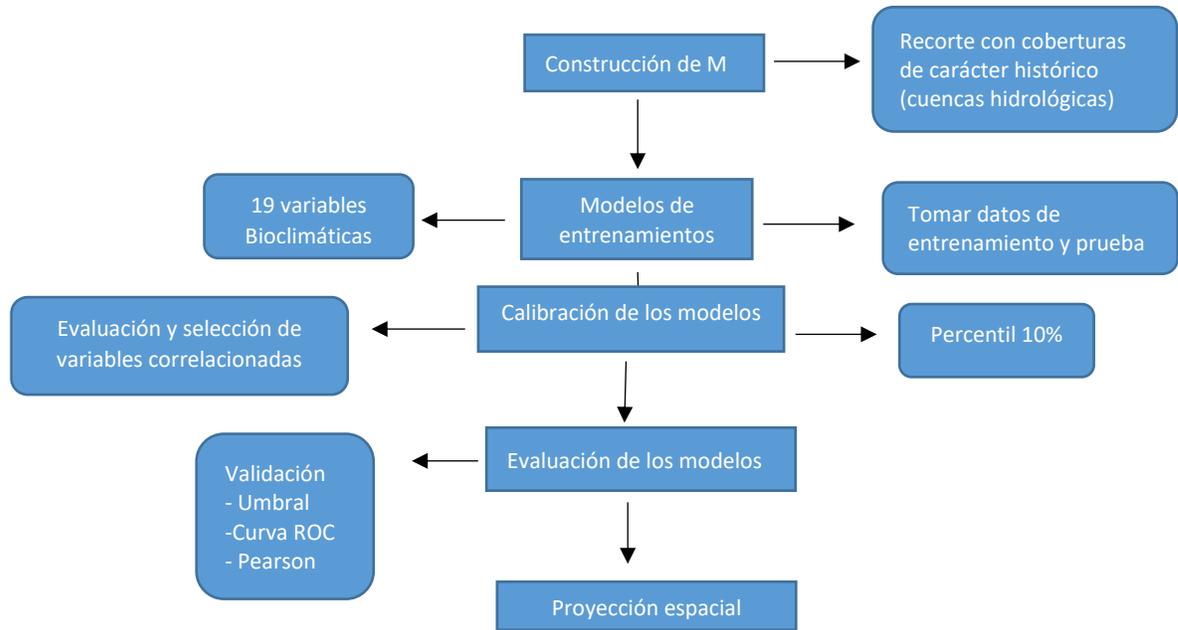
Para la validación de un modelo se distingue entre áreas adecuadas e inadecuadas para la especie con un umbral de decisión, se estableció a partir de la aproximación liberal (Un umbral fijo que refute solo el 10% más bajo de los posibles valores predichos). Esto se realizó en QGIS 3.0 en el cual se recortaron los promedios de los modelos correspondientes a cada especie implementando la herramienta de calculadora raster con el valor del “10 percentile training presence” el cual vario en cada especie (Anexo 2).

Los modelos generados fueron sometidos a las pruebas de la curva de respuesta ROC parcial (Peterson et al., 2008) que es una modificación que utiliza una fracción de la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) y elude errores de omisión y comisión que se pueden obtener con la implementación de la curva ROC (Ashraf et al., 2017). Este análisis se realizó por medio del programa Niche ToolBox (Osorio et al., 2018) en el cual se evaluaron los modelos generados con mayor a 15 registros. Para la realización de la ROC parcial fue a partir del 20% de los datos previamente elegidos al azar y se utilizaron los valores de 0.05 como valor de proporción de omisión; 100% de porcentaje de puntos escogidos al azar y 500 el número de iteraciones en “Bootstrap”. Se eligieron los modelos con valores más de 1.10 como representación no azarosa catalogándolos como modelos predictorios.

Pero se debe tener en cuenta que el valor del ROC depende del número de presencias y del tamaño total del área de estudio (Lobo et al., 2008) ya que con valores menores puede incrementar artificialmente la consistencia del modelo (Veloz, 2009). Para datos en los que contamos con muy pocas presencias, una alternativa es utilizar un test binomial (Mateo et al., 2011). Por lo que los modelos generados con menos de 15 registros se realizaron por el proceso Jackknife (Rojas y Ortega, 2015) y se sometieron a un análisis de Pearson. Se utilizó el software PvalueCompute.exe (Pearson et al., 2007) y se obtuvo el porcentaje de puntos predichos con el umbral (q) y el valor estadístico de probabilidad (p) que valida el umbral. Esto implica que si la probabilidad (p) de un modelo fuera $P < 0.05$ significa que el modelo si es diferente a lo esperado al azar (Pearson et al., 2007). Los MDE que tuvieron una validación aprobatoria se intersectaron por medio de QGIS y se procedió a realizar una suma de los modelos de distribución potencial de las especies para identificar las áreas de superposición.

Figura 4. Diagrama de flujo de la metodología para la formación de la base de datos, identificación de las áreas de endemismo, MDE y regionalización del área.





8. Resultados

8.1. Base de datos

Se obtuvieron 1,756,468 registros de la base de datos GBIF correspondientes a 1,118 especies. Estos registros se depuraron, geográficamente, taxonómicamente; se eliminaron los registros con ausencia de información que permita la georreferenciación, los datos duplicados, la autocorrelación espacial, los datos atípicos. Después, se generó una base de datos en la cual se tomaron las especies con una presencia de registros de al menos 80% dentro del polígono que considera la distribución de los bosques tropicales perennifolios de la Subregión Mexicana y a su vez se eliminaron los taxones que quedaron con cuatro o menos registros ya que MaxEnt presenta una menor significancia predictiva (Pearson et al., 2007), los datos se redujeron a 46,092 registros (2.62%) correspondiente a 757 especies (Anexo 1).

Existen muchas especies endémicas con distribución geográfica limitada que no cuentan un número mínimo de registros suficiente para realizar los modelos de nichos ecológicos. Esto se ve relacionado al rango de distribución de cada especie respecto al esfuerzo de colecta (tamaño y tiempo), por lo que la información disponible se encuentra sesgada.

A través del proceso de depuración, disminuyó la cantidad de datos al detectar errores e inconsistencias. Los errores frecuentes que se detectaron fueron, sin localidad 245,594 datos (13.98%), duplicados 1, 422,549 datos (80.98%), y de tipo autocorrelación/atípicos 30244 datos (1.72%).

8.2. Identificación de áreas de endemismo por medio de análisis de endemidad

La búsqueda de áreas de endemismo fue realizada siguiendo el análisis de endemidad (AE). El procedimiento consistió en evaluar la concordancia en la distribución de las especies de un área predefinida (celdas). Se sobrepusieron 46,092 registros depurados correspondientes a 757 especies en 35x42 cuadros de 1° x 1°. Con el AE se obtuvieron 38 áreas identificadas y posteriormente al aplicar el consenso de 60% y el índice de endemidad (e) del 0.8, se obtuvieron 13 áreas de endemismo sustentadas por 76 especies (Cuadro 3.) correspondientes a 1886 registros que implican 32 familias y 50 géneros propios a Anfibios (28), Aves (3),

Mamíferos (5), Plantas (19) y Reptiles (21). El número de especies no fue equivalente en cada grupo.

Con AE se obtuvieron 13 áreas de endemismo (Cuadro 4.) El valor de 1.00 que es el más alto, se repitió en 37 especies y el área 11 se ubicada en Costa Rica-Panamá conformada por 15 especies con un valor de IEA de 13.50-13.75, siendo el área mejor representada. *Crossopetalum gaumeri* es la especie con mayor número de registros (149) en el presente trabajo.

Cuadro 3. Especies que sustentan las áreas endémicas, sus respectivos registros obtenidos y los resultantes de la depuración.

Familia	Especies	No. Registros	Registros depurados
Anfibios			
Bufonidae	<i>Atelopus varius</i>	1376	49
	<i>Incilius bocourti</i>	1089	11
	<i>Incilius cavifrons</i>	595	43
Caprimulgidae	<i>Antrostomus badius</i>	438	8
Craugastoridae	<i>Craugastor andi</i>	67	13
	<i>Craugastor escoces</i>	335	24
	<i>Craugastor fleischmanni</i>	626	31
	<i>Craugastor matudai</i>	276	12
	<i>Craugastor palenque</i>	68	5
	<i>Craugastor spatulatus</i>	252	12
	<i>Craugastor underwoodi</i>	364	23
	Dendrobatidae	<i>Phyllobates lugubris</i>	401
Hylidae	<i>Agalychnis annae</i>	324	20
	<i>Agalychnis lémur</i>	121	12
	<i>Ecnomiohyla valancifer</i>	23	7
	<i>Charadrahyla taeniopus</i>	528	22
	<i>Isthmohyla angustilineata</i>	67	9
	<i>Megastomatohyla mixomaculata</i>	106	22
	<i>Plectrohyla ixil</i>	182	17
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa subpalmata</i>	7223	62
	<i>Bolitoglossa flavimembris</i>	264	19
	<i>Bolitoglossa franklini</i>	1873	64
	<i>Nototriton picadoi</i>	207	6
	<i>Oedipina uniformis</i>	542	57

	<i>Pseudoeurycea lineola</i>	814	23
	<i>Pseudoeurycea werleri</i>	295	29
	<i>Thorius pennatulus</i>	2038	21
Ranidae	<i>Lithobates vibicarius</i>	501	36
Aves			
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	5679	74
Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	5671	50
Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	1925	24
Mamíferos			
Cricetidae	<i>Reithrodontomys creper</i>	509	35
Geomyidae	<i>Orthogeomys heterodus</i>	171	12
Leporidae	<i>Sylvilagus dicei</i>	22	5
Soricidae	<i>Cryptotis gracilis</i>	70	20
	<i>Cryptotis orophila</i>	49	10
Plantas			
Actinidiaceae	<i>Saurauia cuchumatanensis</i>	57	12
Apocynaceae	<i>Gonolobus stenanthus</i>	70	32
	<i>Matelea crassifolia</i>	68	24
	<i>Matelea guatemalensis</i>	33	12
Araceae	<i>Anthurium titanium</i>	75	25
	<i>Syngonium steyermarkii</i>	16	5
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia veracruzana</i>	13	6
Begoniaceae	<i>Begonia purpusii</i>	41	10
	<i>Begonia trichosepala</i>	37	8
	<i>Begonia violifolia</i>	32	8
Bignoniaceae	<i>Amphitecna montana</i>	84	29
Celastraceae	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	300	149
Cibotiaceae	<i>Cibotium schiedeii</i>	281	13
Fabaceae	<i>Inga sinacae</i>	103	8
Myrtaceae	<i>Eugenia inirebensis</i>	44	12
	<i>Eugenia sotoesparzae</i>	19	6
Rubiaceae	<i>Arachnothryx tuxtlenensis</i>	47	14
	<i>Hoffmannia minuticarpa</i>	27	9
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis megacarpa</i>	94	25
Reptiles			
Anguidae	<i>Abronia matudai</i>	50	10
	<i>Mesaspis monticola</i>	488	65

Colubridae	<i>Chersodromus liebmanni</i>	148	22
	<i>Dipsas brevifacies</i>	345	111
	<i>Ninia psephota</i>	81	21
	<i>Symphimus mayae</i>	459	26
Dactyloidae	<i>Anolis duellmani</i>	33	9
	<i>Anolis hobartsmithi</i>	76	5
	<i>Anolis matudai</i>	218	34
	<i>Anolis woodi</i>	123	21
Dipsadidae	<i>Geophis cancellatus</i>	49	8
	<i>Geophis immaculatus</i>	57	9
	<i>Geophis nasalis</i>	2764	17
	<i>Geophis ruthveni</i>	13	7
	<i>Geophis semidoliatus</i>	1206	56
	<i>Rhadinaea calligaster</i>	179	50
	<i>Rhadinaea forbesi</i>	96	27
	<i>Rhadinella hannsteini</i>	73	21
	<i>Trimetopon pliolepis</i>	33	15
Elapidae	<i>Micrurus limbatus</i>	45	6
Xantusiidae	<i>Lepidophyma pajapanensis</i>	186	6

Cuadro 4. Se presenta el índice de endemidad de cada taxón (IEe) que contribuye al índice de endemidad de cada Área (IEA).

Especies	Score	Especies	Score
Área 1	IEA = 2.72-2.97	Área 10	IEA= 8.12-8.37
<i>Gonolobus stenanthus</i>	IEe= (0.909)	<i>Bolitoglossa subpalmata</i>	IEe= (1.000)
<i>Matelea crassifolia</i>	IEe= (1.000)	<i>Craugastor andi</i>	IEe= (0.875)
<i>Antrostomus badius</i>	IEe= (0.818)	<i>Craugastor escoces</i>	IEe= (1.000)
		<i>Isthmohyla</i>	IEe= (0.875)
		<i>angustilineata</i>	
Área 2	IEA= 1.88-2.13	<i>Nototriton picadoi</i>	IEe= (0.875)
<i>Dipsas brevifacies</i>	IEe= (1.000)	<i>Geophis ruthveni</i>	IEe= (0.875)
<i>Symphimus mayae</i>	IEe= (0.885)	<i>Cryptotis orophila</i>	IEe= (0.875)
		<i>Orthogeomys heterodus</i>	IEe= (0.875)

Área 3	IEA= 2.50-2.75	<i>Agalychis lemur</i>	IEe= (0.875)
<i>Crossopetalum gaumeri</i>	IEe= (0.857)		
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	IEe= (0.810)	Área 11	IEA= 13.50-13.75
		<i>Agalychnis annae</i>	IEe= (0.929)
Área 4	IEA= 8.37-8.62	<i>Atelopus varius</i>	IEe= (1.000)
<i>Charadrahyla taeniopus</i>	IEe= (0.800-0.875)	<i>Craugastor fleischmanni</i>	IEe= (1.000)
<i>Craugastor spatulatus</i>	IEe= (0.900-1.000)	<i>Craugastor underwoodi</i>	IEe= (0.857)
<i>Megastomatohyla mixomaculata</i>	IEe= (0.800-0.875)	<i>Lithobates vibicarius</i>	IEe= (0.929)
<i>Pseudoeurycea lineola</i>	IEe= (0.800-0.875)	<i>Oedipina uniformis</i>	IEe= (0.857)
<i>Thorius pennatulus</i>	IEe= (0.900-1.000)	<i>Phyllobates lugubris</i>	IEe= (0.857)
<i>Chersodromus liebmanni</i>	IEe= (0.800-0.875)	<i>Anolis woodi</i>	IEe= (0.857)
<i>Geophis semidoliatus</i>	IEe= (0.900-1.000)	<i>Mesaspis monticola</i>	IEe=(0.929)
<i>Rhadinaea forbesi</i>	IEe= (0.800-0.875)	<i>Ninia psephota</i>	IEe= (0.929)
<i>Cibotium schiedei</i>	IEe= (0.900-1.000)	<i>Rhadinaea calligaster</i>	IEe= (0.929)
<i>Eugenia inirebensis</i>	IEe= (0.000-0.800)	<i>Trimetopon pliolepis</i>	IEe= (0.857)
Área 5	IEA= 1.70-1.95	<i>Cryptotis gracilis</i>	IEe= (0.857)
<i>Lepidophyma pajapanensis</i>	IEe= (0.900-1.000)	<i>Reithrodontomys creper</i>	IEe= (0.857)
<i>Inga sinacae</i>	IEe= (0.800-0.875)	<i>Silvilagus dicei</i>	IEe= (0.857)
Área 6	IEA= 3.50-3.75	Área 12	IEA= 7.50-7.75
<i>Craugastor palenque</i>	IEe= (0.000-1.000)	<i>Bolitoglossa flavimembris</i>	IEe= (0.833-1.000)
<i>Plectrohyla ixil</i>	IEe= (0.833-1.000)	<i>Abronia matudai</i>	IEe= (0.833-1.000)
<i>Anolis hobartsmithi</i>	IEe= (0.833-1.000)	<i>Geophis cancellatus</i>	IEe= (0.833-1.000)

<i>Begonia violifolia</i>	IEe= (0.833-1.000)	<i>Geophis immaculatus</i>	IEe= (0.000-0.833)
		<i>Geophis nasalis</i>	IEe= (0.833-1.000)
Área 7	IEA= 1.86-2.11	<i>Rhadinella hannsteini</i>	IEe= (0.833-1.000)
<i>Amazona xantholora</i>	IEe= (0.867)	<i>Amphitecna montana</i>	IEe= (0.000-1.000)
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	IEe= (1.000)	<i>Begonia purpusii</i>	IEe= (0.833-1.000)
		<i>Syngonium steyermarkii</i>	IEe= (0.833-1.000)
Área 8	IEA= 5.00-5.25		
<i>Bolitoglossa franklini</i>	IEe= (0.800)	Área 13	IEA= 10.00-10,25
<i>Craugastor matudai</i>	IEe= (0.800)	<i>Ecnomiohyla valancifer</i>	IEe= (1.000)
<i>Incilius bocourti</i>	IEe= (0.800)	<i>Incilius cavifrons</i>	IEe= (1.000)
<i>Anolis matudai</i>	IEe= (0.800)	<i>Pseudoeurycea werleri</i>	IEe= (1.000)
<i>Anthurium titanium</i>	IEe= (1.000)	<i>Anolis duellmani</i>	IEe= (1.000)
		<i>Micrurus limbatus</i>	IEe= (1.000)
Área 9	IEA= 2.83-3.08	<i>Arachnothryx tuxtlenensis</i>	IEe= (1.000)
<i>Begonia trichosepala</i>	IEe= (1.000)	<i>Aristolochia veracruzana</i>	IEe= (1.000)
<i>Matelea guatemalensis</i>	IEe= (1.000)	<i>Daphnopsis megacarpa</i>	IEe= (1.000)
<i>Saurauia cuchumatanaensis</i>	IEe= (0.833)	<i>Eugenia sotoesparzae</i>	IEe= (1.000)
		<i>Hoffmannia minuticarpa</i>	IEe= (1.000)

A continuación, se describen de manera breve las 13 áreas identificadas:

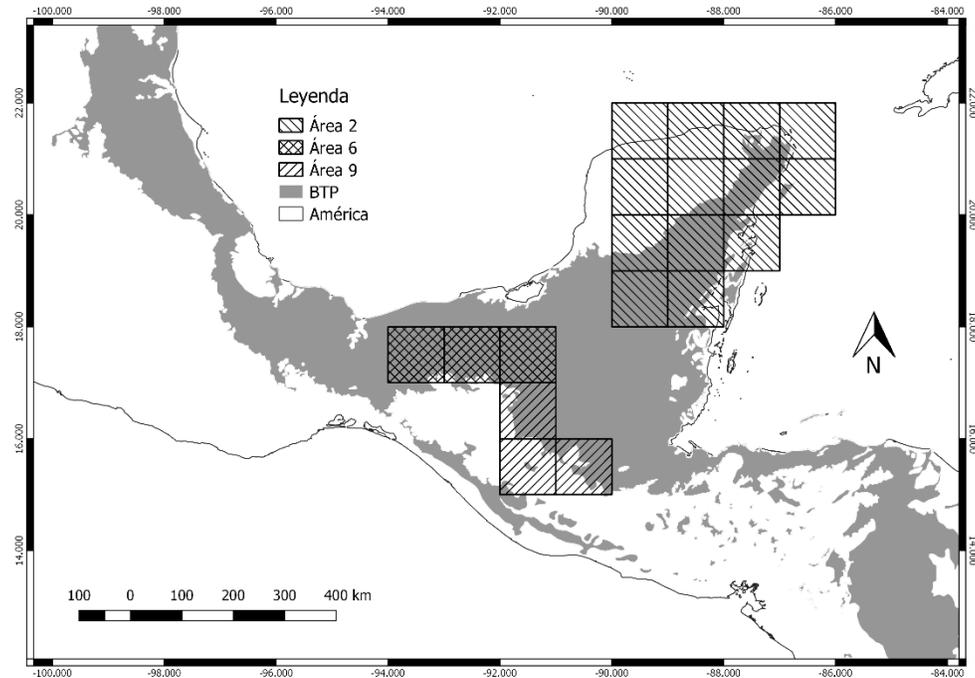


Figura 5. Áreas de endemismo 2, 6 y 9 identificadas en la sub región mexicana.

Fig. 5. Los registros de *Dipsas brevifacies* y *Symphimus mayae* forman el área 2 y se distribuyen en la Península de Yucatán. Los registros de *Anolis hobartsmithi*, *Begonia violifolia*, *Craugastor palenque* y *Plectrohyla ixil* componen al área 6 y se distribuyen en la Llanura de la Costa del Golfo del Sur. Los registros de *Begonia trichosepala*, *Matelea guatemalensis* y *Saurauia cuchumatansensis* conforman el área 9 y se encuentran distribuidos principalmente en la Sierra de Chiapas y Guatemala.

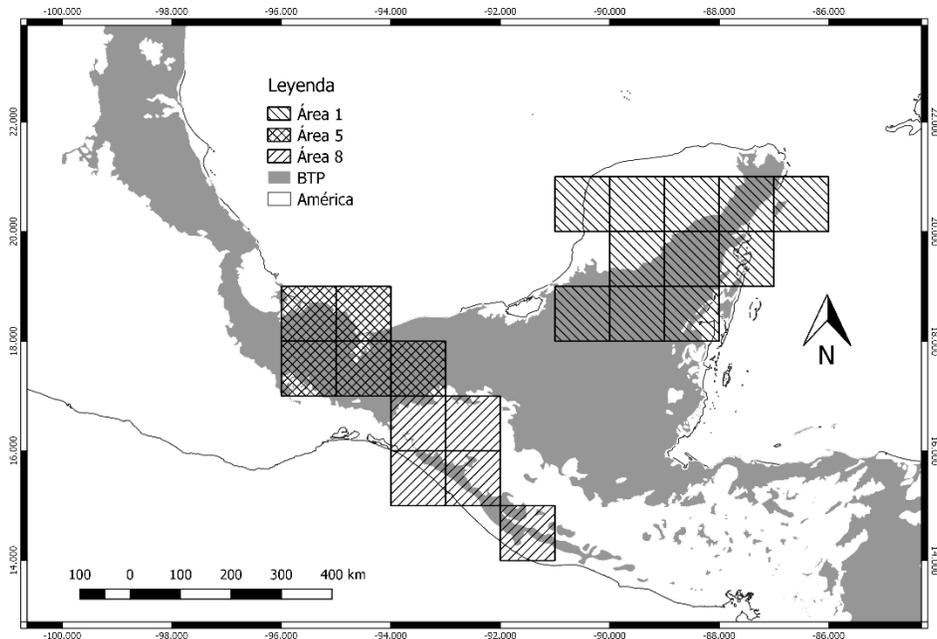


Figura 6. Áreas de endemismo 1,5 y 8 identificadas en la sub región mexicana.

Fig. 6. Los registros de *Gonolobus stenanthus*, *Matelea crassifolia* y *Antrostomus badius* forman el área 1 y se concentran en la zona de la Península de Yucatán. Los registros de *Inga sinacae* y *Lepidophyma pajapanensis* componen el área 5 y se distribuyen en la Llanura Costera del Golfo del Sur. Los registros de *Bolitoglossa franklini*, *Craugastor matudai*, *Incilius bocourti*, *Anolis matudai* y *Anthurium titanium* conforman el área 8 y se encuentran distribuidos principalmente en la sierra Madre de Chiapas y Bosques Montanos de América Central.

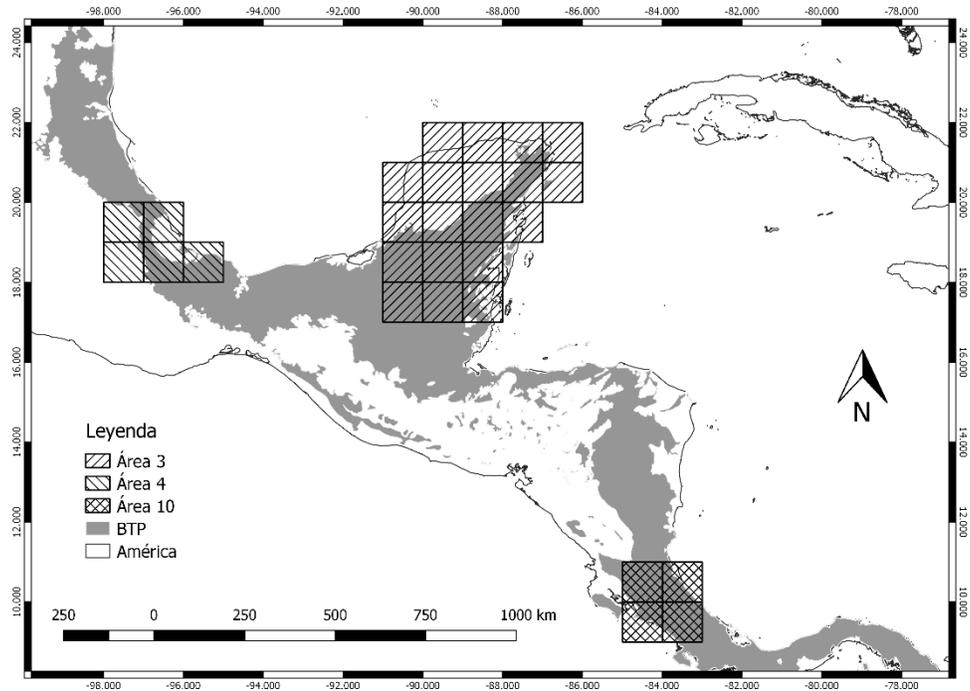


Figura 7. Áreas de endemismo 3, 4 y 10 identificadas en la sub región mexicana.

Fig.7. Los registros de *Crossopetalum gaumeri* y *Melanerpes pygmaeus* forman el área 3 y se concentran en la península de Yucatán. Los registros de *Charadrahyla taeniopus*, *Craugastor spatulatus*, *Megastomatohyla mixomaculata*, *Pseudoeurycea lineola*, *Thorius pennatulus*, *Chersodromus liebmanni*, *Geophis semidoliatus*, *Rhadinaea forbesi*, *Cibotium schiedei* y *Eugenia inirebensis* componen el área 4 y se distribuyen en la Llanura Costera del Golfo Sur. Los registros de *Bolitoglossa subpalmata*, *Craugastor andi*, *Craugastor escoces*, *Isthmohyla angustilineata*, *Nototriton picadoi*, *Agalychis lemur*, *Geophis ruthveni*, *Cryptotis orophila* y *Orthogeomys heterodus* conforman el área 10 y se encuentran distribuidos al sur de la Cordilleras de Costa Rica y en las montañas del norte de Panamá.

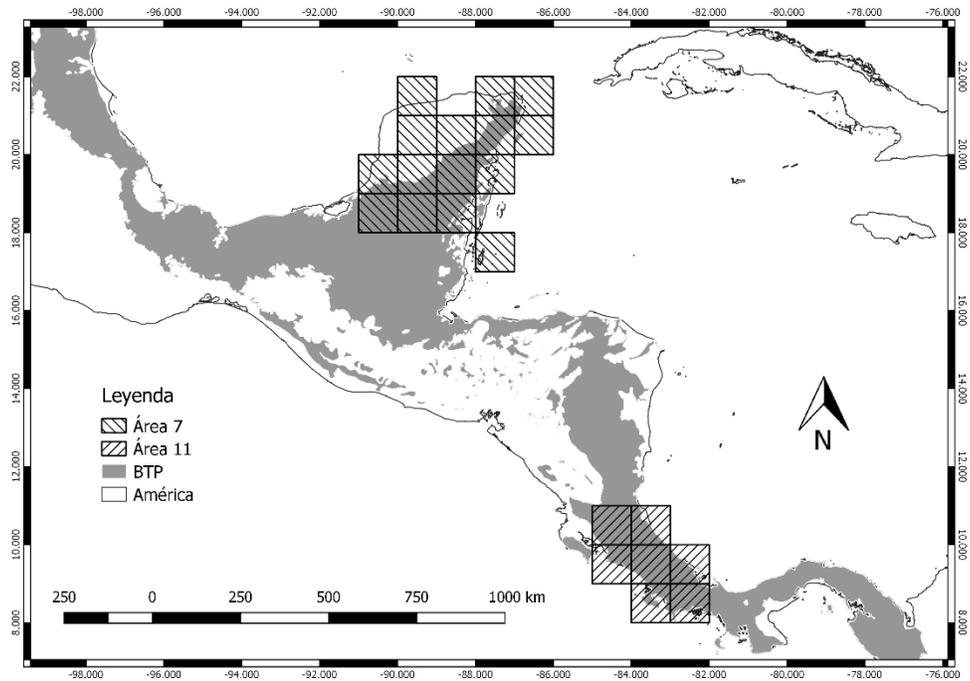


Figura 8. Áreas de endemismo 7 y 11 identificadas en la sub región mexicana.

Fig.8. Los registros *Amazona xantholora* y *Melanoptila glabrirostris* componen el área 7 y se distribuyen en la Península de Yucatán. Los registros de *Agalychnis annae*, *Atelopus varius*, *Craugastor fleischmanni*, *Craugastor underwoodi*, *Lithobates vibicarius*, *Oedipina uniformis*, *Phyllobates lugubris*, *Anolis woodi*, *Mesaspis monticola*, *Ninia psephota*, *Rhadinaea calligaster*, *Trimetopon pliolepis*, *Cryptotis gracilis*, *Reithrodontomys creper* y *Silvilagus dicei* conforman el área 11 y se encuentran distribuidos en las cordilleras del territorio costarricense y norte de Panamá.

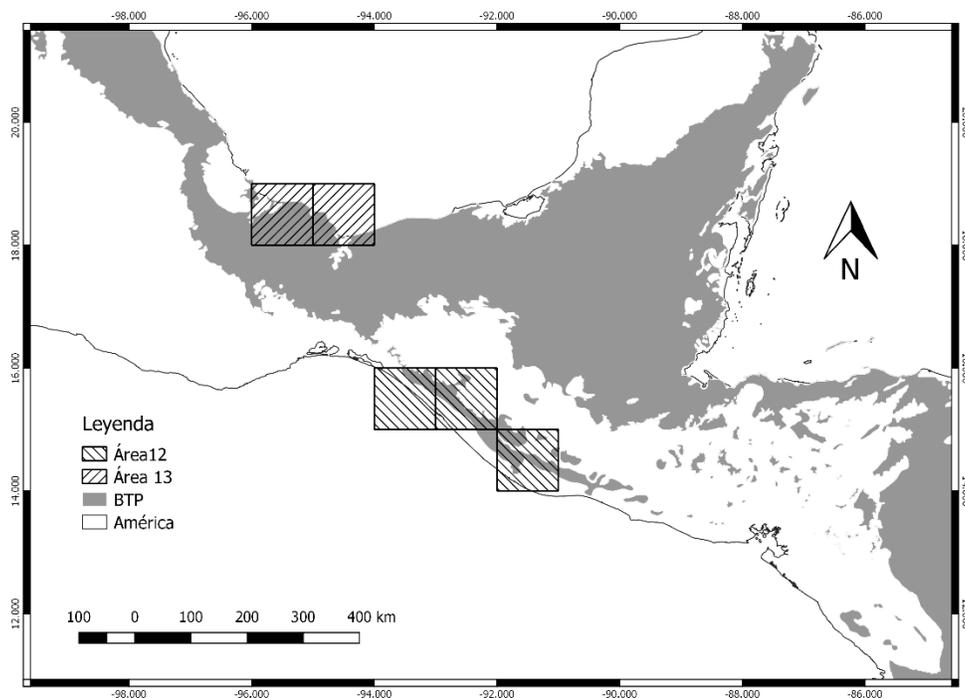


Figura 9. Áreas de endemismo 12 y 13 identificadas en la sub región mexicana.

Fig.9. Los registros *Bolitoglossa flavimembris*, *Abronia matudai*, *Geophis cancellatus*, *Geophis immaculatus*, *Geophis nasalis*, *Rhadinella hannsteini*, *Amphitecna Montana*, *Begonia purpusii* y *Syngonium steyermarkii* componen el área 12 y se distribuyen en la Cordillera Centroamericana y la Llanura Costera del Pacifico en Guatemala. Los registros *Ecnomiohyla valancifer*, *Incilius cavifrons*, *Pseudoeurycea werleri*, *Anolis duellmani*, *Micrurus limbatus*, *Arachnothryx tuxtlenensis*, *Aristolochia veracruzana*, *Daphnopsis megacarpa*, *Eugenia sotoesparzae* y *Hoffmannia minuticarpa* conforman el área 13 y se encuentran distribuidos en la Llanura del Golfo del Sur.

8.3. Perfil Bioclimático en los MDE

Las variables ambientales bioclimáticas son derivadas de los valores de la temperatura y precipitación mensual a fin de generar variables más significativas biológicamente por lo que las especies combinan puntos de ocurrencia conocida con capas ambientales continuas espacialmente para inferir los requerimientos ecológicos de la especie. En el cuadro 5 se presentan las variables climáticas que influyeron en la elaboración de los MDE. Estas

variables se sometieron a un análisis de correlación de Pearson manteniendo aquellas variables sin alta colinearidad y se procedió a calibrar los modelos.

En la distribución geográfica de los anfibios, las 7 especies pertenecientes al género *Craugastoridae* se empleó en general la capa BIO3 (Isotermalidad), en la Familia *Hylidae* se en su mayoría se eligió BIO2 (intervalo promedio de temperaturas diurnas) mientras que las especies de la Familia *Bufo* compartieron la selección de la variable BIO3 (Isotermalidad) y las especies de la Familia *Plethodontidae* se relacionaron en su mayoría con BIO4 (Temperatura estacional) y BIO3 (Isotermalidad). Las especies *Lithobates vibicarius* y *Phyllobates lugubris*, aunque son de género distinto, presentaron en común la implementación BIO2, BIO3 y BIO4. En general se muestra que en el grupo de Anfibios se presentó una clara distinción por las variables que se refieren a la temperatura.

En cuanto al grupo de plantas, géneros como *Begonia* incluyeron la capa de Isotermalidad en las tres especies obtenidas, en las tres especies de Familia *Apocynaceae* se relacionaron por la utilización de la Temperatura estacional al igual que las especies del género *Eugenia* (*E. inirebensis* y *E. sotoesparzae*). Las demás especies pertenecientes a diferentes géneros reflejan una afinidad similar ya que, de las once especies, nueve de ellas, implementaron la capa de Isotermalidad, por lo que se hace evidente que las variables que se relacionan con el aspecto de la temperatura influye de manera importante en la distribución de las plantas.

A lo que se refiere a Reptiles los taxones son más heterogéneos ya que las nueve especies de la Familia *Dipsadidae* implementaron de manera constante las variables de temperatura (BIO2, BIO3 y BIO4) mientras que las cuatro especies del grupo *Colubridae* tuvo como invariable la conformación de la capa BIO13 (Precipitación del mes más húmedo) y el Género *Anolis* utilizo en mayor proporción las variables de temperatura que las de precipitación, pero estas fueron de manera poco repetitivo.

En los mamíferos se presentó una marcada preferencias por la temperatura estacional, Isotermalidad y el intervalo promedio de temperaturas diurnas a excepción de *Reithrodontomys creper* que a pesar de que se compartió las anteriores variables, comprendió

cuatro variables de tipo precipitación (Estacionalidad de la precipitación, Precipitación del cuarto más húmedo, Precipitación del trimestre más cálido y Precipitación del cuarto más frío). Dos especies del mismo género implementaron diferentes variables, pero en su mayoría fueron del tipo temperatura. Pero las cinco especies presentaron la utilización de la variable Temperatura estacional.

Finalmente, en las tres especies de aves tuvieron en común que se emplearon el uso de las variables BIO3 (Isotermalidad) BIO8 (temperatura media del trimestre más húmedo) BIO9 (Temperatura media del cuarto más seco) y BIO18 (Precipitación del trimestre más cálido) por lo que temperatura

En general se notó un patrón preferente a las variables que consideran la temperatura ya que fueron sustancialmente más influyentes que las derivadas de la precipitación en los modelos de nicho (Figura 10). Sin embargo, también incluían en su formación variables diferentes entre ellas.

Cuadro 5. Relación de las capas bioclimáticas utilizadas para cada uno de los análisis de distribución de especies.

Especies	Capa utilizada
Área 1	
<i>Gonolobus stenanthus</i>	BIO3, BIO4, BIO8, BIO9, BIO10, BIO13, BIO17
<i>Matelea crassifolia</i>	BIO4, BIO5, BIO9, BIO10, BIO13, BIO18
<i>Anrostomus badius</i>	BIO13, BIO16, BIO18, BIO19
Área 2	
<i>Dipsas brevifacies</i>	BIO13, BIO16, BIO18, BIO19
<i>Symphimus mayae</i>	BIO3, BIO6, BIO8, BIO9, BIO13, BIO16, BIO18, BIO19
Área 3	
<i>Crossopetalum gaumeri</i>	BIO3, BIO6, BIO8, BIO9, BIO10, BIO16, BIO17, BIO18
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	BIO3, BIO4, BIO8, BIO9, BIO13, BIO18
Área 4	
<i>Charadrahyla taeniopus</i>	BIO2, BIO4, BIO13, BIO15
<i>Craugastor spatulatus</i>	BIO3, BIO7, BIO9
<i>Megastomatohyla mixomaculata</i>	BIO6, BIO7, BIO13, BIO15
<i>Pseudoeurycea lineola</i>	BIO3, BIO9, BIO13, BIO15, BIO17

<i>Thorius pennatulus</i>	BIO2, BIO4, BIO13, BIO15
<i>Chersodromus liebmanni</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO9, BIO13
<i>Geophis semidoliatus</i>	BIO2, BIO4, BIO15, BIO16, BIO18
<i>Rhadinaea forbesi</i>	BIO2, BIO7, BIO8
<i>Cibotium schiedei</i>	BIO4, BIO6, BIO7, BIO12
<i>Eugenia inirebensis</i>	BIO2, BIO4, BIO10
Área 5	
<i>Lepidophyma pajapanensis</i>	BIO3, BIO6, BIO13, BIO15
<i>Inga sinacae</i>	BIO2, BIO3, BIO12
Área 6	
<i>Craugastor palenque</i>	BIO1, BIO3, BIO4
<i>Plectrohyla ixil</i>	BIO2, BIO9, BIO13
<i>Anolis hobartsmithi</i>	BIO1, BIO6
<i>Begonia violifolia</i>	BIO3, BIO4, BIO7
Área 7	
<i>Amazona xantholora</i>	BIO3, BIO5, BIO8, BIO9, BIO16, BIO18
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	BIO3, BIO5, BIO8, BIO9, BIO16, BIO18
Área 8	
<i>Bolitoglossa franklini</i>	BIO2, BIO4, BIO5, BIO18, BIO19
<i>Craugastor matudai</i>	BIO2, BIO3, BIO5
<i>Incilius bocourti</i>	BIO2, BIO3, BIO5,
<i>Anolis matudai</i>	BIO2, BIO3, BIO9, BIO18, BIO19
<i>Anthurium titanium</i>	BIO2, BIO3, BIO9, BIO15, BIO16
Área 9	
<i>Begonia trichosepala</i>	BIO1, BIO3, BIO6, BIO7
<i>Matelea guatemalensis</i>	BIO3, BIO4, BIO6, BIO7
<i>Saurauia cuchumatanaensis</i>	BIO3, BIO7, BIO9
Área 10	
<i>Bolitoglossa subpalmata</i>	BIO3, BIO4, BIO8, BIO13, BIO15, BIO18, BIO19
<i>Craugastor andi</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO5
<i>Craugastor escoces</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO8, BIO13, BIO15, BIO16, BIO18
<i>Isthmohyla angustilineata</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO8
<i>Nototriton picadoi</i>	BIO1, BIO3, BIO4
<i>Agalychis lemur</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO12
<i>Geophis ruthveni</i>	BIO2, BIO3, BIO4
<i>Cryptotis orophila</i>	BIO3, BIO4, BIO8
<i>Orthogeomys heterodus</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO8, BIO12
Área 11	
<i>Agalychnis annae</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO8, BIO13, BIO15
<i>Atelopus varius</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO8, BIO15, BIO16, BIO18, BIO19
<i>Craugastor fleischmanni</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO15, BIO18, BIO19
<i>Craugastor underwoodi</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO6, BIO13, BIO15
<i>Lithobates vibicarius</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO8, BIO13, BIO18, BIO19
<i>Oedipina uniformis</i>	BIO3, BIO4, BIO8, BIO13, BIO15, BIO18, BIO19
<i>Phyllobates lugubris</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO8, BIO13
<i>Anolis woodi</i>	BIO2, BIO4, BIO8, BIO13, BIO15

<i>Mesaspis monticola</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO8, BIO13, BIO15, BIO18, BIO19
<i>Ninia psephota</i>	BIO2, BIO4, BIO8, BIO12, BIO13
<i>Rhadinaea calligaster</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO9, BIO13, BIO15
<i>Trimetopon pliolepis</i>	BIO2, BIO3, BIO4
<i>Cryptotis gracilis</i>	BIO2, BIO4, BIO12, BIO15
<i>Reithrodontomys creper</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO15, BIO16, BIO18, BIO19
<i>Silvilagus dicei</i>	BIO2, BIO3, BIO4
Área 12	
<i>Bolitoglossa flavimembris</i>	BIO2, BIO4, BIO19
<i>Abronia matudai</i>	BIO2, BIO4, BIO5
<i>Geophis cancellatus</i>	BIO3, BIO5
<i>Geophis immaculatus</i>	BIO1, BIO2, BIO4
<i>Geophis nasalis</i>	BIO2, BIO3, BIO4, BIO12, BIO14
<i>Rhadinella hannsteini</i>	BIO3, BIO5
<i>Amphitecna montana</i>	BIO4, BIO7, BIO9, BIO18, BIO19
<i>Begonia purpusii</i>	BIO2, BIO3
<i>Syngonium steyermarkii</i>	BIO1, BIO3
Área 13	
<i>Ecnomiohyla valancifer</i>	BIO3, BIO6
<i>Incilius cavifrons</i>	BIO3, BIO9, BIO13, BIO15
<i>Pseudoeurycea werleri</i>	BIO3, BIO6, BIO13, BIO15
<i>Anolis duellmani</i>	BIO3, BIO6, BIO7
<i>Micrurus limbatus</i>	BIO3, BIO4, BIO15, BIO18
<i>Arachnothryx tuxtzensis</i>	BIO3, BIO13
<i>Aristolochia veracruzana</i>	BIO3, BIO4
<i>Daphnopsis megacarpa</i>	BIO3, BIO6, BIO13, BIO15
<i>Eugenia sotoesparzae</i>	BIO3, BIO4
<i>Hoffmannia minuticarpa</i>	BIO3, BIO4, BIO9

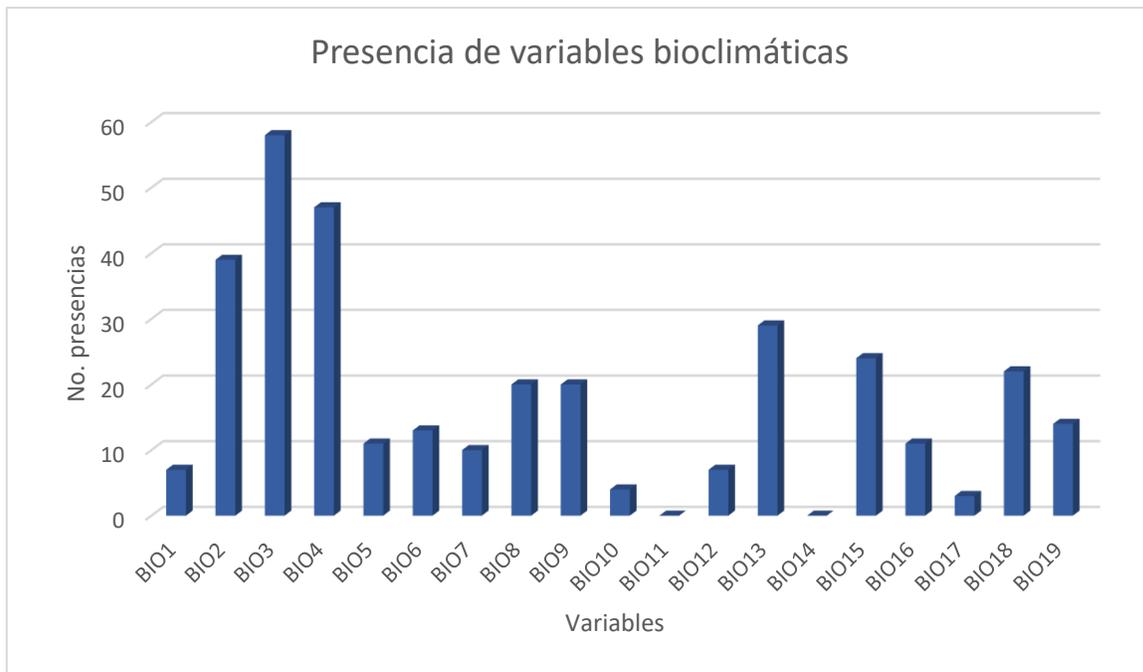


Figura 10. Visualización de los resultados de la implementación de las variables en los modelos.

8.4. Modelos de distribución de especies

Para determinar la precisión de los modelos se utilizó la curva ROC parcial, que es una modificación donde se utiliza una fracción de la curva ROC y provee una firme base para la evaluación de los MDE ya que evita los errores comunes que se tiene al utilizar la curva ROC (Ashraf et al., 2017). La realización del cálculo de la curva ROC parcial se utilizó el software Niche ToolBox. El resultado de la evaluación del modelo con base en la ROC parcial donde todo valor mayor a 1 y cercano a 2, indica que es buen modelo (Mota et al., 2019) especies con valores mayores de 1.11 fueron catalogados de buenos modelos y se eliminaron las especies con los valores menores a 1.10, ya que los valores cercanos a uno representan a un modelo no diferente al azar. Para validar los modelos que tuvieron menos de 15 registros, se utilizó el software computacional PvalueCompute.exe y que implementa la prueba de Pearson el cual al ser pocos registros muestra un mejor desempeño ya que muestra que cada predicción es diferente (Pearson et al., 2007). El umbral de validación aprobatorio fue donde

la tasa de éxito de la especie (q) fuera igual o mayor a 0.6 y la probabilidad (p) fuera menor a 0.05.

Se elaboraron Modelos de Distribución de Especies (MDE) para 76 especies (Anexo 3) a partir de los cuales fueron integrados por 42 especies con más de 15 registros validos con ROC parcial (Cuadro 6) y 34 especies que presentaron menos o igual a 15 registros, que se validaron con la prueba de Pearson (Cuadro 6). Del total de especies que se emplearon para los modelos, 67 quedaron después de la validación de la curva ROC parcial (indica si el modelo predice las presencias de los registros de la especie), ninguna especie se eliminó por tener un valor P cercano a 1 y por la validación de Pearson donde tuvieran un valor significativo ($P < 0.05$) se eliminó 9 especies.

Cuadro 6. Validación de los MDE con ROC parcial y Pearson. Con un signo “*” se señalan las especies que se eliminaron por no pasar la aprobación de la validación de ROC parcial y Pearson.

Especies	Proporciones AUC del ROC parcial	Partial AUC	Partial AUC 0.5	DE	Q	P
<i>Abronia matudai</i>					0.8	0.000088
<i>Agalychnis annae</i>	1.636	0.817	0.499	0		
<i>Agalychnis lémur</i>					0.833333	0.00479
<i>Amazona xantholora</i>	1.206	0.602	0.499	0.18		
<i>Amphitecna montana</i>	1.742	0.871	0.499	0.16		
<i>Anolis duellmani</i>					0.888889	0.000009
<i>Anolis hobartsmithi</i>					0.8	0.000054
<i>Anolis matudai</i>	1.327	0.663	0.499	0.2		
<i>Anolis woodi</i>	1.73	0.865	0.499	0		
<i>Anthurium titanium</i>	1.666	0.833	0.499	0		
<i>Antrostomus badius*</i>					0.75	0.911395
<i>Arachnothryx tuxtlenensis</i>					1	0
<i>Aristolochia veracruzana</i>					0.833333	0.000077
<i>Atelopus varius</i>	1.114	0.556	0.498	0.14		
<i>Begonia purpusii</i>					0.9	0.009783
<i>Begonia trichosepala</i>					0.818182	0.024596
<i>Begonia violifolia</i>					0.875	0.001284
<i>Bolitoglossa flavimembris</i>	1.232	0.615	0.499	0		

<i>Bolitoglossa franklini</i>	1.763	0.881	0.499	0.07		
<i>Bolitoglossa subpalmata</i>	1.394	0.696	0.499	0.13		
<i>Charadrahyla taeniopus</i>	1.682	0.841	0.499	0.18		
<i>Chersodromus liebmanni</i>	1.769	0.884	0.499	0.16		
<i>Cibotium schiedei</i>					0.846154	0
<i>Craugastor andi*</i>					0.777778	0.148053
<i>Craugastor escoces</i>	1.568	0.783	0.499	0		
<i>Craugastor fleischmanni</i>	1.523	0.761	0.499	0.14		
<i>Craugastor matudai</i>					0.833333	0.024653
<i>Craugastor palenque*</i>					0.8	0.277828
<i>Craugastor spatulatus</i>					0.833333	0.000001
<i>Craugastor underwoodi</i>	1.554	0.777	0.499	0.22		
<i>Crossopetalum gaumeri</i>	1.139	0.568	0.499	0.07		
<i>Cryptotis gracilis</i>	1.611	0.805	0.499	0.22		
<i>Cryptotis orophila</i>					0.9	0.000293
<i>Daphnopsis megacarpa</i>	1.917	0.958	0.499	0		
<i>Dipsas brevifacies</i>	1.251	0.624	0.499	0.07		
<i>Ecnomiohyla valancifer</i>					0.571429	0.003945
<i>Eugenia inirebensis*</i>					0.666667	0.054219
<i>Eugenia sotoesparzae*</i>					0.833333	0.112385
<i>Geophis cancellatus</i>					0.875	0.000668
<i>Geophis immaculatus</i>					0.888889	0.005775
<i>Geophis nasalis</i>	1.548	0.773	0.499	0		
<i>Geophis ruthveni*</i>					0.857143	0.520192
<i>Geophis semidoliatus</i>	1.87	0.935	0.499	0.08		
<i>Gonolobus stenanthus</i>	1.238	0.618	0.499	0.19		
<i>Hoffmannia minuticarpa</i>					1	0
<i>Incilius bocourti</i>					0.818182	0.024596
<i>Incilius cavifrons</i>	1.741	0.87	0.499	0.16		
<i>Inga sinacae</i>					0.875	0.008418
<i>Isthmohyla angustilineata*</i>					0.888889	0.360625
<i>Lepidophyma pajapanensis</i>	1.884	0.942	0.499	0		
<i>Lithobates vibicarius</i>	1.409	0.704	0.499	0.19		
<i>Matelea crassifolia</i>	1.102	0.543	0.498	0.11		
<i>Matelea guatemalensis</i>					0.75	0.000005

<i>Megastomatohyla mixomaculata</i>	1.92	0.96	0.499	0		
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	1.105	0.551	0.498	0.13		
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	1.246	0.622	0.499	0.11		
<i>Mesaspis monticola</i>	1.621	0.81	0.499	0.13		
<i>Micrurus limbatus</i>	1.916	0.958	0.499	0		
<i>Ninia psephota</i>	1.475	0.737	0.499	0.35		
<i>Nototriton picadoi</i>					0.666667	0.012224
<i>Oedipina uniformis</i>	1.164	0.581	0.499	0.13		
<i>Orthogeomys heterodus</i>					0.833333	0
<i>Phyllobates lugubris</i>	1.7	0.85	0.499	0		
<i>Plectrohyla ixil</i>	1.569	0.784	0.499	0.33		
<i>Pseudoeurycea lineola</i>	1.594	0.797	0.499	0.22		
<i>Pseudoeurycea werleri</i>	1.914	0.957	0.499	0		
<i>Reithrodontomys creper</i>	1.454	0.727	0.499	0.18		
<i>Rhadinaea calligaster</i>	1.419	0.709	0.499	0.25		
<i>Rhadinaea forbesi</i>	1.441	0.72	0.499	0.19		
<i>Rhadinella hannsteini</i>					0.833333	0.000003
<i>Saurauia cuchumatanensis</i>					0.583333	0.012482
<i>Sylvilagus dicei*</i>					0.8	0.513176
<i>Symphimus mayae</i>	1.383	0.691	0.499	0.18		
<i>Syngonium steyermarkii</i>					0.8	0.034692
<i>Thorius pennatulus</i>	1.911	0.955	0.499	0		
<i>Trimetopon pliolepis*</i>					0.666667	0.280884

En cuanto a la validación por ROC parcial, todos los modelos fueron estadísticamente mejores que el azar, y arrojaron razones de AUC con valores significativos mayores a 1.1, el modelo con mayor valor correspondió a *Daphnopsis megacarpa* 1.917 y el menor fue *Matelea crassifolia* 1.102, los promedios de los valores de validación de los grupos fueron los siguientes Plantas 1.467, Anfibios 1.577, Reptiles 1.587, mamíferos 1.532 y Aves 1.185. Por otra parte, se observó que las especies eliminadas tienen pocos registros, ya que se eliminaron 9 de 34 especies que se validaron con Pearson, indicaron que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$). De las cuales se eliminaron 4 anfibios, 2 plantas, 2 reptiles y 1 mamífero.

8.5. Identificación de áreas de endemismo por superposición de los modelos de distribución

El mapa de cada área de endemismo se obtuvo a partir de la superposición de las hipótesis de distribución generados de los taxones endémicos que soportaron dichas áreas. A continuación, se realiza una descripción de ellas.

El área de endemismo 1 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 2 especies: *Gonolobus stenanthus* y *Matelea crassifolia*. Se presenta parcialmente continua en la ecorregión bosque húmedo de Yucatán, implica vegetación de tipo selva mediana y baja subperennifolia, su rango altitudinal oscila entre 0 y 300 msnm, con un relieve de Lomerío, el perímetro limita al sur con el lago del Petén Itza, río San Pedro y Río Azul, hacia el suroeste por los Ríos Champoton y Citalapa, la Maseta de Zoh Laguana y el Valle Yohaltún, hacia al sureste Cerro del Pavo y Cerro Nuevo Bécar, al norte limita con los pastizales de la provincia de carso Yucateco.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Provincia Petén Smith 1941, Provincia Petén Stuart 1964, Área del bosque tropical del Petén de Yucatán West 1964, Provincia del pacífico Cabrera y Willink 1973, Centro de Yucatán Müller 1973, Provincia Yucateca Udvardy 1975, Provincia de Yucatán, Escalante et al. 1998. Provincia de la península de Yucatán Morrone 2014.

El área de endemismo 5 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 2 especies: *Inga sinacae* y *Lepidophyma pajapanensis*. El área de endemismo 5 propuesta es un área con distribución fragmentada, localizada principalmente en la Subprovincia fisiográfica en la Sierra de los Tuxtlas. Concibe la presencia del Lago de Catemaco y la Sierra Santa Martha. El área está limitada al término de la extensión comprendida por el Cerro San Martín al sur y por el Volcán San Martín al norte, también la zona de la Laguna de Sontecomapan y la llanura costera se presenta en la circunscripción del área. Una porción se localizada al sur de la subprovincia fisiográfica Llanura Costera Veracruzana y comprende parte del territorio del Río Coatzacoalcos a la altura de la región hidrológica RH29 B. Se presentan características como de lomeríos, clima húmedo y una vegetación de bosque

tropical perinnifolio y subcaducifolio. Pequeñas porciones se perciben en la zona de valles montañosos de Oaxaca.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Los Tuxtlas West 1964, Provincia del pacífico modificado Cabrera y Willink 1973, Subprovincia de Tuxtlas Ferrusquía-Villafranca 1990, Provincia Sierra de los Tuxtlas Escalante et al. 1998. Subprovincia Tuxtleña Espinosa-Organista et al., 2008. Distrito Los Tuxtlas Morrone et al. 2017.

El área de endemismo 8 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 5 especies: *Anolis matudai*, *Anthurium titanium*, *Bolitoglossa franklini*, *Craugastor matudai* y *Incilius bocourti*. Se ubica en la ecorregión de Bosques Húmedos de la sierra Madre de Chiapas y Bosques Montanos de América Central y una porción se localiza en la subprovincia Fisiográfica Altos de Chiapas. Limita al sureste, por el Río Samalá, al este, el Lago Atitlán, al norte, la Sierra de los Cuchumatanes y el cauce del Río Grijalva, al interior del área los límites se presentan al margen de la ubicación Cerro del Boquerón, Cerro la Cumbre y el Cerro del Venado, al oeste finaliza con el linde del Sistema Lagunar Mar Muerto. Clima húmedo y subhúmedo, vegetación Bosque tropical perennifolio y subcaducifolio, Bosque de coníferas y de latifoliadas, bosque mesófilo de montaña.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Distrito Soconusco Rzedowski 1978, Provincia Soconusco Rzedowski y Reyna-Trujillo 1990, Provincia Soconusco Arriaga et al. 1997, Provincia Soconusco Espinosa Organista et al. 2008, Distrito Soconusco Morrone et al. 2017.

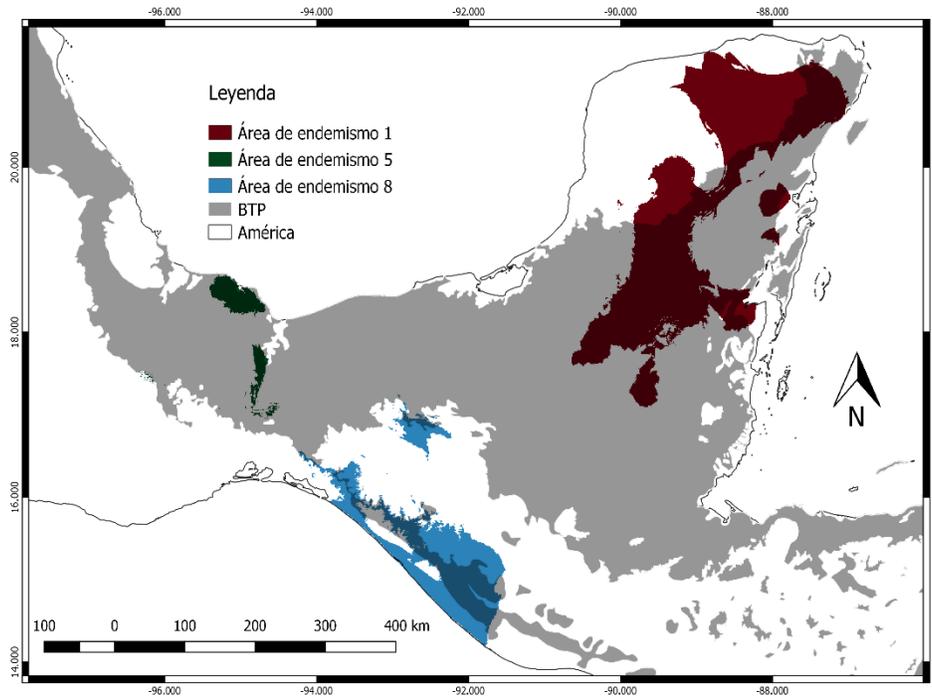


Figura 11. Áreas de endemismo 1, 5 y 8. Por medio de superposición.

El área de endemismo 2 fue obtenida por la superposición de la distribución de 2 especies: *Dipsas brevifacies* y *Symphimus mayae*. Se ubica prácticamente en la ecorregión terrestre del bosque tropical de Yucatán es parcialmente continuo con una mancha limitada por el lago Petén Itzá al norte de Guatemala, compuesto por escasas colinas pequeñas y varias hondonadas, debido a que el suelo es plano y duro, el relieve carece de montañas, su rango altitudinal oscila entre 0 y 200 msnm, caracterizado por clima subhúmedo, se compone la mayor porción de selva media subperennifolia, selva baja subperennifolia y en menor proporción de manglar. El área limita al oeste con la unidad Hidrogeológica Cerros y Valles, así como Cerro del Charro y Cerro Nuevo de Bécar. Al sur con el río Escondido, el Cerro del Gavilán, Cerro El Doce y es fragmentado por Cerro El Ramonal, Cerro Los Chinos, Cerro las Águilas y Cerro Champerico.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Provincia de Yucatán Stuart (1964), Provincia de Yucatán Rzedowski 1978, Provincia El Petén Arriaga et al. 1997, Provincia El Petén Stuart 1964, Provincia Península de Yucatán Morrone et al., 2017.

El área de endemismo 6 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 3 especies: *Anolis hobartsmithi*, *Begonia violifolia* y *Plectrohyla ixil*. Se ubica parcialmente continuo sobre la Subprovincia Fisiográfica Llanuras y Pantanos Tabasqueños, presenta lomeríos de 0 a 200 msnm, vegetación dominante de Bosque tropical perennifolio y subcaducifolio. El perímetro está delimitado al noroeste por la presencia del Río Mezcalapa, al suroeste, el área termina con la ubicación de los cauces del Río Grijalva, el Río El Platanar, el Río Camalote y el Río Pichucalco, al sureste, por la desembocadura del Río Almandro y la presencia de la Sierra del Norte de Chiapas. Una parte de menor tamaño comprende término con el Río Chiniquija.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Provincia Tabasqueño-Palencana Barrera, 1962, Subprovincia Planiciense Ferrusquía-Villafranca 1990, Distrito del Bosque Lluvioso del Sur de Veracruz-Tabasco Morrone 2014^a, Distrito Bosque Lluvioso del Sur de Veracruz-Tabasco Morrone et al., 2017.

El área de endemismo 9 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 3 especies: *Begonia trichosepala*, *Matelea guatemalensis* y *Saurauia cuchumatanensis*. Es un área parcialmente sesgada localizada en los bosques de montaña de Chiapas y el altiplano central de Guatemala. Se presenta sobre la Sierra de Chuacús que limita al noreste por el Río negro, al este, el Río Salamá. Sobre La sierra de las Minas que es delimitada por el Río Polochic, en el sur por el Río Motagua, en el este está delimitada por el Lago de Izabal, en la continuación del área se presenta entre la Montaña de Peña Blanca y sierra de los Cuchiniantes, la porción finaliza sobre el bosque montano de Chiapas en la región fisiográfica de la Altiplanicie Central que limita con el Río Santo Domingo y el Río Sabinal.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Provincia Altos de Chiapas Smith 1941, Provincia Altos de Chiapas-Guatemala Stuart 1964, Provincia de las Serranías Transísmicas Rzedowski, 1978, Área Altos de Chiapas y Guatemala Flores-Villela y Martínez-Salazar 2009, Tierras Altas de Chiapas Morrone et al., 2017

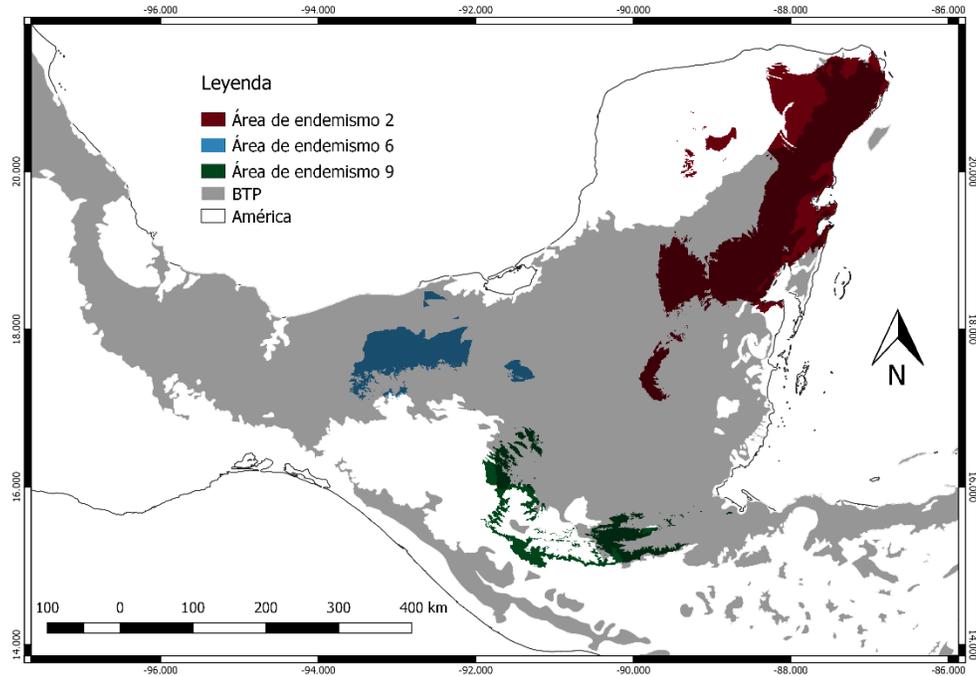


Figura 12. Áreas de endemismo 2, 6 y 9. Por medio de superposición.

El área de endemismo 3 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 2 especies: *Crossopetalum gaumeri* y *Melanerpes pygmaeus*. Es un área parcialmente continua que comprende las ecorregiones del Bosque seco y Bosque tropical de Yucatán, con característica morfológica de planicies de 0 a 350 msnm, con un clima subhúmedo, existe un aspecto de vegetación perennifolio y subcaducifolio y presenta manglares y tulares se sitúan principalmente en toda la costa de la entidad junto con las dunas. El interior del área presenta espacios limitados por el Acuífero Xpujil, el Acuífero Cerro y Valles, así como las regiones hidrológicas RH31 Yucatán Oeste y RH33 Yucatán Este. Presenta limitantes en la periferia como son la Laguna de Bacalar al este, al norte la Laguna Cobá, Laguna Macanxoc y la Laguna Sacakal y la zona de cenotes al norte de Yucatán. Al sur, el Río Candelaria, cuenca del Río Champotón y por los cerros Ramonal, Chinos y Camperico.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Provincia Yucateca Smith 1941, Provincia de Yucatán Stuart 1964, Área del bosque tropical del Petén de Yucatán West 1964, Provincia del pacifico Cabrera y Willink 1973, Centro de

Yucatán Müller 1973, Provincia Yucateca Espinosa-Organista et al., 2008, Provincia de la península de Yucatán Morrone 2014.

El área de endemismo 4 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 9 especies: *Chersodromus liebmanni*, *Cibotium schiedei*, *Craugastor spatulatus*, *Charadrahyla taeniopus*, *Geophis semidoliatus*, *Megastomatohyala mixomaculata*, *Pseudoeurycea lineola*, *Rhadinaea forbesi* y *Thorius pennatulus*. Es un área que se encuentra en la ecorregión Bosques montanos de Oaxaca, se presenta al este de la subprovincia Fisiográfica Lagos Y Volcanes de Anáhuac y la Subprovincia Chiconquiaco que pertenecen al Eje Neovolcánico, después se encuentra parte de La Sierra Madre del Sur. El margen del área comprende extensas laderas del Cofre de Perote, el Cerro Cuamila, el Volcán del Pico de Orizaba, el Cerro Tepozteca, al Sur limita, el Lago Miguel Alemán, Río Petlapa y Río Santo Domingo. La porción pequeña se presenta separada por el Cerro del Oro y limita al norte entre el Río del Valle Nacional y al sur el Río Grande. Presenta vegetación diversa (Bosque de coníferas y latifoliadas, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio y subcaducifolio).

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Provincia Veracruzana Smith 1941, Provincia Veracruzana Stuart 1964, Área de bosque caducifolio del norte de Veracruz y Extensión tropical de la Sierra y la Escarpa de la Meseta Oriental West 1964, Provincia Veracruzana y parte de la Provincia de la Sierra Madre Oriental Morrone 2014.

El área de endemismo 10 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 6 especies: *Agalychnis lémur*, *Bolitoglossa subpalmata*, *Craugastor escoces*, *Cryptotis orophila*, *Nototriton picadoi* y *Orthogeomys heterodus*. Se ubica parcialmente continua principalmente en la ecorregión bosques montanos de Talamanca y parte sur de la ecorregión Bosques húmedos estacionales de Costa Rica. Comprende la zona de la cordillera de Tilarán, continúa por la cordillera Volcánica Central y finaliza en la cordillera de Talamanca por la presencia del Volcán Barú, pequeñas áreas perceptibles se ubican sobre el volcán Miravalles en la cordillera de Guanacaste. La extensión de la mancha se limita con la ubicación de la

llanura de San Carlos al noreste, por la Laguna de Arenal al noreste, y termina al margen del Río Grande de Terraba y del curso de Río General al sureste del país. El tipo de vegetación presente es de los bosques húmedos tropicales y subtropicales.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Provincia Guatuso-Talamanca Ryan 1963, Centro de Paramo Talamanca Müller 1973, Área Cordillera Talamanca Marshall y Liebherr 2000, Área de la Cordillera de Talamanca Flores-Villela y Martínez-Salazar 2009, Provincia Guatuso-Talamanca Morrone 2014.

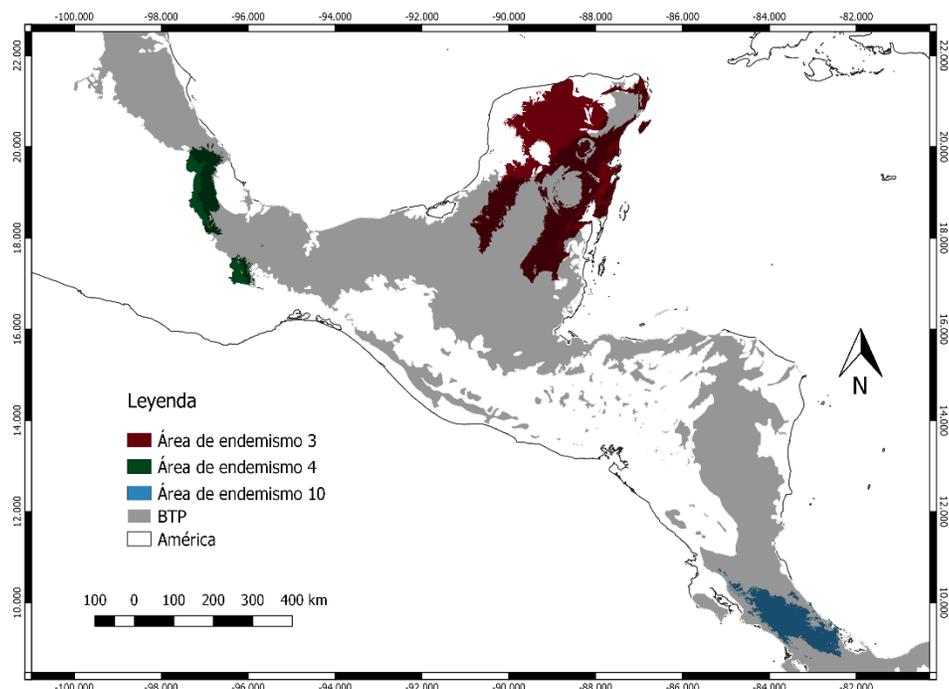


Figura 13. Áreas de endemismo 3, 4 y 10. Por medio de superposición.

El área de endemismo 7 fue obtenida por la superposición de la distribución de 2 especies: *Amazona xantholora* y *Melanoptila glabrirostris*. El área es parcialmente continua que comprende ubicación en las subprovincias Fisiográficas Carso Yucateco y Costa Baja de Quintana Roo, existe una llanura de piso rocoso o cementado que domina el oriente y norte de la ecorregión Tropical de Yucatán y al occidente un lomerío conformado por rocas sedimentarias, su rango altitudinal oscila entre 0 y 50 msnm, concentra principalmente

vegetación selva mediana subperennifolia y selva baja subperennifolia en menor porción. El área limita al norte con Sierrita de Ticul y zona de cenotes, al sur, el Río Hondo en Belice, el Cerro del pavo, Lago Peten Itza. Una porción del área se ubica en el Valle Edzná y Valle del Norte restringida por la Sierra Alta o Puuc.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Centro Yucatán Müller 1973, Provincia Península de Yucatán. Rzedowski 1978, Plataforma de Yucatán Ferrusquía-Villafranca, 1998, Provincia de la Península de Yucatán Morrone 2014.

El área de endemismo 11 propuesta, fue obtenida por la superposición de la distribución de 13 especies: *Agalychnis annae*, *Atelopus varius*, *Anolis woodi*, *Craugastor fleischmanni*, *Cryptotis gracilis*, *Craugastor underwoodi*, *Lithobates vibicarius*, *Mesaspis monticola*, *Ninia psephota*, *Oedipina uniformis*, *Phyllobates lugubris*, *Rhadinaea calligaster* y *Reithrodontomys creper*. Se ubica en toda el área de la ecorregión bosques montanos de Talamanca y comparte porción en las ecorregiones de Bosques húmedos istmeños-atlánticos y Bosques húmedos istmeños-pacíficos. La distribución del área comprende la Cordillera de Guanacaste, Cordillera del Tilarán, Cordillera del Valle Central, Cordillera de Talamanca, Llanura del Caribe y Pacífico. Los aspectos geográficos que se encuentran como limitantes del territorio son al norte, el Río Corobici, el Río Celeste, en la llanura Río Sarapiquí. Al sur, el Río Coto Brus, el río Grande de Terraba. Al sur de Nicaragua se presenta una porción fragmentada ubicada al límite de la presencia del Lago de Nicaragua. Se distribuye al sur en porciones discretas de la zona cordillera de Serranía de Tabasara, Cordillera Central.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Provincia de los Altos de Costa Rica-Panamá Stuart 1964, Tierras altas de Costa Rica y Panamá Occidental West 1964, Centro de Paramo Talamanca Müller 1973, Provincia de Puntarenas-Chiriqui Morrone 2014.

El área de endemismo 12 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 9 especies: *Abronia matudai*, *Amphitecna montana*, *Bolitoglossa flavimembris*, *Begonia purpusii*, *Geophis cancellatus*, *Geophis immaculatus*, *Geophis nasalis*, *Rhadinella*

hannsteini y *Syngonium steyermarkii*. Es un área parcialmente continua que se ubica en la ecorregión de Bosques Húmedos de la sierra Madre de Chiapas y Bosques Montanos de América Central y comprende las subprovincias fisiográficas Volcanes de Centroamérica, Llanura Costera de Chiapas y Guatemala, Sierras del Sur de Chiapas, una porción pequeña separada comprende con la presencia de los Bosques montanos de Chimalapas. El perímetro del área tiene como limitantes, al sureste, al margen del Río Coyolate, al norte, la presencia de la Sierra de los Cuchumatanes y el cauce del Río Grijalva, al oeste, la subprovincia fisiográfica de la llanura del Istmo. Presenta vegetación Bosque tropical perennifolio y subcaducifolio, Bosque de coníferas y de latifoliadas, bosque mesófilo de montaña.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Distrito Soconusco Rzedowski 1978, Provincia Soconusco Rzedowski y Reyna-Trujillo 1990, Provincia Soconusco Arriaga et al. 1997, Provincia Soconusco Espinosa Organista et al. 2008, Distrito Soconusco Morrone et al. 2017.

El área de endemismo 13 propuesta fue obtenida por la superposición de la distribución de 9 especies: *Anolis duellmani*, *Arachnothryx tuxtensis*, *Aristolochia veracruzana*, *Daphnopsis megacarpa*, *Ecnomihyla valancifer*, *Hoffmannia minuticarpa*, *Incilius cavifrons*, *Micrurus limbatus* y *Pseudoeurycea werleri*. Es un área no continua, ubicada principalmente en la ecorregión de la Sierra de los Tuxtlas y limita en su perímetro por la subprovincia fisiográfica Llanura Costera Veracruzana, al sur, el límite se ve denota por la presencia del Río Hueyapan y la ubicación de la Subprovincia fisiográfica Llanuras y Pantanos Tabasqueños. La porción pequeña se encuentra al norte del margen de la Laguna de Alvarado y se sitúa sobre el territorio del cauce del río Papaloapan. Hay rastros pequeños presentes en la ecorregión Bosques montanos de Oaxaca caracterizado por clima subhúmedo. Presenta una morfología de montañas y lomeríos, vegetación de bosque tropical perennifolio, subcaducifolio, bosque de coníferas y bosque mesófilo de montaña.

Diferentes propuestas del área que otros autores proponen:

Los Tuxtlas West 1964, Provincia del pacífico modificado Cabrera y Willink 1973, Subprovincia de Tuxtlas Ferrusquía-Villafranca 1990, Provincia Sierra de los Tuxtlas

Escalante et al. 1998. Subprovincia Tuxtleña Espinosa-Organista et al., 2008. Distrito Los Tuxtlas Morrone et al. 2017.

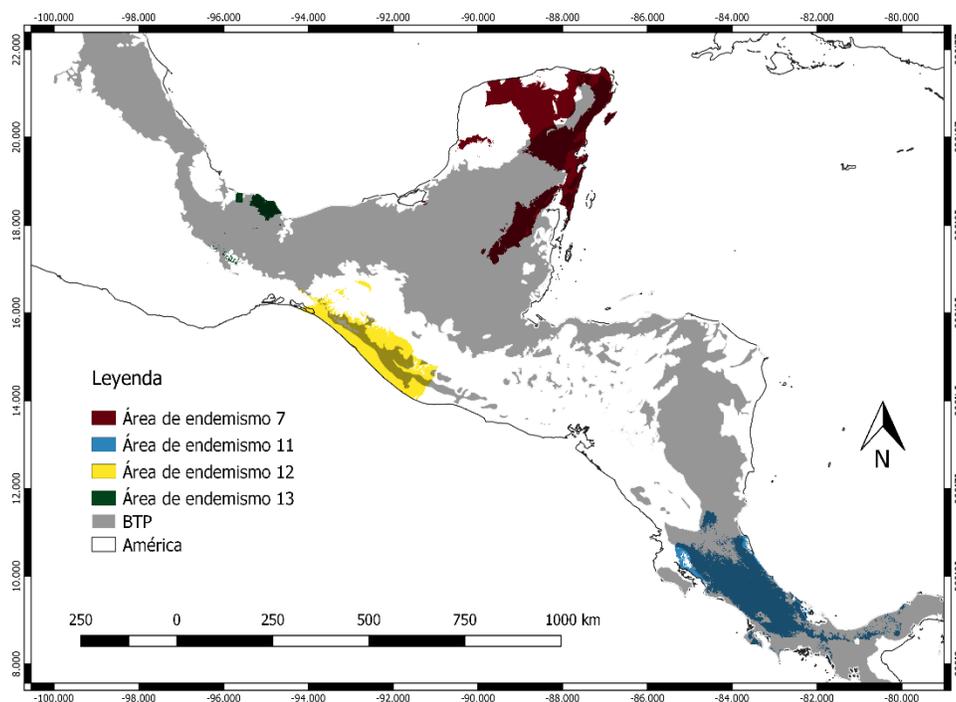


Figura 14. Áreas de endemismo 7, 11, 12 y 13. Por medio de superposición.

9. Análisis de los resultados

9.1. Base de datos

Los inconvenientes que se presentan a partir de bases de datos de libre acceso como GBIF respecto a su uso para calibrar modelos de distribución de especies pueden agruparse en dos categorías: sesgo de muestreo y datos erróneos. Un sesgo generalizado proviene de la recopilación más o menos indiscriminada de censos y muestreos heterogéneos en sus objetivos y estrategias (en gran medida oportunista). Otros sesgos se derivan de ausencias falsas en áreas insuficientemente muestreadas (Underwood et al., 2010) y distribuciones sesgadas de presencias cuando los muestreos se concentran en las cercanías de vías de comunicación, ríos o áreas de interés florístico o faunístico (Schulman et al., 2007). La

calidad de los modelos puede mejorarse eliminando previamente los sesgos (Varela et al., 2014).

Finalmente, los errores de georreferenciación o identificación taxonómica procedentes en el momento de la recolección, censo o de su incorporación a la base de datos, causa que el modelo estime la presencia de una especie en un lugar del que realmente está ausente, y viceversa. Estos errores son particularmente problemáticos cuando incluyen presencias falsas en lugares que son ecológicamente diferentes de presencias reales, que pueden causar calibraciones erróneas del modelo.

Estos problemas en los datos de calibración pueden modificar severamente las predicciones de los modelos y con ello ocultar los patrones de distribución potencial con mayor validez. Por lo que se opta por el proceso de control de calidad que genera bases de datos más pequeñas, pero más confiables (Soberón y Koleff, 1998).

9.2. Identificación de áreas de endemismo por medio de análisis de endemidad

La zona con mayor áreas de endemismo se ubicaron alrededor de del área de la península de Yucatán, la cual, se identificaron 4 cuatro áreas de endemismo y con un amplia distribución geográfica respecto a las demás áreas y en su mayoría sustentadas por solo dos especies, los taxones se caracterizan por una distribución amplia, Barrera (1962) mencionan que los límites de esta provincia varían con los distintos taxones analizados, debido al efecto de peninsularidad que determina gradientes para la flora y fauna. Mientras tanto de menor tamaño, las áreas 11 ubicadas en la zona montañosa de Costa Rica-Panamá y el área 13 localizada en la zona tropical de los Tuxtla se identifican con el mayor número de especies que sustentan a un área de endemismo (15 y 10 respectivamente), además de presentar áreas anidadas. La mayor diversidad de especies se reflejó en los anfibios y reptiles con 64.4% de las especies endémicas que constituyeron las áreas de endemismo. Esto se explicaría a partir de que Costa Rica es uno de los países con mayor diversidad herpetológica del planeta ya que presenta terrenos diferentes y distintos factores constituyen una gran variedad de hábitats idóneos para estas especies (Muñoz y Dennis, 2013). Y cabe mencionar que el conocimiento de la herpetofauna de la región de los Tuxtlas permite afirmar que es una zona de alto endemismo (Vogt et al., 1997).

Los grupos estudiados hasta el momento siguen relativamente el patrón latitudinal de mayor riqueza de especies hacia el Ecuador ya que el área de endemismo identificada como número 11, tuvo una concentración de 15 especies, distribuidos principalmente hacia montanos de Talamanca y comparte porción en las ecorregiones de Bosques húmedos istmeños-atlánticos y Bosques húmedos istmeños-pacíficos, siendo el área de endemismo más cercana al Ecuador.

Información disponible sugiere que los principales factores que determinan la predominancia de especies de área de distribución reducida en México y América central son la heterogeneidad ambiental que crea un mosaico espacial que se ha ligado a la especificidad de hábitats en estas latitudes y la convergencia de los grandes reinos biogeográficos Neártico y el Neotropical (Arita et al., 2005).

9.3. Perfil Bioclimático en los MDE

Las variables climáticas que mayor porcentaje de contribución aportaron para el modelaje de distribución para cada especie, fueron derivadas directamente de la temperatura. La capa elegida en más ocasiones fue BIO3 (Isothermalidad), se compartió en el modelaje de 56 especies (76%). Esto indica que la variabilidad de la temperatura es uno de los requerimientos ecológicos de las especies endémicas de los bosques tropicales perennifolios y probablemente determina el área de distribución potencial.

La variable BIO11 (Temperatura media del trimestre más frío) fue la única variable que no se implementó en ningún modelo, por lo que no es factor limitante en las especies, se puede explicar a partir de que la diferencia que se da entre el mes más frío y el mes más cálido no supera los 2° C.

A pesar que haya especies del mismo género y por lo consiguiente un parentesco, no significa que las condiciones climáticas requeridas sean las mismas, esto puede ser reflejo de las características propias del área de distribución. El ejemplo de ello, es el género de anfibios *Craugastor*, en el cual todas las especies emplearon la variable Isothermalidad, sin embargo, el ajuste en conjunto de las variables de los modelos de estas mismas no se repitió exactamente igual.

Finalmente, las variables implementadas para el ajuste de los modelos no fueron exactamente las mismas. Por lo que cada especie presenta características únicas inclusive a pesar de tener en común variables del mismo perfil lo que muestra que cada especie tiene una distribución única. Sin embargo, se puede considerar que el clima y en particular la condición de temperatura es un factor limitante relevante para la distribución de las especies.

Los modelos de distribución de especies representan una información que sintetiza relaciones entre especies y variables ambientales que serían difíciles de interpretar o incluso de apreciar por otros medios.

9.4. Modelos de distribución

El número de registros o puntos de ocurrencia requeridos para realizar MDE genera eliminación de especies en el análisis con MDE, ya que son necesarios más de cinco (Pearson et al., 2007). Así que la selección inicial de especies se sesgó debido a que se eliminaron especies con menos de 5 registros. Las especies que cuentan con pocos registros frecuentemente se relacionan con un rango de distribución limitado y a su vez la disposición de datos se puede encontrar incompleta pero si hay un número adecuado de registros para realizar la prueba de un modelo, distintos autores han manifestado que los modelos realizados para especies de distribución restringida son más fiables (a igual número de presencias) que los realizados con especies de amplia distribución (Kadmon et al., 2003; Pearson et al., 2007; Seoane et al., 2005b) ya que las condiciones ambientales están claramente definidas por el mismo número de presencias. Lo anterior explicaría que *Daphnopsis megacarpa* con uso de 25 registros y una distribución geográfica limitada en la Sierra de los Tuxtlas tenga un valor de validación muy alta mientras que *Matelea crassifolia* conforma una base de 24 registros y presenta una distribución más amplia que concierne a la unidad biogeográfica llamada Provincia Biótica Península de Yucatán siendo una especie generalista (capaz de desarrollarse en una amplia gama de condiciones ambientales) y presenta un valor de validación bajo. Esto se debe a que, en una especie generalista, el rango de valores para cada variable obtenido con un número limitado de presencias es muy amplio (Mateo et al., 2011).

Estos MDE solo se consideran como aproximaciones de lo que pueden ser las áreas de distribución ya que se trata de un método que se basa en hacer estimaciones o inferencias a

partir de información que podría estar incompleta por lo que a través de bases de datos más robustas podría ser posible mejorar los modelos de distribución potencial.

9.5. Propuesta de Regionalización de las áreas identificadas de BTP

Se identificó el área de endemismo a partir de la superposición de modelos de nicho ecológico inferidos como áreas de distribución potencial de los taxones, ya que mejoran sustancialmente la identificación de áreas de endemismo (Escalante et al., 2003 y Rojas Soto et al., 2003) y como consecuencia, las regionalizaciones biogeográficas obtenidas (Escalante et al., 2007c). Los taxones endémicos implementados en este trabajo permitieron la determinación de patrones biogeográficos por su distribución restringida a cierta región relacionado a la presencia de BTP.

Para la delimitación vegetacional de las áreas ocupadas por el BTP se generó a partir de las Ecorregiones Terrestres delimitadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). Esta clasificación expresa entidades en donde la composición de las especies que contiene es relativamente homogéneo y distinguible de áreas adyacentes ecológicamente, que expresan principalmente comunidades vegetales las cuales están determinadas por las precipitaciones y la temperatura. La región biogeográfica es el nivel inmediato superior a ellas, esta relación permite su implementación en los esquemas biogeográficos.

La regionalización de los BTP de la Subregión mexicana que aquí se presenta comprende los niveles jerárquicos básicos: provincias, subprovincia y distritos. Finalmente se utilizó la noción de prioridad de los nombres ya existentes en lugar de crear nuevos nombres con base a regionalizaciones ya propuestas con anterioridad.

Se identificaron en los BTP tres provincias: Península de Yucatán, Altos de Costa Rica-Panamá y Soconusco. Tres subprovincias: Tierras bajas del noreste de Yucatán, La sierra de los Tuxtlas y los Altos de Chiapas-Guatemala. Y seis distritos: Oeste de Yucatán, Este de Yucatán, Tuxtlas, Extensión tropical de la sierra y Escarpe de la meseta Oriental, Selva Tropical del sur de Veracruz-Tabasco y Guatuso-Talamanca.

Área 3 Provincia de la Península de Yucatán

Ésta se identificó a partir del área de endemismo tres, y está sustentada por la superposición de la distribución de dos especies: Planta *Crossopetalum gaumeri* y Ave *Melanerpes pygmaeus*. Para esta provincia fue posible delimitar el área que engloba a partir de la distribución de *C. gaumeri* (Figura 15). Tiene ubicación en los estados mexicanos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, por debajo de los 200 m.

El reconocimiento de la península de Yucatán como provincia biogeográfica ha sido tratado por varios autores desde el siglo pasado. Desde el trabajo de Barreara (1964), se ha destacado la división de la Península de Yucatán en dos áreas, una hacia el noroeste y otro hacia el sureste. El criterio utilizado originalmente para separar estas provincias fue el cambio de fisonomía de la vegetación entre el noroeste de la península donde domina la vegetación caducifolia y subcaducifolia, y al sureste, domina la vegetación subperennifolia y perennifolia. Sin embargo, hay especies cuyas distribuciones no se restringen a cada una de las provincias propuestas. Barrera (1964) menciona que los límites de esta provincia varían con los distintos taxones analizados debido al efecto de peninsularidad que determina gradientes para la flora y fauna.

En su extremo occidental, el Río Candelaria marca el límite de la distribución de muchos grupos de esta provincia, aunque en algunos sistemas incluye gran parte de la porción sur de la costa del Golfo de México, a partir de los pantanos de Centla, o Usumacinta, en Tabasco.

Diferentes propuestas de regionalización biogeográfica de México ubican esta área, como son Rzedowski y Reyna-Trujillo (1990) como una provincia florística, Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990) denominada como provincia mastofaunística. Estudios previos, Muller (1977), considera el área como centro de dispersión por medio de la implementación de vertebrados. Morrone (2014) al realizar su propuesta de regionalización, establece la provincia de la Península de Yucatán, en donde esta concuerda con el área que se identificó en este trabajo.

Este es el patrón más frecuente y puede deberse a la homogeneidad topográfica de la región (Carnevali et al., 2003). A esta homogeneidad podemos añadir la similitud geológica y climática a pesar del gradiente sur y norte.

Área 7 Subprovincia de las Tierras bajas del noreste Yucateco

La Subprovincia llamada Tierras bajas del noreste Yucateco fue identificada por el área de endemismo siete. Las especies que definen esta área obtenida, fue por la superposición de la distribución de dos aves: *Amazona xantholora* y *Melanoptila glabrirostris* (Figura 16). El área reportada no encuentra una correspondencia con áreas equivalentes en las clasificaciones de la Península del territorio Yucateco. Sin embargo, podría incluirse es una regionalización intrapeninsular, como podría ser la propuesta de Barrera (1962) basada en análisis de distribución de anfibios, aves, peces, mamíferos (no voladores) y reptiles, en la cual, esta subprovincia encajaría al interior de su esquematización y tiene límite al noroeste que concuerda con la presencia de la Sierra Alta o Puuc.

El área distinguida en este estudio parece ser asociada con la distribución del bosque caducifolio tropical y bosque tropical los cuales son comunidades fuertemente afectados por un patrón de lluvias estacionales en áreas de climas BS y Aw.

Área 1 Distrito, Oeste de Yucatán y Área 2 Distrito, Este de Yucatán

La identificación del área de endemismo uno permitió el establecimiento del distrito Oeste de Yucatán. Este se encuentra sustentada por la superposición de la distribución de dos especies de plantas: *Gonolobus stenanthus* y *Matelea crassifolia*. Para este distrito la distribución *M. crassifolia* inferir el área que comprende el distrito Oeste de Yucatán (Figura 17).

Algunas clasificaciones realizan una separación de la Península de Yucatán en dos unidades que corresponden a lo que varios autores han llamado Provincia o Distrito Yucatán y Provincia y Distrito Petén respectivamente (Arriaga et al., 1997; Ramírez-Barahona, 2009; Smith, 1991). Hay propuestas que identifican más unidades como es la regionalización de Duno et al. (2012) con base a la distribución de la familia Leguminosae apoya la distinción de dos distritos: una franja septentrional y una franja meridional y cinco subunidades las cuales no se asemejan a los distritos propuestos en este trabajo.

El distrito Oeste de Yucatán propuesto es distinto a esquemas de regionalización previas (Ibarra-Manríquez et al. 2002 flora arbórea, Ramírez-Barahona, 2009 helechos, Lee 1980

serpientes, Goldman y Moore 1946 aves, mamíferos y plantas, Lundell 1934 fisiografía climática y plantas). Las cuales contemplan área exclusivamente al norte de la península donde predomina el bosque caducifolio.

La identificación del área de endemismo dos permitió diagnosticar el segundo distrito. Esta se encuentra sustentada por la distribución de dos especies endémicas de reptiles: *Dipsas brevifacies* y *Symphimus mayae*. Sin embargo, el área de distribución de *D. brevifacies* permitió la delimitación del área que ocupa el distrito Este de Yucatán (Figura 17).

El distrito Este de Yucatán identificado en este trabajo es comprendido con la regionalización intrapeninsular propuesta por otros; por ejemplo al patrón de distribución denominado Sur 01 en el trabajo de Pérez (2016) inferido por especies de plantas, con la diferencia que el área es continua al norte con presencia parcial en el estado de Yucatán; Lee (1980) basado en ranas, Lee (1980) basado en lagartijas con la particularidad de que estos patrones presentan una mayor amplitud hacia el Peten que el distrito Este de Yucatán. Sin embargo, particularmente se extienden principalmente en el área húmeda del estado de Quintana Roo.

Esta propuesta no necesariamente contradice las anteriores y puede ser visualizada en algunos casos como subunidades menores y mayores al interior de la provincia.

Área 13 Subprovincia La Sierra de los Tuxtla

El área taxonómica denominada Subprovincia de la Sierra de los Tuxtla corresponde al área de endemismo trece, fue obtenida por la superposición de la distribución de nueve especies: Reptiles *Anolis duellmani*, *Micrurus limbatus* Plantas *Arachnothryx tuxtlenis*, *Aristolochia veracruzana*, *Daphnopsis megacarpa*, *Hoffmannia minuticarpa*, Anfibios *Ecnomiohyla valancifer*, *Incilius cavifrons*, y *Pseudoeurycea werleri* (Figura 16). Su delimitación preliminar se basa en el área de West (1964).

La regionalización que propusieron, Escalante et al. (1998) y Espinosa-Organista et al. (2008), relacionan el área identificada pues la incluyen en la Provincia de la Sierra de los Tuxtlas y reconocen el área como Subprovincia Tuxtleña respectivamente.

En estudios previos, Hernández-Baños et al. (1995), al llevar a cabo su propuesta de regionalización con base a la distribución de aves, deducen el componente Los Tuxtlas. En

este trabajo se muestra que existen relaciones biogeográficas que está sustentado por un grupo de taxones en esta zona.

En la Subprovincia La Sierra de los Tuxtlas, la distribución de las especies en cuestión respeta cierto límite que ayudaron a la restricción del área quedando incluida en lo constatado como BTP para este estudio. Se identificó una unidad anidada a este con la particularidad que no es continua, se describe a continuación.

Área 5 Distrito Tuxtlas

El Distrito Tuxtlas es reconocido a partir del área de endemismo cinco, se encuentra identificada por la superposición del área de distribución potencial de dos especies que son las siguientes: Planta *Inga sinacae* y Reptil *Lepidophyma pajapanensis*, en donde el área de distribución de *L. pajapanensis* fue la especie que definió el área que abarca el distrito (Figura 17). El patrón de distribución que comprende principalmente el estado de Veracruz. En el distrito, la distribución del área no es continua por lo que su ubicación se distingue sobre todo en la cordillera de los Tuxtlas y la segunda porción en la llanura costera veracruzana comprendida por la parte media del Río Coatzacoalcos.

Según los biomas reconocidos por Villaseñor y Ortiz (2013), las dos porciones de este distrito comprenden zona de bosque húmedo. La regionalización que propusieron West (1964), Campbell (1999), y Morrone, (2014, 2017) relacionan el área identificada como distrito, sin reconocer la parte localizada en el suroeste.

Área 4 Distrito Extensión tropical de la sierra y escarpe de la meseta oriental

El Distrito nombrado Extensión tropical de la sierra y escarpe de la meseta oriental se identificó a partir del área de endemismo cuatro, sustentada por los siguientes taxones: Reptiles *Chersodromus liebmanni*, *Geophis semidoliatus*, *Rhadinaea forbesi*, Planta *Cibotium schiedei*, Anfibios *Craugastor spatulatus*, *Charadrahyla taeniopus*, *Megastomatohyala mixomaculata*, *Pseudoeurycea lineola*, y *Thorius pennatulus*. Sin embargo, las áreas de distribución de *C. spatulatus*, *T. pennatulus*, *G. semidoliatus* y *C. schiedei* concibieron la delimitación del área que contiene al distrito (Figura 17).

El área coincide con el distrito Extensión tropical de la sierra y escarpe de la meseta oriental de la regionalización biogeográfica de West (1964). En esta propuesta se encuentran las áreas que se ubican en los estados Veracruz, Puebla y Oaxaca. Sin embargo, con el esquema de regionalización expuesto por Moore (1945), su localización coincide con el distrito Zempoaltepec-Orizaba, salvo por la porción que se ubica al norte de Oaxaca. Respecto a la clasificación que realiza Torres y Luna (2007), compone parte de lo que denomina distrito Veracruzano Oriental sin contar la parte sur del área propuesta. En el esquema biogeográfico de consenso (Arriaga et al., 1997) parte de la porción norte del distrito lo ubica en la provincia de Oaxaca y el área ubicada en Oaxaca la comprende en la provincia de la Sierra Madre del Sur. Contrastado con la regionalización florística (Rzedowki, 1978) solo coincide con la parte sur de la Sierra Madre Oriental en la porción de Veracruz de este distrito. La presencia de las nueve especies cuya distribución coincide con el área que abarca la parte húmeda de montaña de Veracruz y Oaxaca permitió el reconocimiento de este distrito.

Área 6 Distrito Selva Tropical del Sur de Veracruz-Tabasco

El Distrito denominado Selva Tropical del sur de Veracruz-Tabasco está sustentado por el área seis, inferida por la distribución potencial de tres especies: Reptil *Anolis hobartsmithi*, Planta *Begonia violifolia* y Anfibio *Plectrohyla ixil* (Figura 17).

La Selva Tropical del Sur de Veracruz-Tabasco, al contrastarse con la regionalización biogeográfica de la Conabio (Arriaga et al., 1997) concuerda con el área continua de la provincia del Golfo de México que ocupa los estados de Veracruz y Tabasco.

La regionalización de (West 1964 y Stuart 1964) coinciden al reconocer una Provincia Veracruzana que considera el área de este distrito como Bosque Lluvioso del Sur de Veracruz-Tabasco. Y en la clasificación Ferrusquía Villafranca (1990) concuerda con lo que él llama Subprovincia Planiciense. Según, la propuesta herpetofaunística de Casas-Andreu y Reyna-Trujillo (1990) el distrito propuesto en este trabajo es comprendido en con una porción de la provincia Veracruzana, al igual es reconocido, por Barrera (1962) en la plantear la provincia Tabasqueño-Palencana.

En la clasificación de Morrone (2017) establece que la provincia de Veracruz se encuentra dividida por cuatro distritos, en donde una de ellas reconoce el distrito Bosque Lluvioso del Sur de Veracruz-Tabasco.

La obra de Bueno et al. (2005) compila la información florística y faunística del estado de Tabasco, cuya mayor parte se asigna a este distrito.

Área 9 Subprovincia Altos de Chiapas-Guatemala

La identificación del área de endemismo nueve permitió el establecimiento de la Subprovincia identificada como Tierras Altas de Chiapas y Guatemala está sustentada por la distribución potencial de tres especies de plantas: *Begonia trichosepala*, *Matelea guatemalensis* y *Saurauia cuchumatanensis* (Figura 16).

En trabajos como: Smith (1941), West (1964) y Morrone (2014) han mencionado esta parte geográfica, y la reconocen como provincia Altos de Chiapas y Guatemala, contemplando un territorio mayor al área propuesta en este trabajo, incluyendo mayor extensión de la Sierra de América Central, implementaron la distribución de taxones de plantas y animales para llegar a este resultado. Los resultados en este trabajo permiten catalogarla como subprovincia, sustentada por especies diferentes. La subprovincia Altos de Chiapas-Guatemala en contraste con la regionalización biogeográfica de Stuart (1964) concuerda con la porción continua de la provincia Altos de Chiapas-Guatemala.

Algunas unidades anidadas que se han identificado dentro de esta provincia (Ferrusquía-Villafranca, 1990; Müller, 1973; Stuart, 1964) y se tratan como distritos, una coincide en el área de esta subprovincia la cual es el distrito Comitano. Según la propuesta de Rzedowski y Reyna-Trujillo (1990), la subprovincia de este trabajo es equiparable con una porción de la provincia florística Serranías Transísmicas.

Área 11 Provincia Altos de Costa Rica-Panamá

La provincia se definió por la identificación del área once, que se sustenta por la distribución potencial de los siguientes taxones: Anfibios *Agalychnis annae*, *Atelopus varius*, *Craugastor fleischmanni*, *Craugastor underwoodi*, *Lithobates vibicarius*, *Oedipina uniformis*,

Phyllobates lugubris Reptiles *Anolis woodi*, *Mesaspis monticola*, *Ninia psephota*, *Rhadinaea calligaster*. Mamíferos *Cryptotis gracilis*, y *Reithrodontomys creper*. Para esta provincia se delimito el área a partir de la distribución geográfica de *A. varius* y *C. fleischmanni* (Figura 15).

La esquematización de Müller (1973) estableció centros de dispersión de vertebrados neotropicales, el área identificada (provincia) se relaciona, pues la incluye dentro del centro costarricense y centro Talamanca paramo.

En el análisis biogeográfico de Liebherr (1994) ha mencionado esta área geográfica y la reconoce como Cordillera de Talamanca con diferencia que él incluye área continúa hasta la zona del Istmo de Panamá, este resultado lo obtuvo implementando la distribución geográfica de taxones del grupo Coleóptera. Morrone y Márquez (2001) llevaron a cabo un estudio implementando también coleópteros, sin en cambio, la ubicación de la provincia aquí resuelta, no se reconoce.

Respecto a la regionalización de Morrone (2014) queda incluida dentro lo que reconoce las provincias Guatuso-Talamanca y Puntarenas-Chiriquí.

El patrón de distribución de las especies que comprenden las cordilleras de Costa Rica y Panamá sustenta la identificación de esta provincia. Se obtuvo como resultado un área que se observó anidada a esta provincia y que se menciona a continuación.

Área 10 Distrito Guatuso-Talamanca

La identificación del área de endemismo diez permitió el establecimiento del distrito a partir de la distribución geográfica potencial de seis especies endémicas: Anfibios *Agalychnis lémur*, *Bolitoglossa subpalmata*, *Craugastor escoces*, *Nototriton picadoi*. Mamífero *Cryptotis orophila*, y *Orthogeomys heterodus*. La distribución potencial de *B. subpalmata* y *C.escoces* permitió demarcar el área de este distrito (Figura 17). Regionalizaciones que incluyen esta área son las propuestas por Dinerstein et al. (1995) como parte de la ecorregión Bosques Montanos de Talamanca, Marshall y Liebherr (2000) como área de la cordillera de Talamanca al igual que lo mencionan Flores-Villela y Martínez-Salazar (2009).

De acuerdo con Stuart (1964) este distrito se encuentra incluido en lo que considera como provincia Altos Costa Rica-Panamá. Y con la clasificación de Müller (1973) y West (1964) coincide con lo que ellos denominan Centro Talamanca paramo y Tierras altas de Costa Rica y Panamá Occidental respectivamente.

Según la propuesta de Hernández-Baños et al. (1995) utilizando elementos de la avifauna, el distrito propuesto en este trabajo, comprende las porciones de la Cordilleras: Central, Talamanca y Tilarán.

Con la regionalización realizada bajo la perspectiva herpetofaunística Savage (1982), este distrito forma parte del elemento de Talamanca sin comprender el área que se extiende al norte de Panamá. No obstante, Olguín-Monroy et al. (2013), establecen por medio de modelos de nicho ecológico de la mastofauna mesoamericana una regionalización, en la que reconoce el elemento Occidente del Istmo de Panamá el cual se divide en la región de Guatuso-Talamanca y las Sabanas del este de Panamá, y nombrándolas en función al área de donde inicia y termina, siendo sus límites semejantes a los establecidos para este distrito.

Área 12 y 8 Provincia Soconusco

La provincia del Soconusco fue definida con base al reconocimiento de la superposición de las áreas de endemismo doce y ocho, ya que se presentó un patrón distribución semejante en la delimitación y se sustentaron por los mismos grupos taxonómicos. El área de endemismo doce y ocho, sustentado por la distribución geográfica potencial de catorce especies: Reptiles *Anolis matudai*, *Abronia matudai*, *Geophis cancellatus*, *Geophis immaculatus*, *Geophis nasalis*, *Rhadinella hannsteini*. Anfibios *Bolitoglossa franklini*, *Craugastor matudai*, *Incilius bocourti* y *Bolitoglossa flavimembris*. Plantas *Anthurium titanium*, *Amphitecna montana*, *Begonia purpusii*, y *Syngonium steyermarkii* (Figura 15). Corresponde a una franja estrecha en las estribaciones inferiores de la Sierra Madre de Chiapas, prolongándose hacia Guatemala y sus límites son semejantes a los establecidos por Smith (1941) para la provincia Tapachulteca, por Arriaga et al. (1997) y Espinosa-Organista et al. (2008) por la provincia de Soconusco. Así mismo esta área coincide en gran medida con patrones hallados en plantas (Rzedowski y Reyna-Trujillo 1990), aves (Hernández-Baños et al., 1995), entre otros: y se ha encontrado coordinación cercana con la parte Occidente de la Sierra Madre de Chiapas

(Halffter, 1987), donde la división principal coincide con lo denominado Núcleo Centroamericano ubicado en los volcanes de Guatemala.

Esta provincia queda ubicada en la Provincia morfotectónico-biótica constatada como N ZER-Neárticas y Pacífquense de Ferrusquía-Villafranca (1990). Villaseñor y Ortiz (2013) reconoció biomas los cuales identifica la presencia de bosque húmedo de montaña y bosque tropical húmedo en el área que se propone.

En otras clasificaciones como Rzedowski (1978) y Escalante (1998) identifican cada uno provincias, con las cuales la provincia propuesta coincide. Morrone et al. (2017) reconoce el distrito Soconusco.

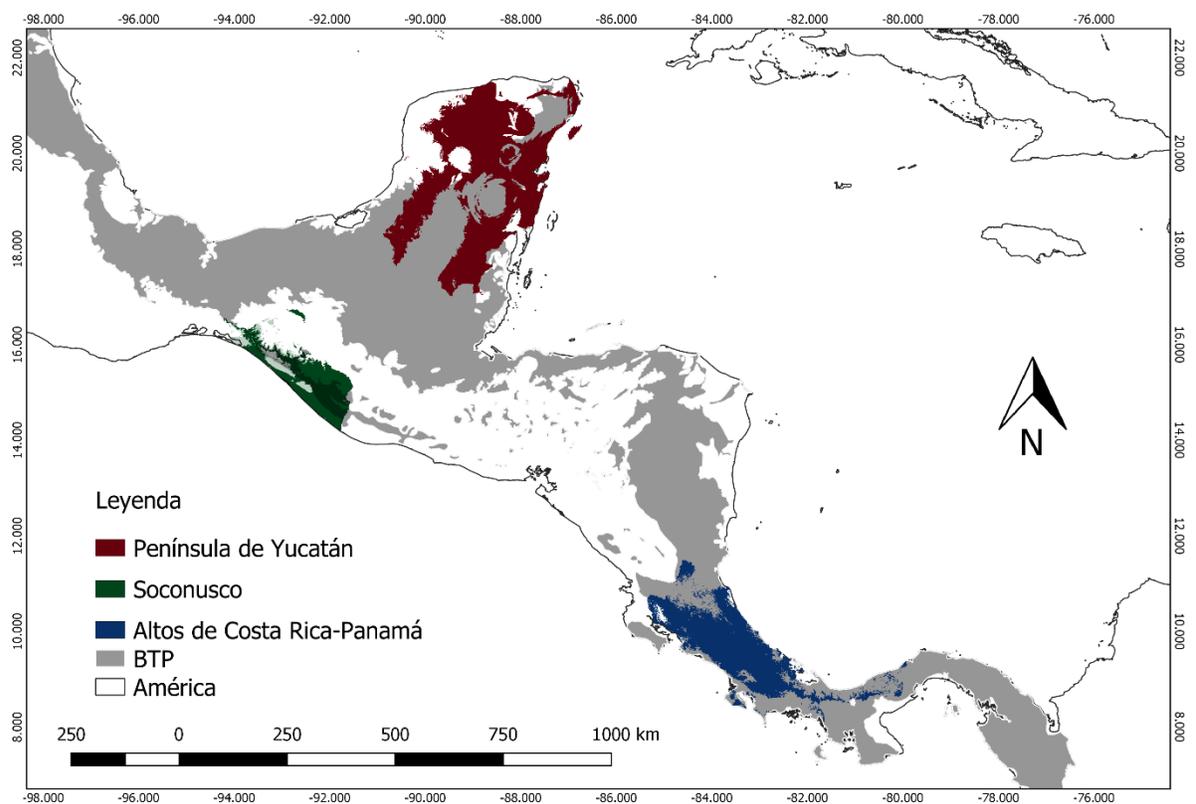


Figura 15. Provincias identificadas

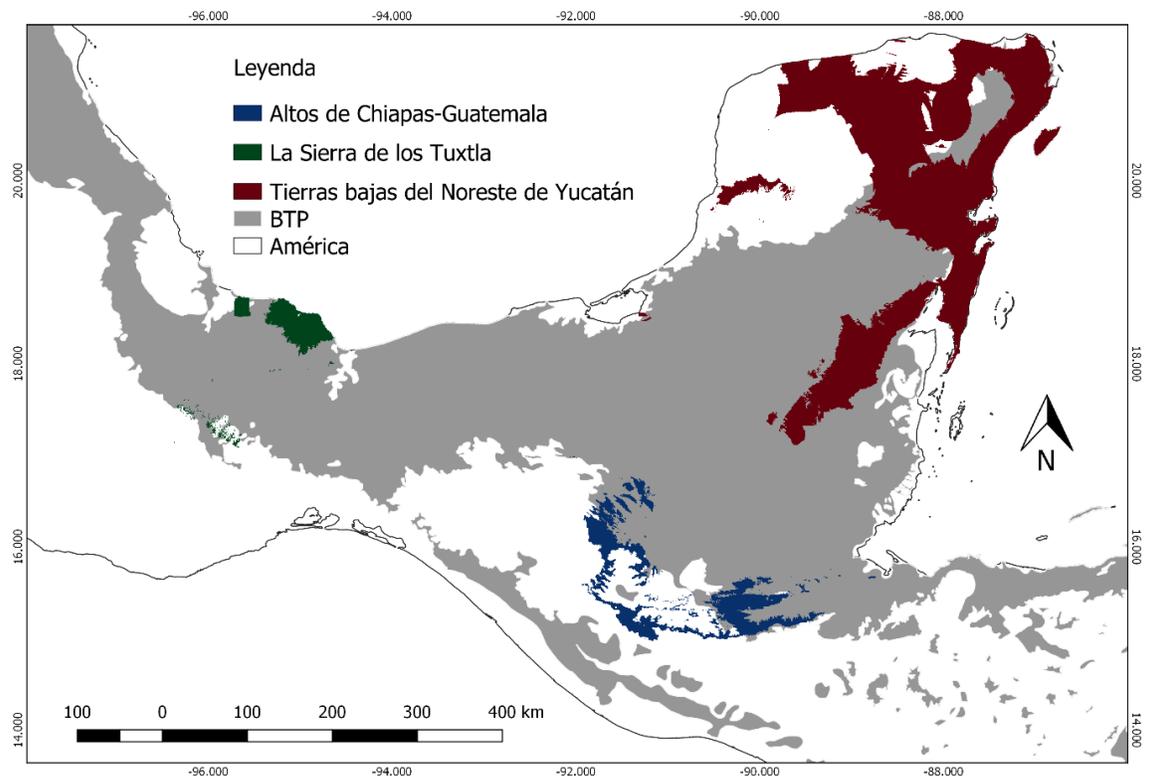


Figura 16. Subprovincias identificadas

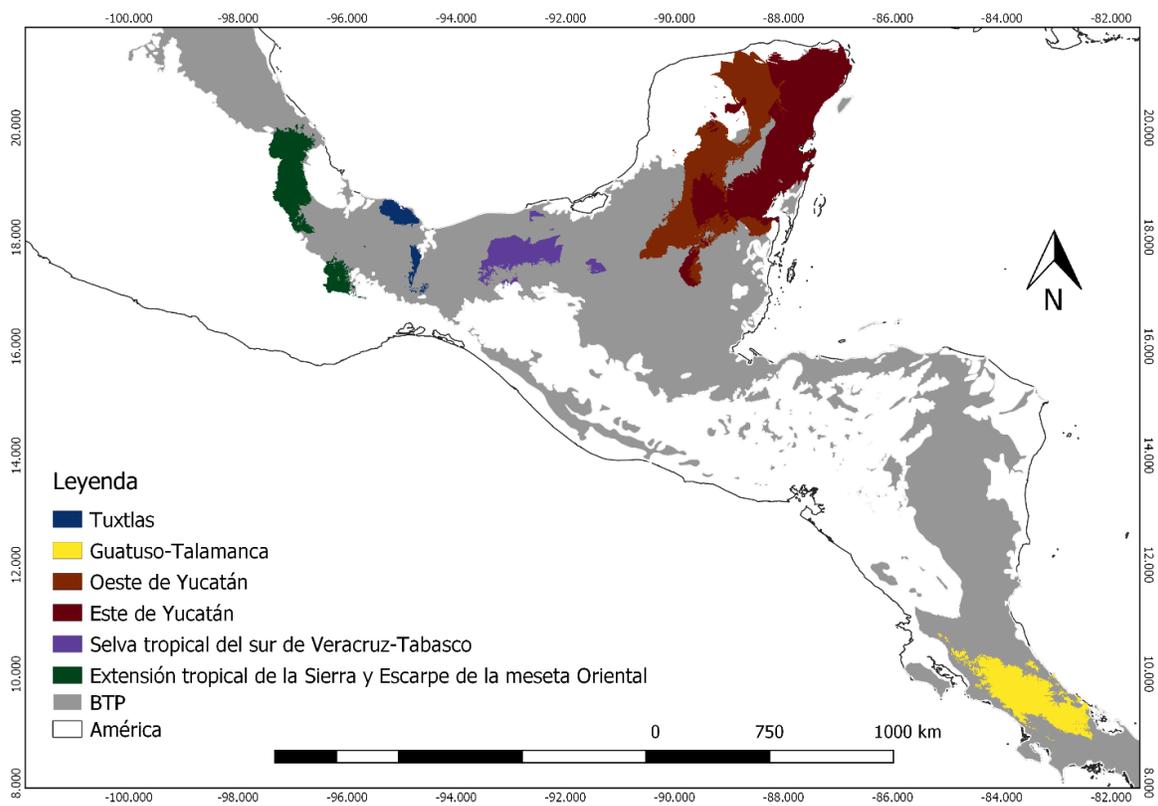


Figura 17. Distritos identificados

10. Conclusiones

La base de datos GBIF es una herramienta muy útil, ya que contiene la unidad de información base para la realización de estudios biogeográficos y presenta ventajas; como de ser de libre de acceso, contener información geográfica que se puede visualizar y almacena una gran cantidad de información. Sin embargo, se debe verificar esta información dependiendo de los objetivos que se plantean ya que pueden presentar errores e inconsistencias que influyan en los resultados obtenidos.

La base de datos depurada taxonómicamente y geográficamente que se obtuvo, consistió en 46,092 registros, correspondientes a 757 especies. Esto después de la identificación de los siguientes errores: sin localidad (13.98%), duplicados (80.98%), autocorrelación y atípicos (1.72%). Lo cual, permitió obtener un acervo de información adecuada para la realización de un análisis de endemidad lo que llevo a la obtención de 13 áreas de endemismo sustentadas por 76 especies en 1886 registros. Se observó que el área ubicada más al sur contempla el patrón latitudinal de mayor riqueza de especies hacia el Ecuador.

Las variables climáticas más determinantes para la creación de los modelos de distribución son derivados de la temperatura, mientras que la precipitación tiene aportes mínimos. Por lo que se denota que la biota de muestra patrones biogeográficos influenciados por la temperatura.

Se generaron 76 modelos de distribución de especies, cercanos a las probabilidades reales de encontrar la especie en el sitio previsto, esto se estableció a partir de la evaluación estadística de la Curva ROC parcial y Pearson, catalogados en su mayoría como modelos de distribución no azarosa.

El sistema de regionalización biogeográfica propuesto a partir de la identificación de áreas de endemismo que comprenden ubicación de BTP es adecuado en virtud de cada área biogeográfica tiene especies endémicas.

A partir de la identificación de áreas de endemismo se permitió realizar un análisis de superposición de áreas para establecer y categorizar obteniendo los resultados; Provincias: Península de Yucatán, Altos de Costa Rica-Panamá y Soconusco. Tres subprovincias: Tierras bajas del noreste de Yucatán, La sierra de los Tuxtlas y los Altos de Chiapas-Guatemala. Y

seis distritos: Oeste de Yucatán, Este de Yucatán, Tuxtlas, Extensión tropical de la sierra y Escarpe de la meseta Oriental, Selva Tropical del sur de Veracruz-Tabasco y Guatuso-Talamanca. Las cuales, al diagnosticarse por concentración de endemismos existe una homogeneidad en algunas características ecológicas (clima, fisiografía, suelo) y esta homología geográfica con lleva a un esquema de regionalización natural.

La clasificación es mejorable bajo la consideración de un conjunto mayor de especies y de una revisión de los límites de cada área geográfica.

El reconocimiento de esta propuesta biogeográfica, no intenta pasar por alto las diferentes regiones derivadas de los estudios realizados con otros grupos biológicos. Claramente, estos esquemas de regionalización biogeográfica continuarán evolucionando a medida que el conocimiento biológico de los BTP de la subregión mexicana se acumule en el futuro.

11. Referencias

- Aagesen, L., Szumik, C. y Goloboff, P. (2013). Consensus in the search for areas of endemism. *Journal of Bio-geography*, 40(11), doi:10.1111/jbi.12172
- Arita, H. T., P. Rodríguez & E. Vazquez-Domínguez. (2005). Continental and regional ranges of North American mammals: Rapoport's rule in real and null worlds. *Journal of Biogeography*.
- Arriaga, L., Aguilar, C., Espinosa, D. y Jiménez, R. (eds.) (1997). Regionalización ecológica y biogeográfica de México. Workshop at the Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), November 1997.
- Ashraf, U., Peterson, A., Chaudhry, M., Ashraf, I., Saqib, Z., Rashid Ahmad, S. y Ali, H. (2017). Ecological niche model comparison under different climate scenarios: a case study of *Olea* spp. in Asia. *Ecosphere*, 8(5), e01825. <http://dx.doi.org/10.1002/ecs2.1825>
- Barrera, A. (1962). La península de Yucatán como provincia biótica. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 23, 71-105.
- Brown, J. H. y Lomolino, M. V. (1998). *Biogeography*, 2a ed., Sinauer Associates, Inc. Pub. Sunderland, 691 p.
- Bueno, J., Álvarez, F. y Santiago, S. (Eds.). (2005). *Biodiversidad de Tabasco*. Ciudad de México: Instituto de Biología, UNAM.
- Cabrera, A. L. y Willink, A. (1973). *Biogeografía de América Latina*. Serie de Biología, monografía 13. Secretaría General de la OEA, Washington D. C. 122 p.
- Campbell, J.A. (1999). Distribution patterns of amphibians in Middle America. In: Duellman, W.E. (Ed.), *Patterns of distribution of amphibians: A global prespective*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, pp. 111– 210.
- Casagrande, M., Roig-Juñet. y Szumik, C. (2009). Endemismo a diferentes escalas espaciales: un ejemplo con Carabidae (Coleóptera: Insecta) de América del Sur austral. *Revista chilena de historia natural*, 82(1), 17-42.
- Casas-Andreu, G. y Reyna-Trujillo, T. (1990). Herpetofauna (anfibios y reptiles). Mapa IV.8.6. In *Atlas nacional de México*, vol. III. Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F.

- Challenger, A. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Sierra Madre, D.F., México. pp. 90.
- Challenger, A. y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 87-108.
- Código de las variables bioclimáticas obtenidas de WorldClim (<http://www.worldclim.org/bioclim>).
- Comisión Nacional del Agua (CNA), (1998). Cuencas Hidrológicas'. Escala 1:250000. México.
- Contreras-Medina, R. (2006). Los métodos de análisis biogeográfico y su aplicación a la distribución de las gimnospermas en México. *Interciencia*, 31(3), 176-182.
- De Candolle, A. (1820). *Geographie botanique*. In *Dictionnaire des sciences naturelles*, vol. 18. p. 359-422.
- Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Webster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder M. P. y Ledec, G. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de América Latina y el Caribe. World Bank, Washington, D.C. 129 p.
- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G. y Lautenbach, S. (2012). Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27–46.
- Duna, S. R., Can-itza, L., Rivera-Ruiz, A. y Calvo-Irabién, L. (2012). Regionalización y relaciones biogeográficas de la Península de Yucatán con base en los patrones de distribución de la familia Leguminosae. Herbario CICY, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 1053-1072.
- Elith, J., Graham, C., Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R., Huettmann, F., Leathwick, J., Lehmann, A., Jin, L., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton J. M., Peterson A. T., Phillips, S. T., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R. E., Soberon, J.,

Williams, S., Wisz, M. S. y Zimmermann, N. E. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129-151.

- Escalante, T. (2003). Determinación de prioridades en las áreas de conservación para los mamíferos terrestres de México, empleando criterios biogeográficos. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 74:211–237.
- Escalante, P., Navarro, A. G. y Peterson, A. T. (1998). Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. En T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, (Eds.), *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución* (pp. 279-304). Ciudad de México: Instituto de Biología, UNAM.
- Escalante, T. (2009). Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80 (2), 551-560.
- Escalante, T., Espinosa, D., Morrone, J. y Llorente, J. (2003). De las bases de datos a los atlas biogeográficos. *Therya*, 4(1), 71-76. <https://dx.doi.org/10.12933/therya-13-113>
- Escalante, T., Espinosa, D. y Morrone, J. J. (2002). Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta zoológica mexicana*, (87), 47-65.
- Escalante, T., Llorente, J., Espinosa, D. y Soberón, J. (2000). Bases de datos y sistemas de información: Aplicaciones en biogeografía. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 24:325–341.
- Escalante, T., Sánchez-Cordero, V., Morrone, J. J. y Linaje, M. (2007c). Deforestation affects biogeographical regionalization: a case study contrasting potential and extant distributions of Mexican terrestrial mammals. *Journal of Natural History* 41:965–984.
- Espinosa, D., Aguilar, C. y Escalante, T. (2001) Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. In: *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*, J. Llorente y J. J. Morrone (eds.). Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F. p. 31–3

- Espinosa, D., Morrone, J. J., Llorente, J. y Flores, O. (2002). Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. Facultad de Ciencias, UREH, Las Prensas de Ciencias, FES Zaragoza, México D.F.
- Espinosa, D. y Llorente, J. (1993). Fundamentos de biogeografías filogenéticas. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F. 133 p.
- Espinosa-Organista, D., Ocegueda-Cruz, S., Aguilar-Zúñiga, C., Flores-Villela, O. y Llorente-Bousquets, J. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En J. Sarukhán, (Ed.), Capital natural de México. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad (pp. 33-65). Ciudad de México: Conabio.
- ESRI. (2006). What is GIS?, en línea: <http://www.gis.com/whatisgis/index.html> (consulta 30-06-19).
- Ferrier, S. (2002). Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: where to from here? *Systematic Biology*, v. 51, n. 2, p. 331-363. <http://dx.doi.org/10.1080/10635150252899806>
- Ferrusquía-Villafranca, I. (1990). Provincias biogeográficas con base en rasgos morfotectónicos. Mapa IV.8.10. En Atlas Nacional de México, vol. III. Ciudad de México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Fick, S. E. y Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315
- Flores-Villela, O. y Martínez-Salazar, E.A. (2009). Historical explanation of the origin of the herpetofauna of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 817–833.
- Goldman, E.A. & Moore, R.T. (1945) The biotic provinces of Mexico. *Journal of Mammalogy*, 26, 347–360.
- Goloboff, P. A. (2014). NDM/VNDM Ver 3.0 Programas para la identificación de áreas de endemismo. Recuperado de <http://www.lillo.org.ar/phylogeny/endemism/>.
- Grinnell, J. (1924). Geography and Evolution. *Ecology* 5 (3): 225-229.
- Guevara, L., Gerstner, B., Kass, J. y Anderson, R. (2017). Toward ecologically realistic predictions of species distributions: A cross-time example from tropical

montane cloud forests. *Global Change Biology*, 24(4), 1511-1522. doi: 10.1111/gcb.13992.

- Guisan, A. y Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8(9), p. 993-1009. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>.
- Halffter, G. (1987). Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America. *Annual Review of Entomology*, 32, 95-114. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.32.010187.000523>
- Hernández-Baños, B. E., Peterson, A. T., Navarro-Sigüenza, A. G. y Escalante-Pliego, B. P. (1995). Bird faunas of the humid montane forests of Mesoamerica: Biogeographic patterns and priorities for conservation. *Bird Conservation International* 5: 251-277.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J.L., Jones, P. G. y Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International of Climatology*, 25: 1965-1978.
- Ibarra-Manríquez, G., Villaseñor, J., Durán, R. & Meave, J. (2002). Biogeographical analysis of the tree flora of the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography*. Vol. 29, No. 1. pp. 17-29
- Ibarra-Montoya, J., Rangel-Peraza, G., González-Farías, F., De Anda, J., Martínez-Meyer, E. y Macías-Cuellar, H. (2012). Uso del modelado de nicho ecológico como una herramienta para predecir la distribución potencial de *Microcystis* sp (cianobacteria) en la Presa Hidroeléctrica de Aguamilpa, Nayarit, México. *Revista Ambiente y Agua*, 7(1), 218-234. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.607>
- Illoldi, P. y Escalante, T. (2008). De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Jour* 3. 7-12
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Consultado 14-06-2019 en <https://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/sistemainformaciongeografica.pdf>.
- Kadmon, R., Farber, O. y Danin, A. (2003). A systematic analysis of factors affecting the performance of climatic envelope models. *Ecological Applications* 13: 853-867.

- Kees, S., Gómez, C., Vera, M., Cardozo, F., López, D., Muttoni, F., Gon, V. y Verga, A. (2011). Predicción del área de distribución natural de *prosopis hasslerien* en la provincia de formosa –argentina (p. Sin). Santa Fe, Argentina: REDAF.
- Köppen, W. (1948). Climatología. México. Fondo de cultura económica. 478 p.
- Koleff, P. (1997). Introducción a las bases de datos en la Biología Comparada Contemporánea, Publicaciones docentes del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Numero 1, UNAM. 37 pp.
- Lee, J.C. (1980). An ecogeographic analysis of the herpetofauna of the Yucatan Peninsula. Miscellaneous publication - Museum of Natural History, University of Kansas, 67, 1-75.
- Liebherr, J. K. (1994a). Biogeographic patterns of montane Mexican and Central American Carabidae (Coleoptera). *Canadian Entomologist* 126: 841-860.
- Llorente Bousquets, J. y Morrone, J. J. (2001). Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Prensas de Ciencias, Mexico, Matthew, E. (2019, 11 marzo). Title Functions for Spatial Thinning of Species Occurrence Records for Use in Ecological Models. Recuperado 12 julio, 2019, de <https://cran.r-project.org/web/packages/spThin/spThin.pdf>
- Lobo, J. M., Jimenez-Valverde, A. y Real, R. (2008). AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography*, vol. 17(2), 145-151.
- Lundell, C.L. (1934) Preliminary sketch of the phytogeography of the Yucatan Peninsula. *Contributions to American Archaeology*, 12, 257-321.
- Marshall, C. J. y Liebherr, J. K. (2000). Cladistic biogeography of the Mexican transition zone. *Journal of Biogeography* 27: 203-216.
- Mateo, R. G., Felicísimo, A. M. y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, 84(2), 217-240. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>.
- Matthew, E. (2019). Title Functions for Spatial Thinning of Species Occurrence Records for Use in Ecological Models. Recuperado 12 julio, 2019, de <https://cran.rproject.org/web/packages/spThin/spThin.pdf>.

- Molina, A. M., López, L. F. y Villegas, G. I. (2005). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Planificación Municipal. *Revista EIA*, (4), 21-31.
- Moore, R. T. (1945). The Transverse Volcanic biotic province of central Mexico and its relationship to adjacent provinces. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, 10, 217-236.
- Morrone, J. J. (1994). On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology*, 43:438–441.
- Morrone, J. J. (2001^a). Biogeografía de América Latina y el Caribe. Manuales y Tesis 3. SEA, Zaragoza, 148 p.
- Morrone, J. J. (2004^a). La zona de transición sudamericana: caracterización y relevancia evolutiva. *Acta Entomológica Chilena* 28:41–50.
- Morrone, J. J., y UANJ. (2007). Hacia una biogeografía evolutiva. *Revista chilena de historia natural*, 80(4), 509-520.
- Morrone, J. (2014). Regionalización biogeográfica de la región neotropical. *Zootaxa*, 3782 (1): 001–110. Pág. 5.
- Morrone, J. J., Escalante, T. y Rodríguez-Tapia, G. (2017). Mexican biogeographic provinces: map and shapefiles. *Zootaxa*, 4277, 277-279. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8>.
- Morrone, J. J. y Márquez J. (2001). Halffter's Mexican Transition Zone, beetle generalised tracks, and geographical homology. *Journal of Biogeography* 28: 635-650.
- Morrone, J. J. (2016). Sistemática, biogeografía, evolución: los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio / Juan J. Morrone. 41 p. 10.22201/fc.9786070232893e.2012.
- Morrone, J. J. (2019). Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista mexicana de biodiversidad*, 90, e902980. Epub 12 de febrero de 2019. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>.
- Mota-Vargas, C., Encarnación-Luévano, A., Ortega-Andrade, M., Prieto-Torres, D., Pena-Peniche, A. y Rojas-Soto, O. (2019). Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y*

metodológicos para su estudio (pp.39-63) Chapter: 3 Publisher: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex.

- Müller, P. (1973). The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm: A study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes. Junk, The Hague, 244 pp.
- Muñoz, F. y Dennis, R. (2013). Anfibios y Reptiles de Costa Rica: Guía de bolsillo en inglés y español. Zona Tropical Publication. China.
- Navarro-Cerrillo, R. M., Hernández-Bermejo, J. E. y Hernández-Clemente, R. (2011). Evaluating models to assess the distribution of *Buxus balearica* in southern Spain. *Applied Vegetation Science*, 14: 256-267.
- Noguera-Urbano, E. A. (2016). Areas of endemism: travelling through space and the unexplored dimension. *Systematics and Biodiversity*, 14, 131-139.
- Noguera-Urbano, E. A. (2017). El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta zoológica mexicana*, 33(1), 89-107.
- Olguín-Monroy, H., Gutiérrez-Blando, C., Ríos-Muñoz, C., León-Paniagua, L. y Navarro-Sigüenza, A. (2013). Regionalización biogeográfica de la mastofauna de los bosques tropicales perennifolios de Mesoamérica. *Revista de Biología Tropical*, 61 (2), 937-969.
- Osorio-Olvera L., Barve, V., Barve, N., Soberón, J. y Falconi, M. (2018). ntbox: From getting biodiversity data to evaluating species distribution models in a friendly GUI environment. R package version 0.2.5.4. <https://github.com/luismurao/ntbox>.
- Pearce, J. y Lindenmayer, D. (1998). Bioclimatic Analysis to Enhance Reintroduction Biology of the Endangered Helmeted Honeyeater (*Lichenostomus melanops cassidix*) in Southeastern Australia. *Restoration Ecology* Vol.6 No.3 238-243. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.1998.00636.x>
- Pearson, R., Raxworthy, C., Nakamura, M. y Townsend Peterson, A. (2007). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34(1), 102-117. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x>

- Pérez, J. (2016). Análisis de la distribución geográfica y estado de conservación, de las plantas vasculares endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán, México. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- Peterson, A. y Soberón, J. (2012). Species distribution modeling and ecological niche modeling: Getting the concepts right. *Natureza y Conservação* 10:102-107.
- Peterson, A., Papeş, M. y Soberón, J. (2008). Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling*, 213(1), 63-72. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2007.11.008
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. y Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, v. 190, n. 3/4, p. 231-259.
- Platnick, N. (1991). On areas of endemism. *Australian Systematic Botany*, 4, 11–12.
- QGIS Development Team (2015). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- Rama, M., Bye, R., Lot, A. y Fa, J. (eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University, Nueva York, EE.UU.
- Ramírez-Barahona, S., Torres-Miranda, A., Palacios-Ríos, M. y Luna-Vega, I. (2009). Historical biogeography of the Yucatan Peninsula, Mexico: a perspective from ferns (Monilophyta) and lycopods (Lycophyta). *Biological Journal of the Linnean Society*, 98(4), 775–786.
- Ricketts, T. H., Dinerstein, E., Olson, D. M., Loucks, C. J., et al. (1999). *Terrestrial Ecoregions of North America: a Conservation Assessment*. Island Press; Washington, DC.
- Rodríguez, P. y Arita, H. T. (2005). La diversidad beta como un elemento integrador de distintos patrones macroecológicos, p. 41-52. In G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.). *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías Tercer Milenio, SEA, Zaragoza, España.
- Rojas, O. y Ortega, M. (2015). La receta de Jackniffe con un ejemplo de siete registros.
- Rojas-Soto, O.R., Alcántara-Ayala, O. y Navarro, A.G. (2003). Regionalization of the avifauna of the Baja California Peninsula, México: a parsimony analysis of endemism and distributional modelling approach. *J. Biogeogr.* 30: 449-461.

- RStudio Team (2015). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Ryan, R.M. (1963) The biotic provinces of Central America. *Acta Zoológica Mexicana*, 6, 1–55.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.
- Rzedowski, J. y Reyna-Trujillo, T. (1990) Tópicos biogeográficos. Mapa IV.8.3. In: *Atlas Nacional de México*, vol. III, Instituto de Geografía, UNAM, Mexico City.
- Rzedowski, J. (1981). *Vegetación de México*. Limusa, D.F., México. 432 pp
- Rzedowski, J. (1993). Diversity and origins of the fanero-gamic flora of Mexico, p. 129-144. In T.P.
- Rzedowski, J. (2006). 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- Sánchez-González, L.A., Morrone, J.J. & Navarro-Sigüenza, A.G. (2008). Distributional patterns of the Neotropical humid montane forest avifaunas. *Biol. J. Linn. Soc.* 94: 175-194.
- Savage, J. M. (1982). The enigma of the Central American herpetofauna: Dispersal or vicariance? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 464-547.
- Schulman, L., Toivonen, T. y Ruokolainen, K. (2007). Analysing botanical collecting effort in amazonia and correcting for it in species range estimation. *Journal of Biogeography* 34 (8): 1388-1399.
- Sclater, P.L. (1858). On the general geographic distribution of the members of the class Aves. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2, 130–145.
- Seoane, J., Bustamante, J. y Díaz, R. (2005a). Effect of expert opinion on the predictive ability of environmental models of bird distribution. *Conservation Biology* 19: 512-522.
- Smith, H. (1941). Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 2, 103–110.
- Soberón, J. y Koleff, P. (1998b). The National Biodiversity Information System of Mexico. en *Contribution to The Second National Forum of Biodiversity and Human Society: The Quest for a sustainable Future*. National Academic Press.

- Soberon, J. & Peterson, A. T. (2005). Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species' Distributional Areas. *Biodiversity Informatics*, 2(0). 3pp.
- Steven. J. Phillips, Miroslav Dudík, y Robert E. Schapire. [Internet] Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Available from url: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. Accessed on 2019-11-3.
- Stuart, L.C. (1964). Fauna of Middle America. In: West, R.C. (Ed.), *Handbook of Middle American Indians*. Vol. 1. University of Texas Press, Austin, pp. 316–363.
- Szumik, C., Cuezco, F., Goloboff, P. y Chalup, A. (2002). An optimality criterion to determine areas of endemism. *Systematic Biology* 51:806–816.
- Szumik, C. y Goloboff, P. (2004). Areas of endemism: an improved optimality criterion. *Systematic Biology*, 53:968– 977.
- Torres Miranda, A. y Luna, I. (2007) Hacia una síntesis panbiogeográfica. In: Luna, I., Morrone, J.J. & Espinosa, D. (Eds.), *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Las Prensas de Ciencias, UNAM, Mexico City, pp. 503–514.
- Udvardy, M. D. F. (1975) A classification of the biogeographical provinces of the world. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Occasional Paper* 18, Morges, 49 pp.
- Underwood, J. G., D'Agrosa, C. y Gerber, L.R. (2010). Identifying conservation areas on the basis of alternative distribution data sets. *Conservation biology* 24: 162-170.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). *Geographic Information Systems (GIS) Guidelines Document*. (Washington, D.C: EPA, 1988).
- Universidad Nacional de México. (2017). Atlas climático Digital de México. Uniatmos. Atmosfera.unam mx. From <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/servmapas>
- Varela, S., Anderson, R.P., García-Valdés, R. y Fernández-González, F. (2014). Environmental filters reduce the effects of sampling bias and improve predictions of ecological niche models. *Ecography* 37: 001-008.

- Veloz, S. D. (2009). Spatially autocorrelated sampling falsely inflates measures of accuracy for presence-only niche models. *Journal of Biogeography* 36: 2290-2299.
- Vogt, R.C., Villareal-Benítez, J. L. y Pérez-Higareda, G. (1997). Lista anotada de anfibios y reptiles, en E. Gonzalez-Soriano, R. Dirzo y R.C. Vogt, *Historia Natural de Los Tuxtlas*, UNAM/Conabio, México, pp. 507-522.
- Wallace, A. (2011). *The Geographical Distribution of Animals: With a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface* (Cambridge Library Collection - Zoology). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139097109
- Wallace, A. R. (1876). *The geographical distribution of animals*. Vol. I & II. Harper and Brothers, New York, 576-650 pp.
- West, R. C. (1964). The natural regions of Middle America. In: West, R.C. (Ed.), *Handbook of Middle American Indians*. Vol. 1. University of Texas Press, Austin, pp. 363–383.
 - Zunino, M. y Zullini, A. (2003). *Biogeografía: La dimensión espacial de la evolución*. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 359 p.

ANEXOS

Anexo 1. Base de datos depurada 756 especies.

Anfibios	Registros GBIF	Registros depurados
<i>Agalychnis annae</i>	324	20
<i>Agalychnis lemur</i>	121	12
<i>Agalychnis saltator</i>	160	18
<i>Agalychnis spurrelli</i>	241	34
<i>Agalychnis callidryas</i>	2973	264
<i>Agalychnis moreletii</i>	1194	90
<i>Allobates talamancae</i>	964	71
<i>Anotheca spinosa</i>	464	56
<i>Atelopus chiriquiensis</i>	476	13
<i>Atelopus senex</i>	226	7
<i>Atelopus varius</i>	1376	49
<i>Atelopus zeteki</i>	646	6
<i>Bolitoglossa alberchi</i>	217	25
<i>Bolitoglossa biseriata</i>	77	13
<i>Bolitoglossa celaque</i>	121	7
<i>Bolitoglossa colonea</i>	90	19
<i>Bolitoglossa conanti</i>	93	6
<i>Bolitoglossa dofleini</i>	187	10
<i>Bolitoglossa engelhardti</i>	411	24
<i>Bolitoglossa flavimembris</i>	264	19
<i>Bolitoglossa flaviventris</i>	406	38
<i>Bolitoglossa franklini</i>	1873	64
<i>Bolitoglossa lignicolor</i>	133	25
<i>Bolitoglossa mulleri</i>	28	5
<i>Bolitoglossa occidentalis</i>	1237	43
<i>Bolitoglossa platydactyla</i>	1764	193
<i>Bolitoglossa robusta</i>	82	8
<i>Bolitoglossa rostrata</i>	1208	9
<i>Bolitoglossa striatula</i>	216	39
<i>Bolitoglossa subpalmata</i>	7223	62
<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	196	22
<i>Bolitoglossa mexicana</i>	1056	80
<i>Bolitoglossa rufescens</i>	5186	228
<i>Bromeliahyla bromeliacia</i>	177	16
<i>Bromeliahyla dendroscarta</i>	830	24
<i>Charadrahyla taeniopus</i>	528	22
<i>Elachistocleis panamensis</i>	118	10
<i>Chiropterotriton lavae</i>	506	11
<i>Cochranella granulosa</i>	125	26
<i>Colostethus pratti</i>	793	16
<i>Craugastor andi</i>	67	13
<i>Craugastor bransfordii</i>	2849	105
<i>Craugastor chac</i>	427	10

<i>Craugastor crassidigitus</i>	1322	86
<i>Craugastor escoces</i>	335	24
<i>Craugastor fitzingeri</i>	2776	216
<i>Craugastor fleischmanni</i>	626	31
<i>Craugastor gollmeri</i>	788	25
<i>Craugastor greggi</i>	158	16
<i>Craugastor laticeps</i>	284	27
<i>Craugastor lauraster</i>	190	38
<i>Craugastor lineatus</i>	713	35
<i>Craugastor longirostris</i>	1515	91
<i>Craugastor matudai</i>	276	12
<i>Craugastor megacephalus</i>	381	33
<i>Craugastor melanostictus</i>	254	39
<i>Craugastor mimus</i>	159	32
<i>Craugastor montanus</i>	774	28
<i>Craugastor noblei</i>	173	43
<i>Craugastor palenque</i>	68	5
<i>Craugastor pelorus</i>	87	16
<i>Craugastor podiciferus</i>	647	48
<i>Craugastor polyptychus</i>	49	7
<i>Craugastor pozo</i>	50	14
<i>Craugastor punctariolus</i>	241	7
<i>Craugastor raniformis</i>	1771	88
<i>Craugastor rayo</i>	27	6
<i>Craugastor rhodopis</i>	4225	159
<i>Craugastor rostralis</i>	132	9
<i>Craugastor rugosus</i>	124	8
<i>Craugastor rupinius</i>	622	23
<i>Craugastor sabrinus</i>	287	6
<i>Craugastor spatulatus</i>	252	12
<i>Craugastor stejnegerianus</i>	855	39
<i>Craugastor stuarti</i>	222	21
<i>Craugastor talamancae</i>	650	39
<i>Craugastor taurus</i>	262	27
<i>Craugastor underwoodi</i>	364	22
<i>Craugastor berkenbuschii</i>	829	116
<i>Craugastor decoratus</i>	439	79
<i>Craugastor loki</i>	891	81
<i>Cruziohyla calcarifer</i>	114	15
<i>Dendrobates auratus</i>	2620	105
<i>Dendropsophus ebraccatus</i>	2947	176
<i>Dendropsophus phlebodes</i>	750	49
<i>Dendrotriton xolocalcae</i>	977	11
<i>Dermophis mexicanus</i>	853	77
<i>Diasporus diastema</i>	1484	110
<i>Diasporus vocator</i>	256	12
<i>Duellmanohyla rufiocularis</i>	343	21
<i>Duellmanohyla schmidtorum</i>	162	21

<i>Duellmanohyla soralia</i>	242	10
<i>Duellmanohyla uranochroa</i>	180	23
<i>Duellmanohyla chamulae</i>	168	15
<i>Ecnomiohyla miliaria</i>	24	6
<i>Ecnomiohyla miotympanum</i>	4926	308
<i>Ecnomiohyla valancifer</i>	23	7
<i>Eleutherodactylus rubrimaculatus</i>	257	19
<i>Eleutherodactylus leprus</i>	441	85
<i>Exerodonta chimalapa</i>	34	7
<i>Exerodonta bivocata</i>	67	5
<i>Gastrophryne elegans</i>	310	47
<i>Gastrotheca cornuta</i>	233	6
<i>Gymnopsis multiplicata</i>	252	34
<i>Hyalinobatrachium chirripoi</i>	105	16
<i>Hyalinobatrachium colymbiphyllum</i>	312	17
<i>Hyalinobatrachium valerioi</i>	193	15
<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	1596	194
<i>Hypopachus barberi</i>	880	24
<i>Hypsiboas rosenbergi</i>	878	70
<i>Hypsiboas rufitelus</i>	190	16
<i>Incilius aucoinae</i>	37	13
<i>Incilius bocourti</i>	1089	11
<i>Incilius campbelli</i>	308	9
<i>Incilius cavifrons</i>	595	43
<i>Incilius coniferus</i>	1001	60
<i>Incilius fastidiosus</i>	130	5
<i>Incilius ibarrae</i>	390	7
<i>Incilius melanochlorus</i>	137	24
<i>Incilius tacanensis</i>	99	10
<i>Incilius cristatus</i>	343	68
<i>Isthmohyla angustilineata</i>	67	9
<i>Isthmohyla debilis</i>	68	4
<i>Isthmohyla lancasteri</i>	293	15
<i>Isthmohyla picadoi</i>	43	12
<i>Isthmohyla pictipes</i>	216	17
<i>Isthmohyla pseudopuma</i>	724	51
<i>Isthmohyla rivularis</i>	404	38
<i>Isthmohyla tica</i>	149	24
<i>Isthmohyla zeteki</i>	46	8
<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	682	36
<i>Leptodactylus savagei</i>	537	94
<i>Lithobates brownorum</i>	1409	188
<i>Lithobates taylori</i>	390	18
<i>Lithobates vibicarius</i>	501	36
<i>Lithobates warszewitschii</i>	1525	101
<i>Lithobates johni</i>	126	5
<i>Lithobates vaillanti</i>	3129	237
<i>Megastomatohyla mixomaculata</i>	106	22

<i>Megastomatohyla nubicola</i>	32	5
<i>Ctenophryne aterrima</i>	112	22
<i>Nototriton picadoi</i>	207	6
<i>Oedipina pacificensis</i>	47	12
<i>Oedipina parvipes</i>	68	9
<i>Oedipina poelzi</i>	154	9
<i>Oedipina pseudouniformis</i>	175	16
<i>Oedipina uniformis</i>	542	57
<i>Oophaga granulifera</i>	144	16
<i>Oophaga pumilio</i>	4843	101
<i>Parvimolge townsendi</i>	566	59
<i>Phyllobates lugubris</i>	401	19
<i>Phyllobates vittatus</i>	163	14
<i>Phyllomedusa venusta</i>	131	16
<i>Plectrohyla acanthodes</i>	131	22
<i>Plectrohyla avia</i>	54	10
<i>Plectrohyla dasypus</i>	49	7
<i>Plectrohyla guatemalensis</i>	350	48
<i>Plectrohyla hartwegi</i>	139	13
<i>Plectrohyla ixil</i>	182	17
<i>Plectrohyla lacertosa</i>	200	37
<i>Plectrohyla matudai</i>	759	41
<i>Plectrohyla pachyderma</i>	46	8
<i>Plectrohyla sagorum</i>	377	27
<i>Pristimantis achatinus</i>	1182	21
<i>Pristimantis altae</i>	90	6
<i>Pristimantis caryophyllaceus</i>	660	42
<i>Pristimantis cerasinus</i>	676	54
<i>Pristimantis cruentus</i>	1173	70
<i>Pristimantis ridens</i>	1173	113
<i>Pseudoeurycea nigromaculata</i>	400	19
<i>Pseudoeurycea werleri</i>	295	24
<i>Pseudoeurycea lineola</i>	814	23
<i>Pseudoeurycea lynchi</i>	85	12
<i>Ptychohyla euthysanota</i>	586	44
<i>Ptychohyla hypomykter</i>	591	62
<i>Ptychohyla legleri</i>	55	8
<i>Ptychohyla salvadorensis</i>	157	14
<i>Rhaebo haematiticus</i>	2964	160
<i>Sachatamia albomaculata</i>	229	20
<i>Sachatamia ilex</i>	369	21
<i>Sarcohyla arborescandens</i>	597	35
<i>Scinax boulengeri</i>	380	26
<i>Scinax elaeochroa</i>	1302	51
<i>Silverstoneia flotator</i>	536	17
<i>Silverstoneia nubicola</i>	821	38
<i>Smilisca phaeota</i>	2709	247
<i>Smilisca puma</i>	99	17

<i>Smilisca sila</i>	641	38
<i>Smilisca sordida</i>	867	94
<i>Smilisca cyanosticta</i>	604	79
<i>Strabomantis biporcatus</i>	257	23
<i>Strabomantis bufoniformis</i>	507	24
<i>Teratohyla pulverata</i>	91	27
<i>Teratohyla spinosa</i>	112	19
<i>Thorius pennatulus</i>	2038	21
<i>Tlalocohyla loquax</i>	1786	136
<i>Tlalocohyla picta</i>	1362	182
Total	133912	8504

Aves	Registros GBIF	Registros depurados
<i>Amazilia candida</i>	12172	260
<i>Amazilia tzacatl</i>	91850	334
<i>Amazilia yucatanensis</i>	48114	157
<i>Amazona xantholora</i>	1925	24
<i>Antrostomus badius</i>	438	8
<i>Atticora pileata</i>	2819	8
<i>Campylopterus curvipennis</i>	7062	233
<i>Cantorchilus modestus</i>	30049	71
<i>Caprimulgus salvini</i>	205	16
<i>Celeus castaneus</i>	5584	123
<i>Chlorophonia occipitalis</i>	3740	120
<i>Cyanocorax affinis</i>	12076	27
<i>Crax rubra</i>	11192	80
<i>Cyanocorax morio</i>	2196	322
<i>Dendrocincla homochroa</i>	4717	146
<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	9402	54
<i>Dives dives</i>	76517	79
<i>Eupherusa eximia</i>	8417	117
<i>Eupsittula nana</i>	27856	17
<i>Granatellus sallaei</i>	1667	78
<i>Habia fuscicauda</i>	26522	426
<i>Heliothryx barroti</i>	11759	46
<i>Hylocharis eliciae</i>	5645	54
<i>Hylomanes momotula</i>	4068	110
<i>Icterus mesomelas</i>	9675	171

<i>Icterus prothemelas</i>	14565	27
<i>Lampornis castaneoventris</i>	5103	25
<i>Lepidopyga coeruleogularis</i>	2572	13
<i>Leptotila cassini</i>	9555	76
<i>Leptotila jamaicensis</i>	4221	29
<i>Leptotila plumbeiceps</i>	4382	76
<i>Lophornis helenae</i>	2747	41
<i>Melanerpes pucherani</i>	26029	20
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	5671	48
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	5679	74
<i>Meleagris ocellata</i>	5828	38
<i>Momotus lessonii</i>	35453	11
<i>Myadestes unicolor</i>	6260	126
<i>Myiarchus panamensis</i>	5993	15
<i>Myiobius sulphureipygius</i>	7180	139
<i>Odontophorus guttatus</i>	3169	82
<i>Ornithion semiflavum</i>	2892	53
<i>Patagioenas nigrirostris</i>	19480	70
<i>Penelopina nigra</i>	4113	81
<i>Phaethornis striigularis</i>	24172	73
<i>Pharomachrus mocinno</i>	10637	71
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	30262	468
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	5334	180
<i>Psarocolius wagleri</i>	16940	89
<i>Pteroglossus sanguineus</i>	102	10
<i>Pteroglossus torquatus</i>	36551	226
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	49553	142
<i>Ramphocelus passerinii</i>	28038	123
<i>Rhynchocyclus brevirostris</i>	7533	228
<i>Strix fulvescens</i>	780	27
<i>Synallaxis erythrothorax</i>	7136	172
<i>Thalurania colombica</i>	22763	38
<i>Thamnophilus atrinucha</i>	14073	31
<i>Thamnophilus bridgesi</i>	6961	13
<i>Thraupis abbas</i>	29755	319
<i>Trogon caligatus</i>	26622	44
<i>Trogon massena</i>	19995	129
<i>Trogon melanocephalus</i>	21247	116
<i>Turdus plebejus</i>	9233	52
<i>Xiphorhynchus susurrans</i>	20839	19
Total	975085	6695

Mamíferos	Registros GBIF	Registros depurados
<i>Alouatta palliata</i>	1949	163
<i>Alouatta pigra</i>	941	144
<i>Ateles geoffroyi</i>	3727	186
<i>Bassaricyon gabbii</i>	88	11
<i>Bauerus dubiaquercus</i>	146	29
<i>Caluromys derbianus</i>	728	109
<i>Carollia sowelli</i>	998	42
<i>Cebus capucinus</i>	1842	83
<i>Cryptotis goodwini</i>	171	32
<i>Cryptotis gracilis</i>	70	20
<i>Cryptotis merriami</i>	105	19
<i>Cryptotis nigrescens</i>	306	21
<i>Cryptotis orophila</i>	49	10
<i>Cryptotis tropicalis</i>	55	10
<i>Dasyprocta mexicana</i>	365	55
<i>Dermanura watsoni</i>	1974	134
<i>Ectophylla alba</i>	99	12
<i>Heteromys desmarestianus</i>	4614	403
<i>Heteromys gaumeri</i>	2287	159
<i>Hoplomys gymnurus</i>	427	16
<i>Liomys adspersus</i>	1638	6
<i>Lophostoma evotis</i>	92	27
<i>Marmosa mexicana</i>	1059	226
<i>Mazama pandora</i>	330	50
<i>Mazama temama</i>	660	156
<i>Microsciurus alfari</i>	191	43
<i>Microsciurus mimulus</i>	173	26
<i>Mimon cozumelae</i>	201	26
<i>Myotis elegans</i>	185	54
<i>Orthogeomys cavator</i>	78	11
<i>Orthogeomys cherriei</i>	107	17
<i>Orthogeomys heterodus</i>	171	12
<i>Orthogeomys hispidus</i>	1683	261
<i>Orthogeomys underwoodi</i>	45	7
<i>Handleyomys rostratus</i>	385	49
<i>Otonyctomys hatti</i>	121	14
<i>Procyon pygmaeus</i>	69	6
<i>Proechimys semispinosus</i>	2651	71
<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	265	36
<i>Reithrodontomys creper</i>	509	35
<i>Reithrodontomys gracilis</i>	758	93
<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	144	9

<i>Rheomys raptor</i>	15	6
<i>Rhogeessa aeneus</i>	164	34
<i>Saguinus geoffroyi</i>	614	43
<i>Saimiri oerstedii</i>	315	16
<i>Sciurus deppei</i>	2339	437
<i>Sciurus richmondi</i>	92	7
<i>Sciurus variegatoides</i>	1809	139
<i>Sciurus yucatanensis</i>	666	86
<i>Scotinomys teguina</i>	1358	79
<i>Scotinomys xerampelinus</i>	548	29
<i>Sigmodon toltecus</i>	3614	278
<i>Sturnira hondurensis</i>	1519	19
<i>Sturnira mordax</i>	206	30
<i>Sylvilagus dicei</i>	22	5
<i>Tapirus bairdii</i>	760	153
<i>Transandinomys bolivaris</i>	202	16
<i>Tylomys watsoni</i>	116	17
<i>Vampyressa nymphaea</i>	417	23
<i>Vampyrodes major</i>	52	16
Total	47284	4326

Plantas	Registros GBIF	Registros depurados
<i>Abarema idiopoda</i>	232	69
<i>Albidella nymphaeifolia</i>	93	19
<i>Albizia leucocalyx</i>	33	10
<i>Alfaroa mexicana</i>	111	35
<i>Ampelocera hottlei</i>	260	99
<i>Amphitecna breedlovei</i>	65	29
<i>Amphitecna macrophylla</i>	65	22
<i>Amphitecna montana</i>	84	29
<i>Amphitecna regalis</i>	44	22
<i>Amphitecna silvicola</i>	43	20
<i>Amphitecna steyermarkii</i>	21	8
<i>Amphitecna tuxtensis</i>	122	51
<i>Androlepis skinneri</i>	167	66
<i>Annona liebmanniana</i>	46	23
<i>Annona spraguei</i>	100	36
<i>Anthurium faustomirandae</i>	17	11
<i>Anthurium flexile</i>	512	271
<i>Anthurium huixtlense</i>	241	130
<i>Anthurium pittieri</i>	143	143
<i>Anthurium podophyllum</i>	104	49
<i>Anthurium protensum</i>	247	102

<i>Anthurium titanium</i>	75	25
<i>Anthurium verapazense</i>	113	59
<i>Aphelandra heydeana</i>	42	10
<i>Aphelandra sinclairiana</i>	320	88
<i>Aphelandra speciosa</i>	36	12
<i>Aphelandra wendtii</i>	44	11
<i>Arachnothryx tuxtlensis</i>	47	14
<i>Aristolochia arborea</i>	133	26
<i>Aristolochia asclepiadifolia</i>	41	7
<i>Aristolochia ovalifolia</i>	126	60
<i>Aristolochia veracruzana</i>	13	6
<i>Astrocaryum alatum</i>	54	54
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	261	84
<i>Bactris mexicana</i>	325	116
<i>Begonia bettinae</i>	15	5
<i>Begonia convallariodora</i>	585	191
<i>Begonia heydei</i>	107	36
<i>Begonia imperialis</i>	49	10
<i>Begonia lynceorum</i>	11	5
<i>Begonia peltata</i>	135	20
<i>Begonia philodendroides</i>	33	13
<i>Begonia purpusii</i>	41	10
<i>Begonia pustulata</i>	91	25
<i>Begonia sericoneura</i>	569	198
<i>Begonia sousae</i>	28	6
<i>Begonia strigillosa</i>	156	45
<i>Begonia thiemei</i>	68	17
<i>Begonia trichosepala</i>	37	8
<i>Begonia violifolia</i>	32	8
<i>Begonia yunckeri</i>	100	37
<i>Berberis volcania</i>	138	38
<i>Bravaisia grandiflora</i>	54	12
<i>Brunellia costaricensis</i>	56	56
<i>Burmeistera virescens</i>	56	11
<i>Calliandra belizensis</i>	73	42
<i>Cameraria latifolia</i>	408	147
<i>Capparidastrum discolor</i>	360	143
<i>Carlowrightia myriantha</i>	77	46
<i>Catopsis juncifolia</i>	57	26
<i>Catopsis minimiflora</i>	32	10
<i>Catopsis montana</i>	62	27
<i>Catopsis wangerinii</i>	146	70
<i>Catopsis wawraea</i>	27	11
<i>Ceratozamia euryphyllidia</i>	54	8
<i>Chamaedorea elegans</i>	571	190
<i>Chamaedorea metallica</i>	91	24
<i>Chamaedorea oblongata</i>	4970	270
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	3603	162

<i>Chamaedorea tepejilote</i>	1037	325
<i>Chrysochlamys nicaraguensis</i>	95	95
<i>Cibotium schiedeii</i>	281	13
<i>Citharexylum kerberi</i>	14	7
<i>Cojoba graciliflora</i>	463	173
<i>Colubrina johnstonii</i>	61	13
<i>Conostegia setosa</i>	167	167
<i>Costus dirzoi</i>	102	16
<i>Crossopetalum gaumeri</i>	300	149
<i>Cynometra hemitomophylla</i>	35	35
<i>Cynometra retusa</i>	319	113
<i>Daphnopsis megacarpa</i>	94	25
<i>Dendropanax gonatopodus</i>	176	64
<i>Dendropanax hondurensis</i>	23	9
<i>Dendropanax pallidus</i>	30	18
<i>Desmopsis erythrocarpa</i>	46	23
<i>Desmopsis schippii</i>	350	164
<i>Dieffenbachia oerstedii</i>	883	399
<i>Dorstenia uxpanapa</i>	15	8
<i>Dracontium soconuscum</i>	56	18
<i>Elaphoglossum valdespinoi</i>	15	15
<i>Erblichia odorata</i>	411	138
<i>Eugenia inirebensis</i>	44	12
<i>Eugenia sotoesparzae</i>	19	6
<i>Eugenia uxpanapensis</i>	18	6
<i>Fridericia podopogon</i>	235	121
<i>Furcraea cabuya</i>	284	32
<i>Gaussia maya</i>	272	34
<i>Goepertia allenii</i>	28	30
<i>Gonolobus chiapensis</i>	28	10
<i>Gonolobus cteniophorus</i>	183	75
<i>Gonolobus stenanthus</i>	70	32
<i>Greigia van-hyningii</i>	31	8
<i>Guatteria anomala</i>	118	57
<i>Guatteria dolichopoda</i>	480	123
<i>Guzmania nicaraguensis</i>	204	90
<i>Handroanthus guayacan</i>	57	157
<i>Heliconia bourgaeana</i>	145	57
<i>Heliconia mariae</i>	201	74
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	966	411
<i>Hernandia didymantha</i>	80	80
<i>Hoffmannia minuticarpa</i>	27	9
<i>Ilex belizensis</i>	88	36
<i>Ilex costaricensis</i>	182	46
<i>Ilex liebmannii</i>	80	10
<i>Inga sinacae</i>	103	8
<i>Juniperus standleyi</i>	12	12
<i>Lepidagathis chiapensis</i>	30	12

<i>Lonchocarpus castilloi</i>	402	148
<i>Louteridium mexicanum</i>	147	71
<i>Louteridium parayi</i>	63	33
<i>Machaerium seemannii</i>	368	171
<i>Maianthemum gigas</i>	240	106
<i>Mandevilla villosa</i>	145	52
<i>Marsdenia laxiflora</i>	131	78
<i>Marsdenia popoluca</i>	11	5
<i>Marsdenia schlechteriana</i>	35	10
<i>Marsdenia steyermarkii</i>	18	9
<i>Matelea belizensis</i>	94	44
<i>Matelea campechiana</i>	233	105
<i>Matelea crassifolia</i>	68	24
<i>Matelea gentlei</i>	159	69
<i>Matelea guatemalensis</i>	33	12
<i>Matelea pusilliflora</i>	14	10
<i>Matelea velutinoides</i>	20	6
<i>Maytenus belizensis</i>	35	17
<i>Maytenus chiapensis</i>	74	10
<i>Maytenus purpusii</i>	22	7
<i>Mendoncia lindavii</i>	51	13
<i>Mendoncia retusa</i>	374	137
<i>Metastelma thalamosiphon</i>	47	21
<i>Metopium brownei</i>	1638	397
<i>Miconia argentea</i>	1032	381
<i>Mirandea sylvatica</i>	73	33
<i>Monstera acacoyaguensis</i>	55	14
<i>Monstera punctulata</i>	78	44
<i>Monstera tuberculata</i>	246	115
<i>Caphexandra heydeana</i>	75	20
<i>Mosannonna depressa</i>	533	175
<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	478	208
<i>Mucuna argyrophylla</i>	344	153
<i>Muhlenbergia laxa</i>	12	5
<i>Odontonema albiflorum</i>	85	43
<i>Odontonema hondurensis</i>	123	47
<i>Olmediella betschleriana</i>	43	43
<i>Oreopanax geminatus</i>	66	23
<i>Oreopanax guatemalensis</i>	356	190
<i>Oreopanax platyphyllum</i>	18	7
<i>Ormosia velutina</i>	44	16
<i>Orthosia glaberrima</i>	172	90
<i>Orthosia misera</i>	31	12
<i>Pariana strigosa</i>	9	9
<i>Parmentiera parviflora</i>	17	7
<i>Peltogyne purpurea</i>	31	31
<i>Persea schiedeana</i>	671	195
<i>Philodendron advena</i>	186	104

<i>Philodendron aurantiifolium</i>	468	248
<i>Philodendron jodavisanum</i>	226	130
<i>Philodendron purulhense</i>	16	12
<i>Philodendron schottii</i>	164	97
<i>Philodendron smithii</i>	216	134
<i>Philodendron standleyi</i>	126	67
<i>Pinochia peninsularis</i>	31	12
<i>Pitcairnia atrorubens</i>	245	113
<i>Pitcairnia punicea</i>	150	37
<i>Pitcairnia saxicola</i>	32	11
<i>Pitcairnia undulata</i>	45	8
<i>Prestonia longifolia</i>	147	73
<i>Prestonia speciosa</i>	69	16
<i>Prioria copaifera</i>	92	92
<i>Protium confusum</i>	637	247
<i>Protium glabrum</i>	683	265
<i>Protium multiramiflorum</i>	231	77
<i>Pseuderanthemum verapazense</i>	63	33
<i>Quadrella isthmensis</i>	136	37
<i>Quadrella lindeniana</i>	30	13
<i>Quadrella quintanarooensis</i>	12	6
<i>Quercus seemannii</i>	143	143
<i>Rhabdadenia biflora</i>	69	17
<i>Roystonea dunlapiana</i>	35	7
<i>Ruellia harveyana</i>	79	31
<i>Sabal yapa</i>	3544	122
<i>Saurauia cuchumatanensis</i>	57	12
<i>Saurauia kegeliana</i>	250	83
<i>Saurauia madrensis</i>	92	29
<i>Saurauia rubiformis</i>	255	94
<i>Saurauia selerorum</i>	75	23
<i>Saurauia zahlbruckneri</i>	32	14
<i>Selaginella huehuetenangensis</i>	78	78
<i>Spathiphyllum blandum</i>	187	111
<i>Spathiphyllum friedrichsthali</i>	421	182
<i>Spathiphyllum matudae</i>	94	30
<i>Spathiphyllum ortgiesii</i>	88	37
<i>Stenandrium nanum</i>	34	9
<i>Stenandrium subcordatum</i>	26	8
<i>Stenanona stenopetala</i>	47	9
<i>Stenospermation marantifolium</i>	173	79
<i>Stenostephanus gracilis</i>	22	9
<i>Syngonium chiapense</i>	69	44
<i>Syngonium sagittatum</i>	26	11
<i>Syngonium schottianum</i>	146	75
<i>Syngonium steyermarkii</i>	16	5
<i>Tabernaemontana arborea</i>	436	170
<i>Tanaecium caudiculatum</i>	62	38

<i>Thelypteris lanosa</i>	38	10
<i>Thelypteris nicaraguensis</i>	195	195
<i>Tillandsia standleyi</i>	20	7
<i>Tontelea hondurensis</i>	81	38
<i>Tynanthus guatemalensis</i>	261	135
<i>Unonopsis pittieri</i>	317	105
<i>Valeriana prionophylla</i>	249	46
<i>Vitex cooperi</i>	96	96
<i>Vriesea malzinei</i>	38	16
<i>Xylopia bocatorena</i>	349	114
<i>Zamia furfuracea</i>	915	35
<i>Zinowiewia matudae</i>	37	7
<i>Zinowiewia rubra</i>	150	48
<i>Zinowiewia tacanensis</i>	16	13
<i>Zuelania guidonia</i>	845	313
Total	49412	15174

Reptiles	Registros GBIF	Registros depurados
<i>Abronia matudai</i>	50	10
<i>Amastridium veliferum</i>	197	11
<i>Anadia ocellata</i>	55	16
<i>Anolis altae</i>	147	31
<i>Anolis aquaticus</i>	324	13
<i>Anolis barkeri</i>	448	61
<i>Anolis biporcatus</i>	1132	166
<i>Anolis capito</i>	921	121
<i>Anolis carpenteri</i>	65	13
<i>Anolis chloris</i>	292	41
<i>Anolis cobanensis</i>	460	15
<i>Anolis compressicauda</i>	318	27
<i>Anolis cupreus</i>	1429	37
<i>Anolis cuprinus</i>	291	5
<i>Anolis dollfusianus</i>	1612	44
<i>Anolis duellmani</i>	33	9
<i>Anolis frenatus</i>	303	23
<i>Anolis hobartsmithi</i>	76	5
<i>Anolis humilis</i>	2568	102
<i>Anolis laeviventris</i>	907	148
<i>Anolis latifrons</i>	124	19
<i>Anolis lemurinus</i>	2607	303
<i>Anolis limifrons</i>	4747	183
<i>Anolis lionotus</i>	784	22
<i>Anolis matudai</i>	218	34

<i>Anolis petersii</i>	266	61
<i>Anolis purpurescens</i>	21	7
<i>Anolis quaggulus</i>	193	24
<i>Anolis serranoi</i>	829	156
<i>Anolis sminthus</i>	277	18
<i>Anolis tropidogaster</i>	1068	62
<i>Anolis tropidolepis</i>	642	54
<i>Anolis tropidonotus</i>	2539	320
<i>Anolis uniformis</i>	1894	137
<i>Anolis vittigerus</i>	172	17
<i>Anolis wermuthi</i>	29	8
<i>Anolis woodi</i>	123	21
<i>Anolis yoroensis</i>	178	9
<i>Anolis zeus</i>	56	14
<i>Anolis pentaprion</i>	377	28
<i>Anolis pygmaeus</i>	67	17
<i>Anolis rodriguezii</i>	1304	153
<i>Aristelliger georgeensis</i>	318	25
<i>Aspidoscelis cozumela</i>	632	19
<i>Atropoides nummifer</i>	502	34
<i>Basiliscus basiliscus</i>	2134	149
<i>Basiliscus plumifrons</i>	752	77
<i>Bothriechis bicolor</i>	83	9
<i>Bothriechis lateralis</i>	233	32
<i>Bothriechis marchi</i>	73	7
<i>Bothriechis nigroviridis</i>	88	11
<i>Bothriechis schlegelii</i>	1144	131
<i>Bothrops asper</i>	3154	531
<i>Bothrops punctatus</i>	91	18
<i>Celestus cyanochloris</i>	13	6
<i>Celestus enneagrammus</i>	165	22
<i>Celestus rozellae</i>	64	15
<i>Cerrophidion godmani</i>	1075	72
<i>Chersodromus liebmanni</i>	148	22
<i>Chironius grandisquamis</i>	211	67
<i>Claudius angustatus</i>	329	54
<i>Clelia scytalina</i>	136	48
<i>Coleonyx mitratus</i>	196	11
<i>Coniophanes bipunctatus</i>	242	59
<i>Coniophanes imperialis</i>	1293	234
<i>Coniophanes meridanus</i>	60	18
<i>Coniophanes quinquevittatus</i>	105	19
<i>Coniophanes schmidtii</i>	133	22
<i>Corallus annulatus</i>	148	18
<i>Corytophanes cristatus</i>	988	147
<i>Corytophanes percarinatus</i>	185	13
<i>Corytophanes hernandesii</i>	737	177
<i>Crocodylus moreletii</i>	3929	396

<i>Dendrophidion paucicarinatum</i>	83	23
<i>Dendrophidion percarinatum</i>	281	58
<i>Dendrophidion vinitor</i>	151	27
<i>Dermatemys mawii</i>	338	36
<i>Diploglossus bilobatus</i>	135	24
<i>Diploglossus monotropis</i>	144	25
<i>Dipsas bicolor</i>	25	7
<i>Dipsas brevifacies</i>	345	111
<i>Drymobius melanotropis</i>	17	9
<i>Echinosaura apodema</i>	31	5
<i>Echinosaura panamensis</i>	43	5
<i>Enuliophis sclateri</i>	74	17
<i>Enyalioides heterolepis</i>	390	43
<i>Erythrolamprus bizona</i>	634	49
<i>Erythrolamprus mimus</i>	198	23
<i>Ficimia olivacea</i>	138	37
<i>Ficimia variegata</i>	27	12
<i>Geophis cancellatus</i>	49	8
<i>Geophis carinosus</i>	80	22
<i>Geophis godmani</i>	65	6
<i>Geophis hoffmanni</i>	278	50
<i>Geophis immaculatus</i>	57	9
<i>Geophis nasalis</i>	2764	17
<i>Geophis rhodogaster</i>	272	5
<i>Geophis ruthveni</i>	13	7
<i>Geophis semidoliatus</i>	1206	56
<i>Geophis zeledoni</i>	38	8
<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	763	38
<i>Holcosus festivus</i>	2521	196
<i>Holcosus leptophrys</i>	517	36
<i>Holcosus quadrilineatus</i>	875	40
<i>Hydromorphus concolor</i>	67	14
<i>Imantodes inornatus</i>	127	35
<i>Kinosternon acutum</i>	173	31
<i>Kinosternon creaseri</i>	184	33
<i>Kinosternon herrerae</i>	274	75
<i>Kinosternon leucostomum</i>	2709	248
<i>Lachesis stenophrys</i>	70	8
<i>Laemanctus longipes</i>	238	48
<i>Laemanctus serratus</i>	573	104
<i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i>	355	33
<i>Lepidoblepharis xanthostigma</i>	782	91
<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	1366	205
<i>Lepidophyma lipetzi</i>	30	7
<i>Lepidophyma pajapanensis</i>	179	50
<i>Lepidophyma reticulatum</i>	27	10
<i>Lepidophyma tuxtlae</i>	441	103
<i>Leposoma southi</i>	283	38

<i>Leptodeira frenata</i>	401	91
<i>Leptophis depressirostris</i>	183	27
<i>Leptophis mexicanus</i>	1661	296
<i>Leptophis modestus</i>	57	6
<i>Leptophis nebulosus</i>	36	12
<i>Liotyphlops albirostris</i>	247	22
<i>Marisora unimarginata</i>	231	21
<i>Mastigodryas dorsalis</i>	172	19
<i>Mesaspis monticola</i>	488	65
<i>Micrurus alleni</i>	97	23
<i>Micrurus elegans</i>	193	51
<i>Micrurus limbatus</i>	96	27
<i>Micrurus nigrocinctus</i>	1540	73
<i>Micrurus diastema</i>	1102	167
<i>Ninia espinali</i>	50	8
<i>Ninia maculata</i>	407	57
<i>Ninia psephota</i>	81	21
<i>Ninia sebae</i>	5886	365
<i>Ninia diademata</i>	1801	212
<i>Nothopsis rugosus</i>	75	17
<i>Oxybelis brevirostris</i>	376	74
<i>Phyllodactylus palmeus</i>	85	6
<i>Plestiodon sumichrasti</i>	275	101
<i>Pliocercus euryzonus</i>	208	31
<i>Porthidium lansbergii</i>	812	21
<i>Porthidium nasutum</i>	661	98
<i>Pseudelaphe flavirufa</i>	180	67
<i>Ptychoglossus festae</i>	79	6
<i>Ptychoglossus plicatus</i>	156	26
<i>Rhadinaea calligaster</i>	73	21
<i>Rhadinaea forbesi</i>	33	15
<i>Rhadinaea godmani</i>	171	19
<i>Rhadinaea hempsteadae</i>	64	9
<i>Rhadinaea montecristi</i>	48	7
<i>Rhadinaea pulveriventris</i>	13	6
<i>Rhadinaea schistosa</i>	30	5
<i>Rhadinaea decorata</i>	776	193
<i>Rhadinella hannsteini</i>	186	6
<i>Rhadinella lachrymans</i>	219	28
<i>Rhadinella serperaster</i>	31	5
<i>Rhinobothryum bovallii</i>	71	14
<i>Rhinoclemmys annulata</i>	284	37
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	644	85
<i>Rhinoclemmys funerea</i>	359	31
<i>Rhinoclemmys melanosterna</i>	298	23
<i>Sceloporus malachiticus</i>	2348	139
<i>Sceloporus smaragdinus</i>	1541	56
<i>Sceloporus teapensis</i>	1519	81

<i>Sceloporus internasalis</i>	262	61
<i>Scincella incerta</i>	224	15
<i>Scincella cherriei</i>	2223	311
<i>Scincella gemmingeri</i>	655	146
<i>Scolecophis atrocinctus</i>	73	9
<i>Sibon annulatus</i>	51	7
<i>Sibon longifrenis</i>	28	10
<i>Sibon sanniola</i>	121	23
<i>Sibon dimidiatus</i>	139	33
<i>Sphaerodactylus graptolaemus</i>	10	5
<i>Sphaerodactylus homolepis</i>	103	16
<i>Sphaerodactylus lineolatus</i>	403	15
<i>Sphaerodactylus millepunctatus</i>	344	40
<i>Staurotypus triporcatus</i>	456	77
<i>Stenorrhina degenhardtii</i>	846	138
<i>Symphimus mayae</i>	459	26
<i>Tantilla alticola</i>	36	8
<i>Tantilla jani</i>	39	13
<i>Tantilla reticulata</i>	37	12
<i>Tantilla schistosa</i>	191	48
<i>Tantilla slavensi</i>	20	7
<i>Tantilla supracincta</i>	32	9
<i>Tantillita lintoni</i>	80	24
<i>Thamnophis fulvus</i>	588	34
<i>Thamnophis sumichrasti</i>	226	26
<i>Tretanorhinus nigroluteus</i>	397	35
<i>Trimetopon gracile</i>	24	11
<i>Trimetopon pliolepis</i>	45	6
<i>Tropidodipsas fasciata</i>	100	14
<i>Tropidodipsas fischeri</i>	377	29
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	545	165
<i>Ungaliophis panamensis</i>	28	5
<i>Urotheca decipiens</i>	36	14
<i>Urotheca fulviceps</i>	48	9
<i>Urotheca guentheri</i>	44	17
<i>Urotheca pachyura</i>	20	5
Total	105588	11383

Anexo 2. Umbral de decisión

Especies	Percentiles 10% de corte
Área 1	
<i>Gonolobus stenanthus</i>	0.4162

<i>Matelea crassifolia</i>	0.2282
Área 2	
<i>Dipsas brevifacies</i>	0.2423
<i>Symphimus mayae</i>	0.5126
Área 3	
<i>Crossopetalum gaumeri</i>	0.3838
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	0.1218
Área 4	
<i>Chersodromus liebmanni</i>	0.7557
<i>Cibotium schiedeii</i>	0.4891
<i>Craugastor spatulatus</i>	0.5043
<i>Charadrahyla taeniopus</i>	0.4184
<i>Eugenia inirebensis</i>	0.6352
<i>Geophis semidoliatus</i>	0.362
<i>Megastomatohyla mixomaculata</i>	0.3278
<i>Pseudoeurycea lineola</i>	0.6693
<i>Rhadinaea forbesi</i>	0.3396
<i>Thorius pennatulus</i>	0.3002
Área 5	
<i>Inga sinacae</i>	0.3456
<i>Lepidophyma pajapanensis</i>	0.2943
Área 6	
<i>Anolis hobartsmithi</i>	0.5233
<i>Begonia violifolia</i>	0.541
<i>Craugastor palenque</i>	0.5639
<i>Plectrohyla ixil</i>	0.7767
Área 7	
<i>Amazona xantholora</i>	0.2322
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	0.0744
Área 8	
<i>Anolis matudai</i>	0.6086
<i>Anthurium titanium</i>	0.2999
<i>Bolitoglossa franklini</i>	0.3581
<i>Craugastor matudai</i>	0.3966
<i>Incilius bocourti</i>	0.3279
Área 9	
<i>Begonia trichosepala</i>	0.4759
<i>Matelea guatemalensis</i>	0.3425
<i>Saurauia cuchumatanaensis</i>	0.5677
Área 10	
<i>Agalychnis lémur</i>	0.3537
<i>Bolitoglossa subpalmata</i>	0.082
<i>Craugastor andi</i>	0.4959

<i>Craugastor escoces</i>	0.1671
<i>Cryptotis orophila</i>	0.3742
<i>Geophis ruthveni</i>	0.5542
<i>Isthmohyla angustilineata</i>	0.4354
<i>Nototriton picadoi</i>	0.5585
<i>Orthogeomys heterodus</i>	0.5604
Área 11	
<i>Agalychnis annae</i>	0.4211
<i>Atelopus varius</i>	0.1808
<i>Anolis woodi</i>	0.4681
<i>Craugastor fleischmanni</i>	0.1612
<i>Cryptotis gracilis</i>	0.2835
<i>Craugastor underwoodi</i>	0.4652
<i>Lithobates vibicarius</i>	0.1139
<i>Mesaspis monticola</i>	0.129
<i>Ninia psephota</i>	0.463
<i>Oedipina uniformis</i>	0.2055
<i>Phyllobates lugubris</i>	0.4203
<i>Rhadinaea calligaster</i>	0.2729
<i>Reithrodontomys creper</i>	0.089
<i>Sylvilagus dicei</i>	0.6119
<i>Trimetopon pliolepis</i>	0.5822
Área 12	
<i>Abronia matudai</i>	0.4072
<i>Amphitecna montana</i>	0.5331
<i>Bolitoglossa flavimembris</i>	0.3491
<i>Begonia purpusii</i>	0.3623
<i>Geophis cancellatus</i>	0.3424
<i>Geophis immaculatus</i>	0.3736
<i>Geophis nasalis</i>	0.2521
<i>Rhadinella hannsteini</i>	0.6961
<i>Syngonium steyermarkii</i>	0.4472
Área 13	
<i>Anolis duellmani</i>	0.2522
<i>Arachnothryx tuxtensis</i>	0.2997
<i>Aristolochia veracruzana</i>	0.3662
<i>Daphnopsis megacarpa</i>	0.3283
<i>Eugenia sotoesparzae</i>	0.5428
<i>Ecnomiohyla valancifer</i>	0.3206
<i>Hoffmannia minuticarpa</i>	0.1895
<i>Incilius cavifrons</i>	0.3533
<i>Micrurus limbatus</i>	0.4206
<i>Pseudoeurycea werleri</i>	0.1443

Anexo 3. Mapas de los modelos de distribución de especies a partir de MaxEnt.

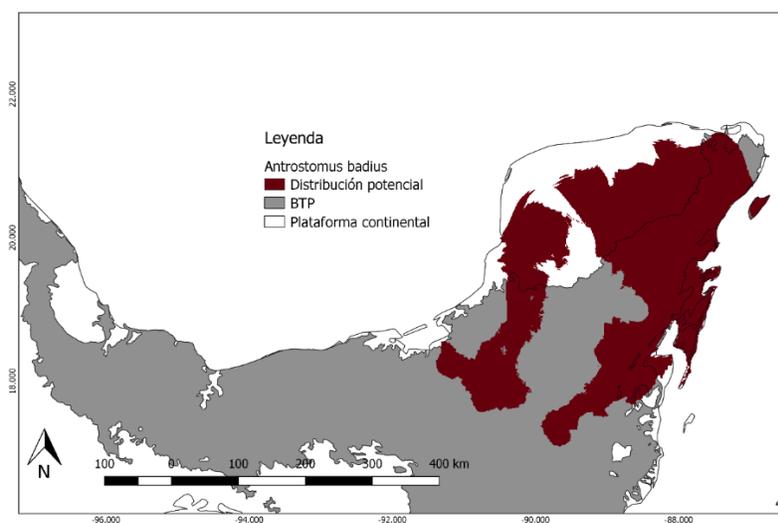


Figura 1. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Antrostomus badius*.

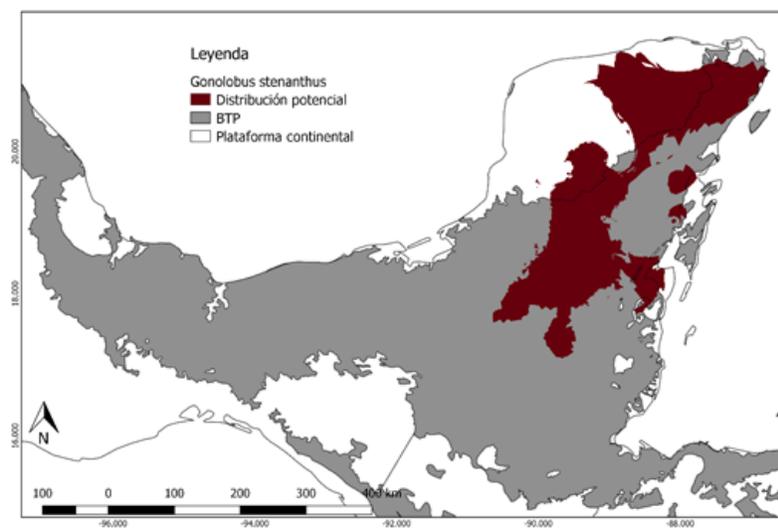


Figura 2. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Gonolobus stenanthus*.

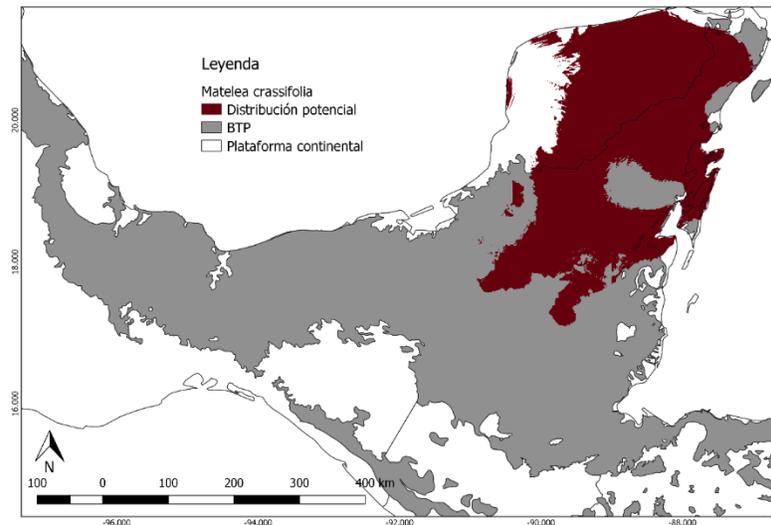


Figura 3. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Matelea crassifolia*.

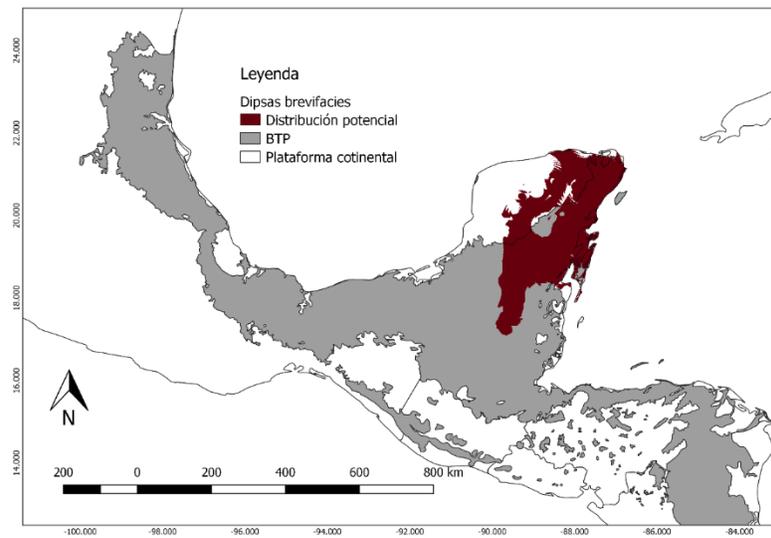


Figura 4. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Dipsas brevifacies*.

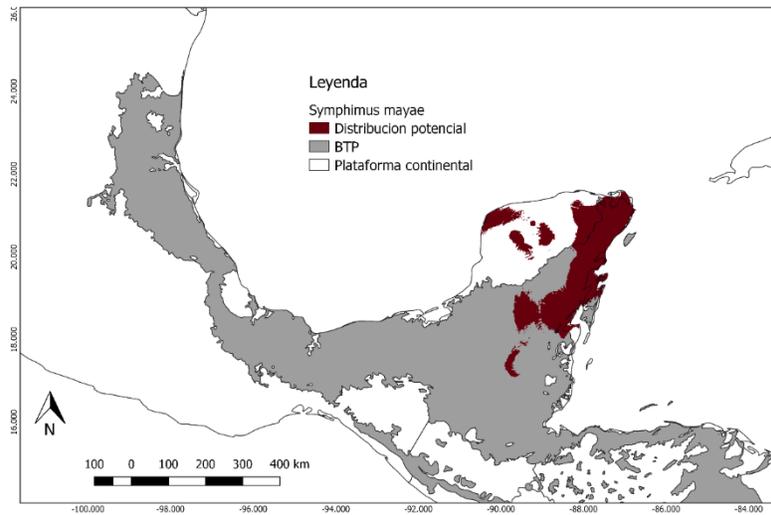


Figura 5. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Symphimus mayae*.

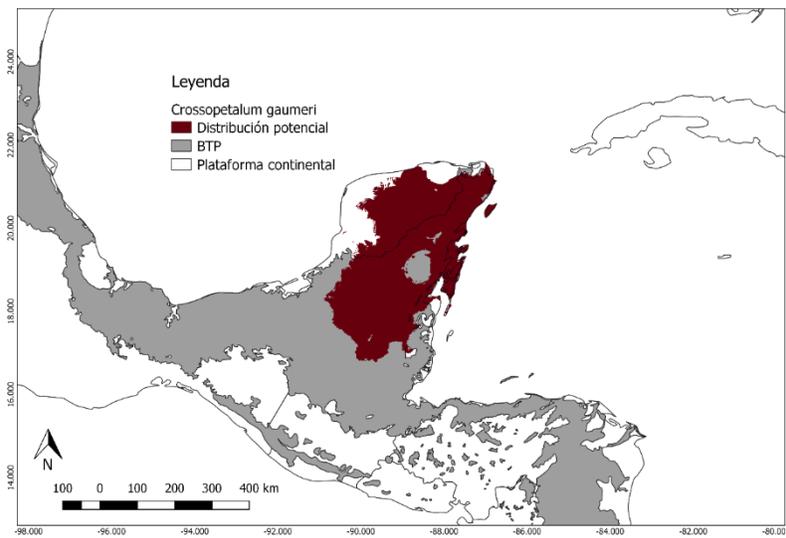


Figura 6. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Crossopetalum gaumeri*.

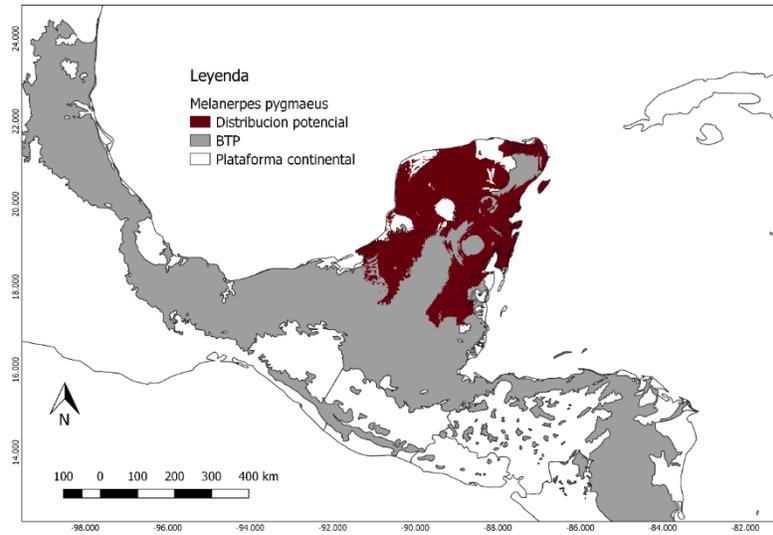


Figura 7. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Melanerpes pygmaeus*.

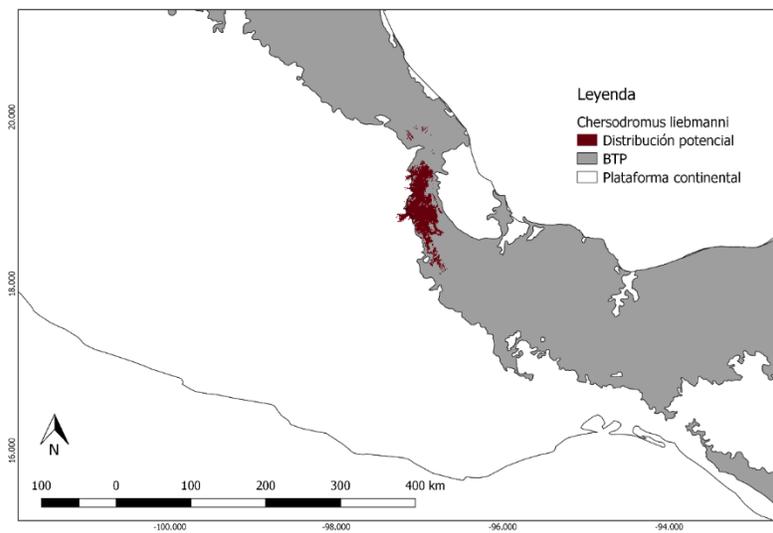


Figura 8. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Chersodromus liebmanni*.

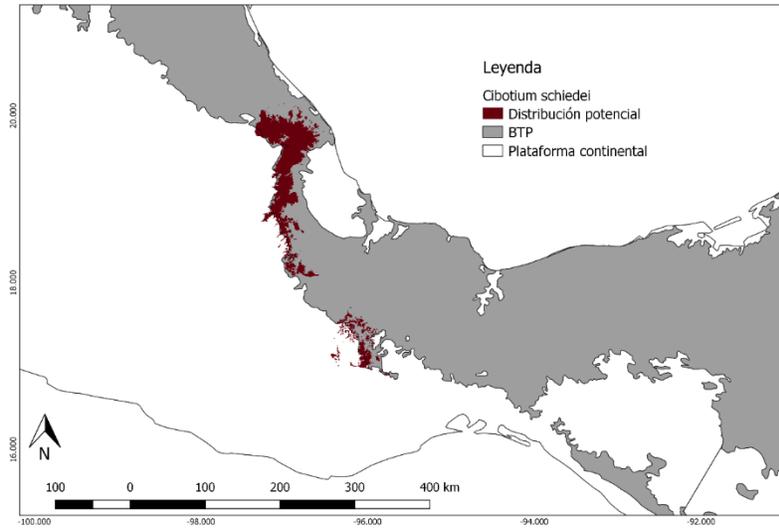


Figura 9. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Cibotium schiedei*.

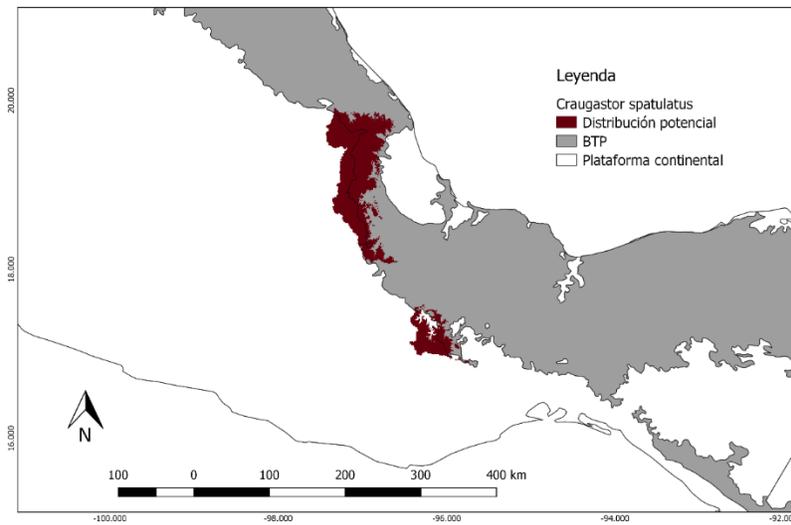


Figura 10. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Craugastor spatulatus*.

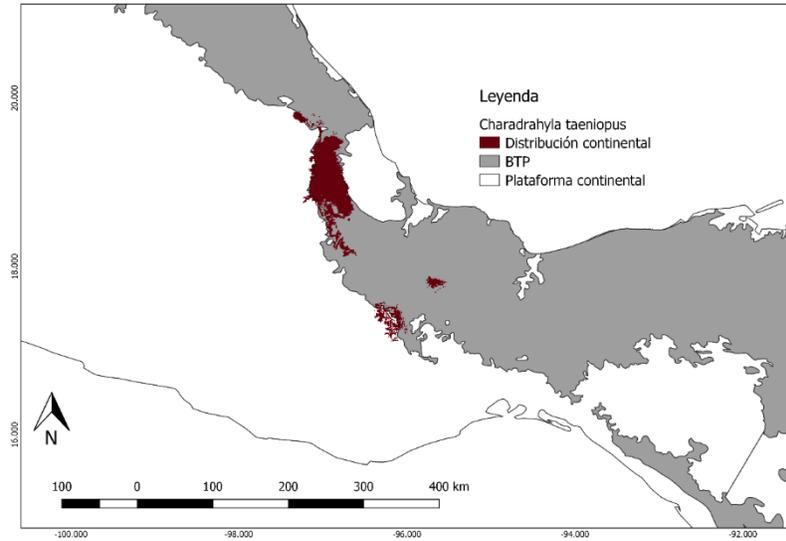


Figura 11. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Charadrahyla taeniopus*.

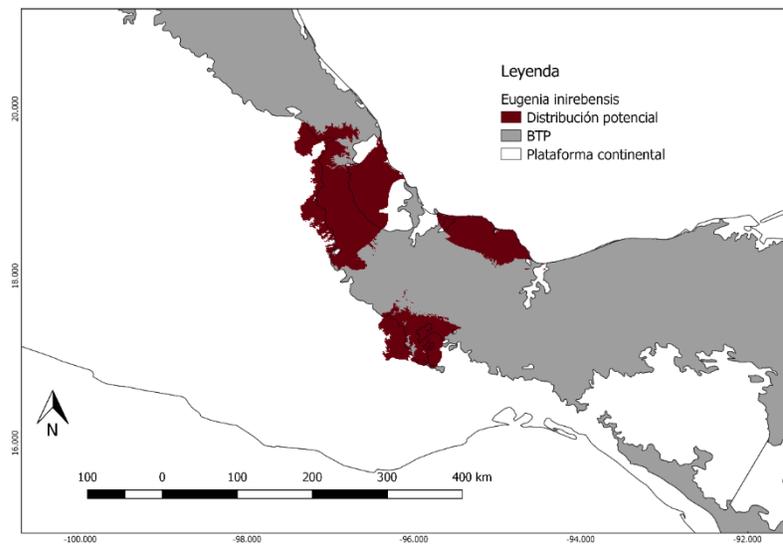


Figura 12. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Eugenia inirebensis*.

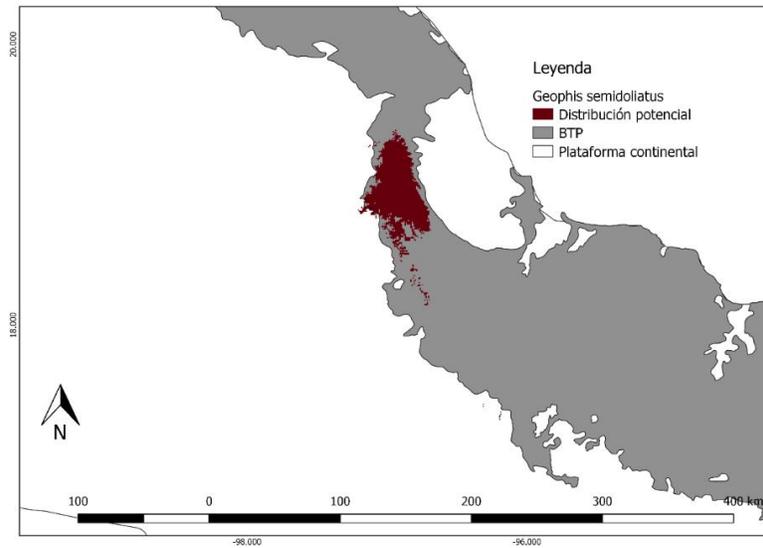


Figura 13. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Geophis semidoliatus*.

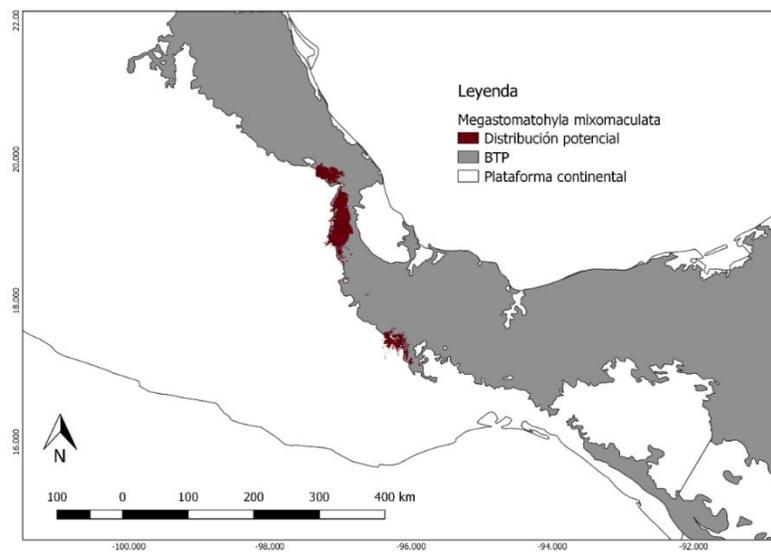


Figura 14. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Megastomathyla mixomaculata*.

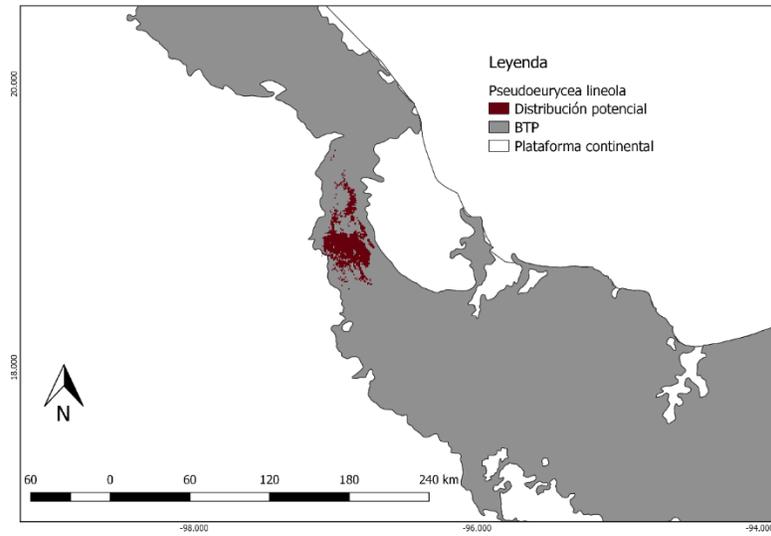


Figura 15. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Pseudoeurycea lineola*.

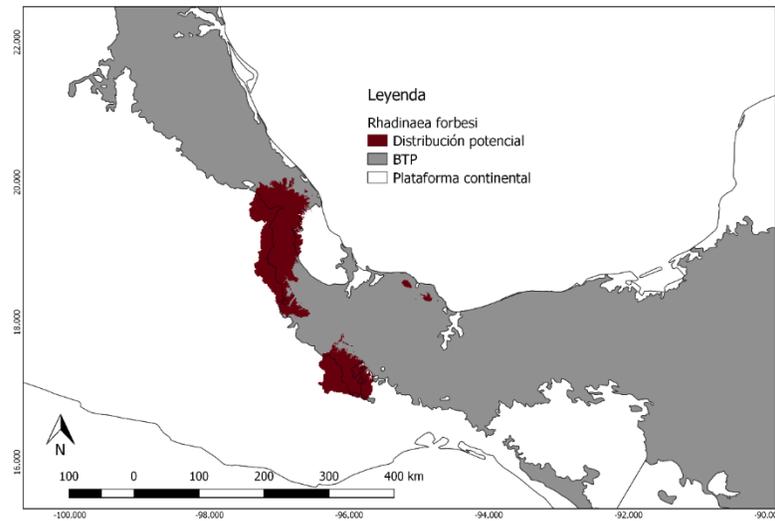


Figura 16. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Rhadinaea forbesi*.

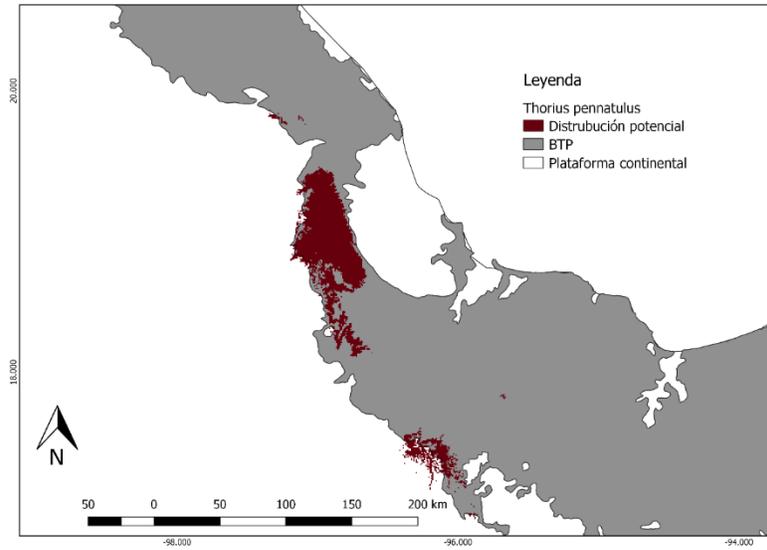


Figura 17. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Thorius pennatulus*.

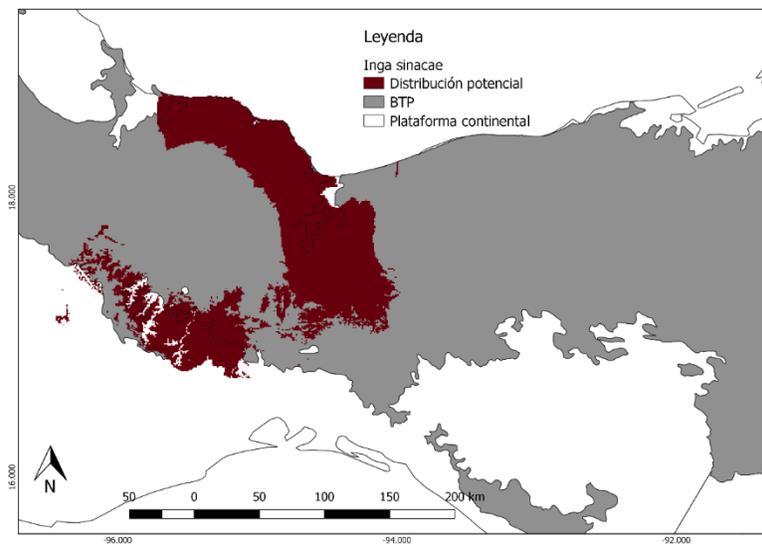


Figura 18. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Inga sinacae*.

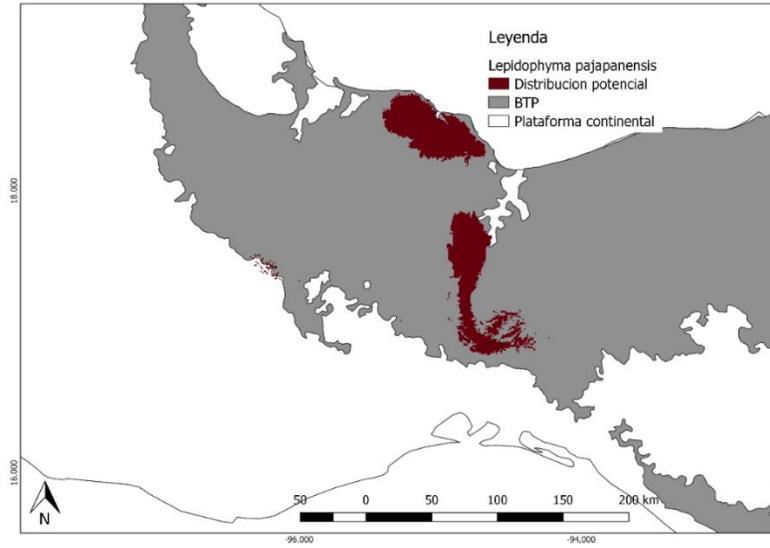


Figura 19. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Lepidophyma pajapanensis*.

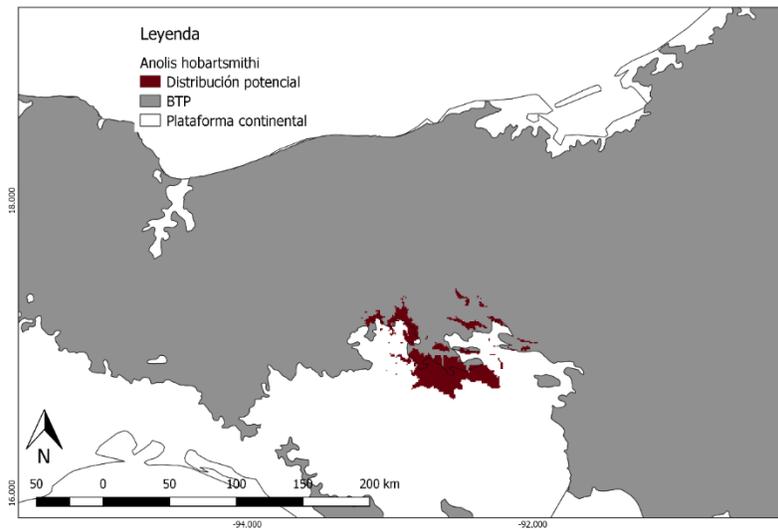


Figura 20. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Anolis hobartsmithi*.

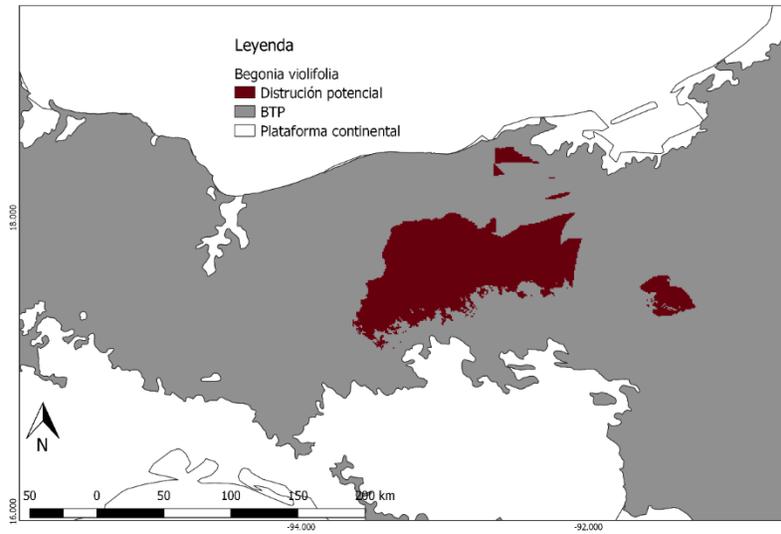


Figura 21. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Begonia violifolia*.

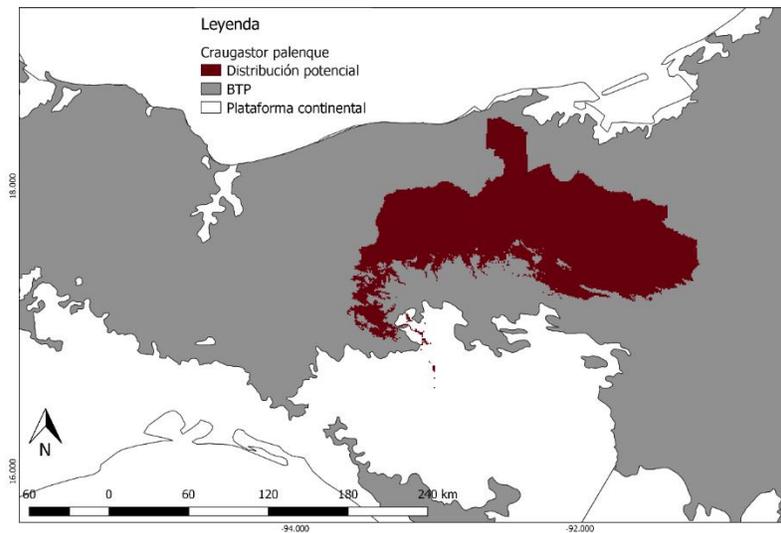


Figura 22. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Craugastor palenque*.

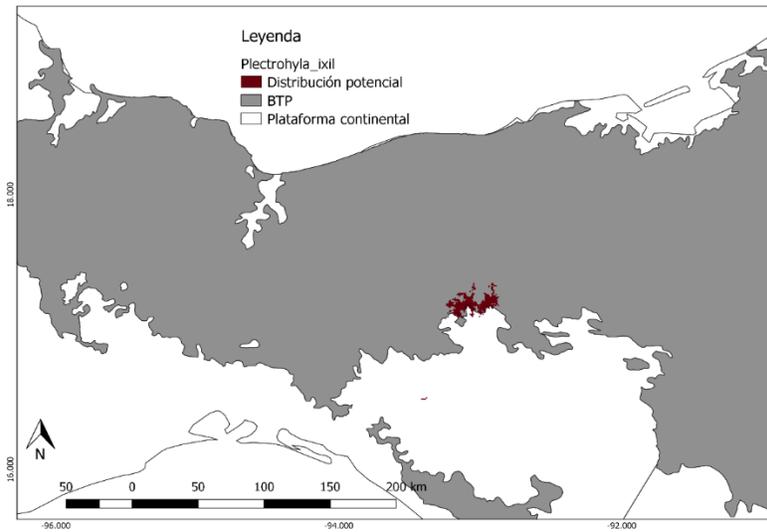


Figura 23. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Plectrohyla ixil*.

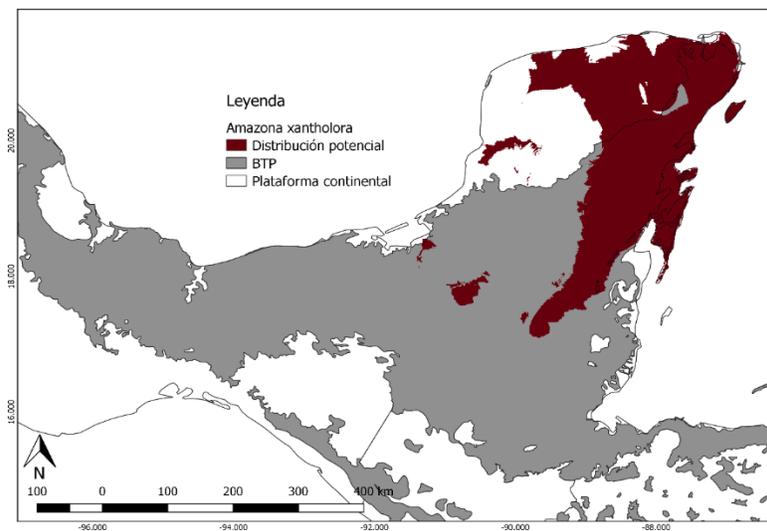


Figura 24. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Amazona xantholora*.

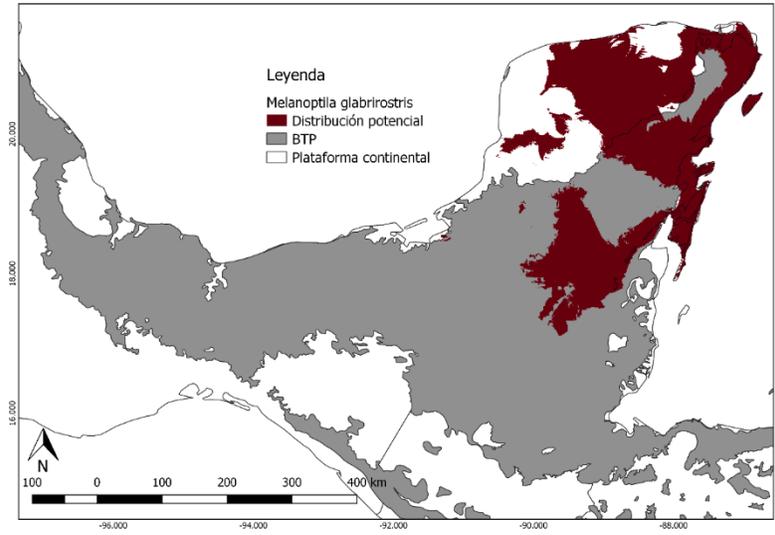


Figura 25. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Melanoptila glabrirostris*.

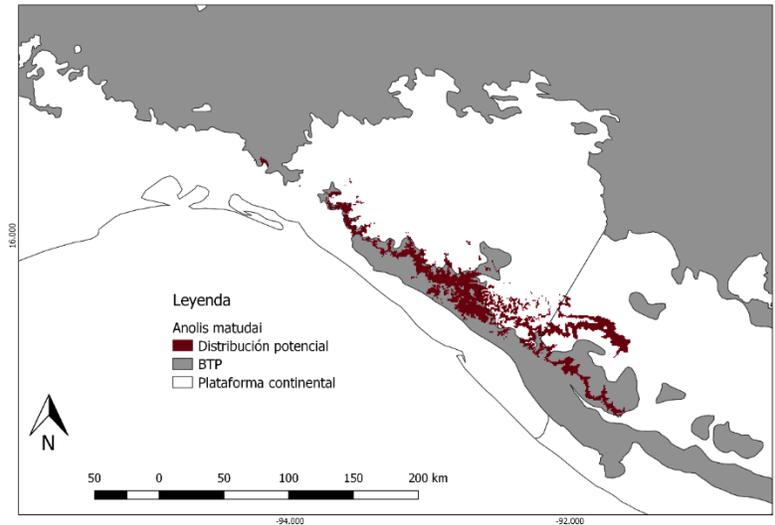


Figura 26. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Anolis matudai*.

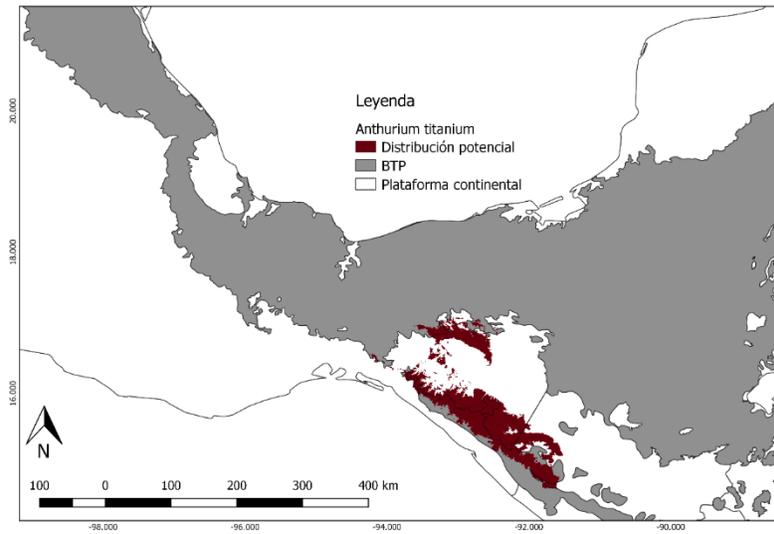


Figura 27. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Anthurium titanium*.

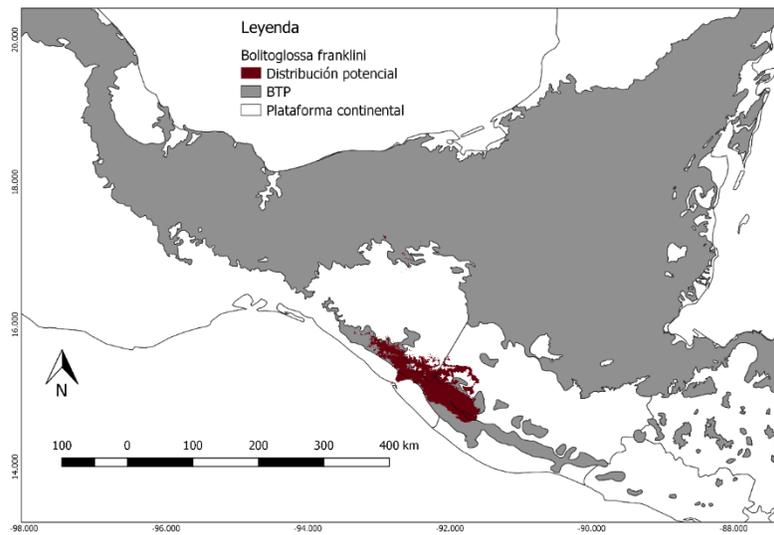


Figura 28. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Bolitoglossa franklini*.

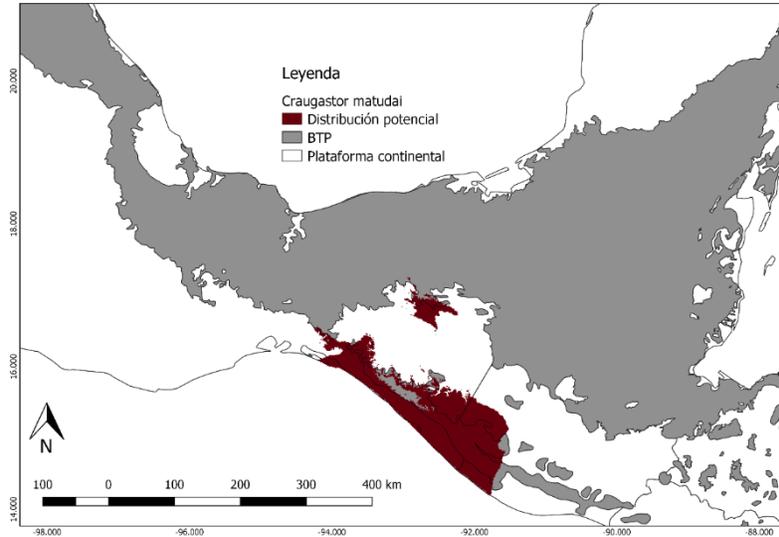


Figura 29. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Craugastor matudai*.

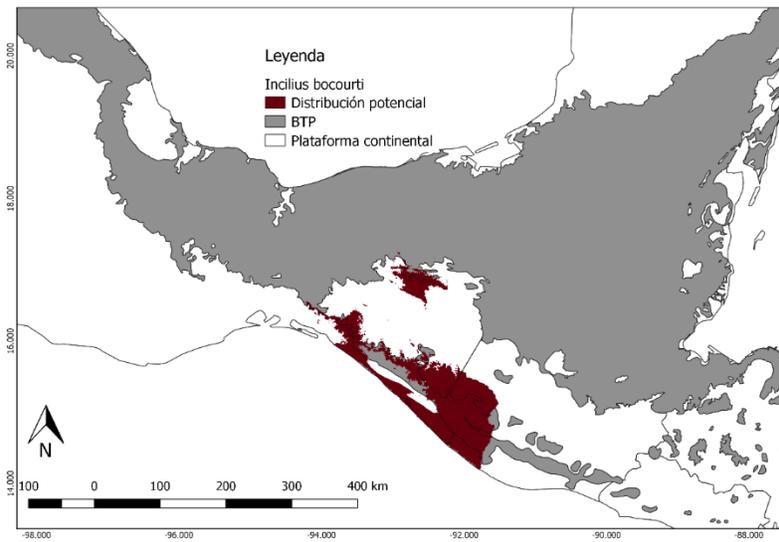


Figura 30. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Incilius bocourti*.

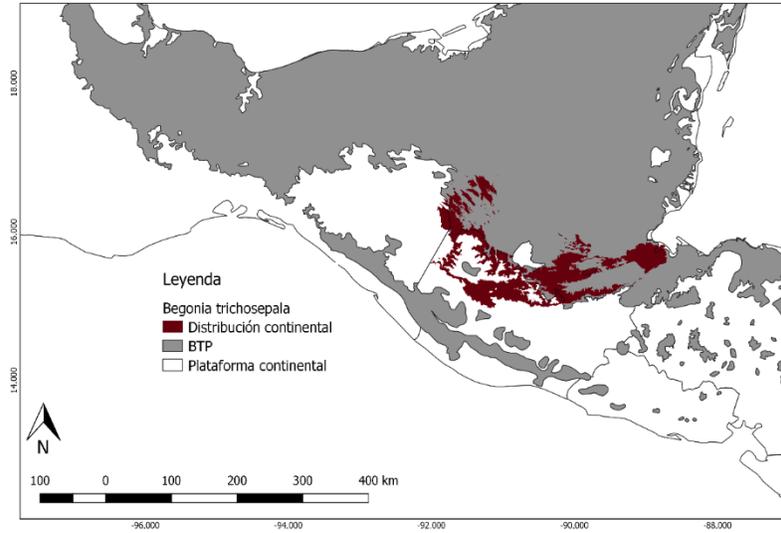


Figura 31. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Begonia trichosepala*.

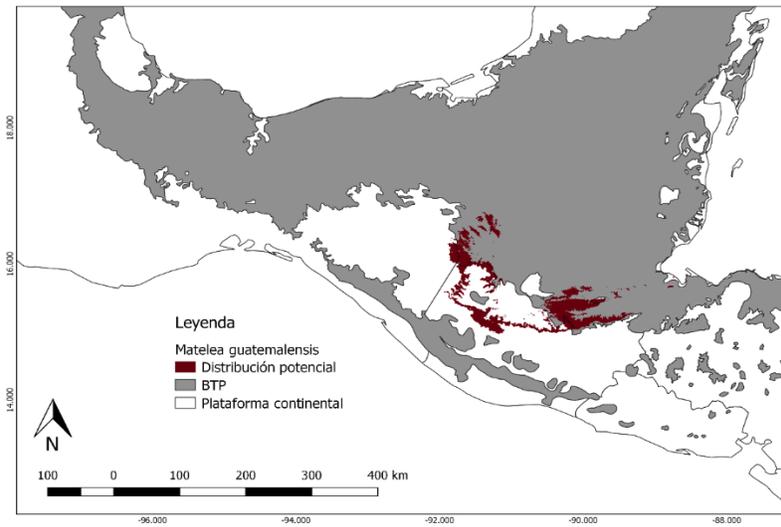


Figura 32. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Matelea guatemalensis*.

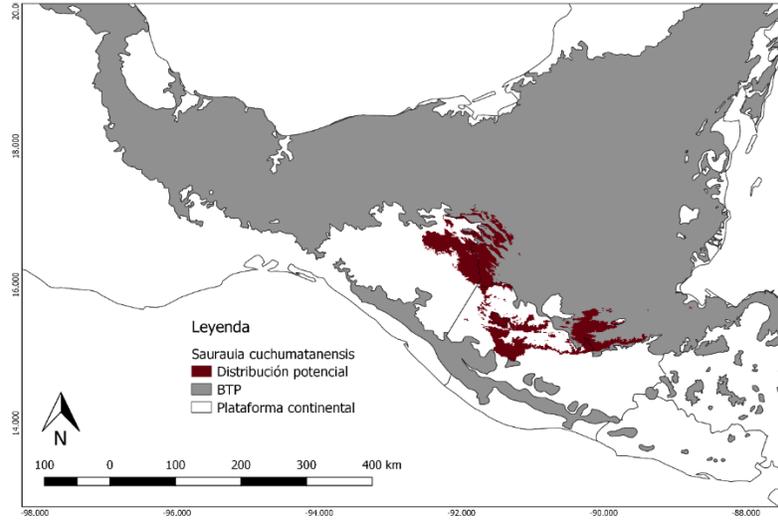


Figura 33. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Saurauia cuchumatanensis*.

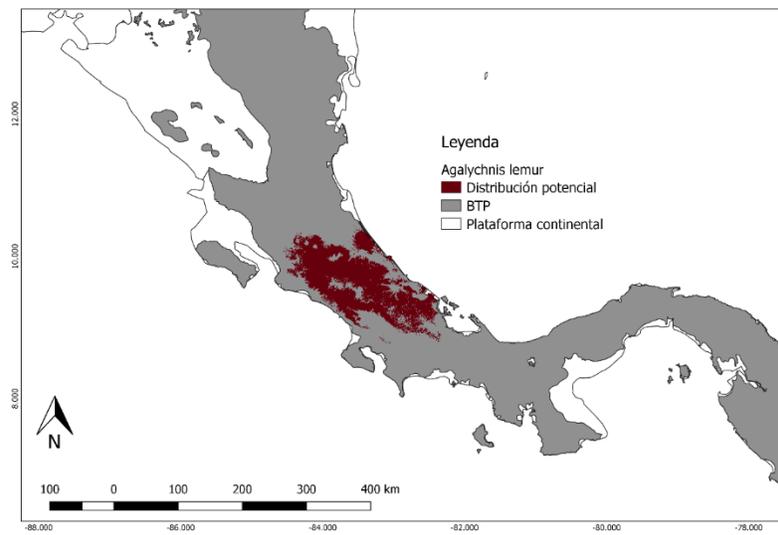


Figura 34. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Agalychnis lemur*.

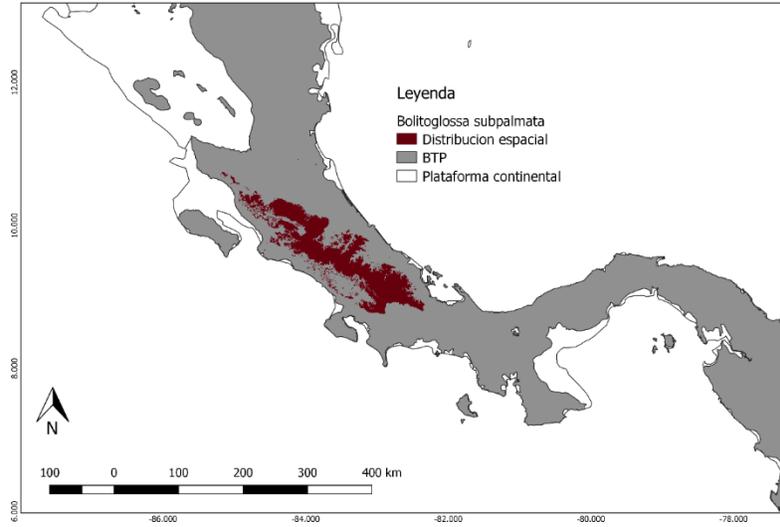


Figura 35. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Bolitoglossa subpalmata*.

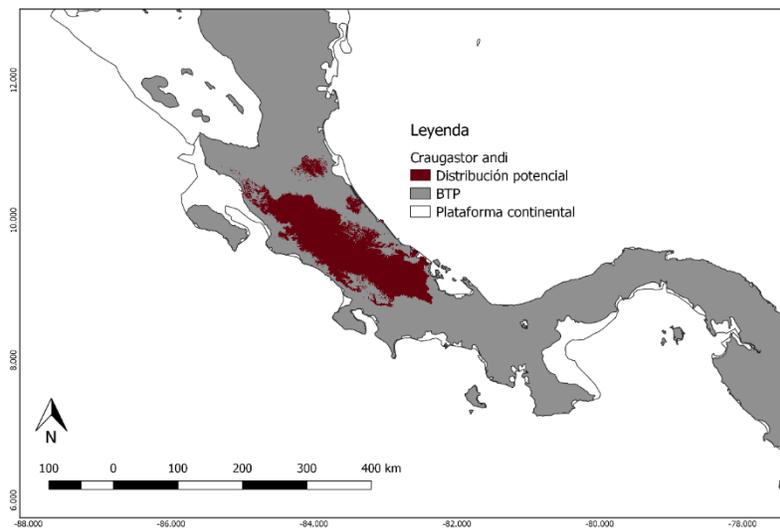


Figura 36. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Craugastor andi*.

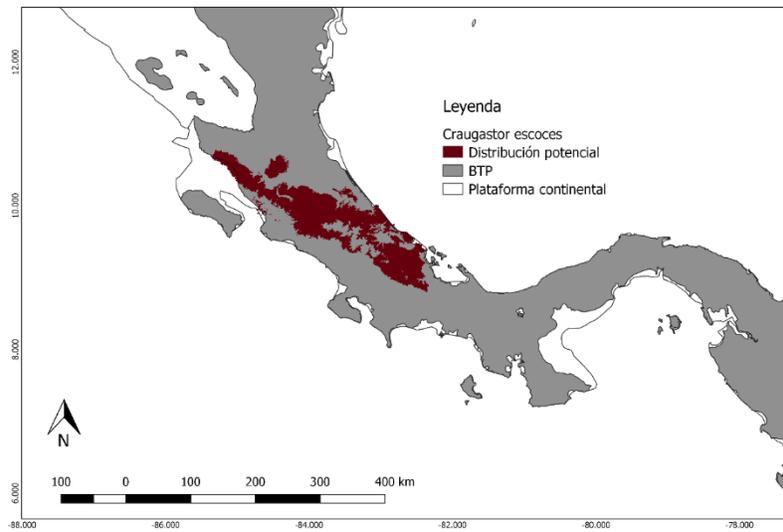


Figura 37. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Craugastor escoces*.

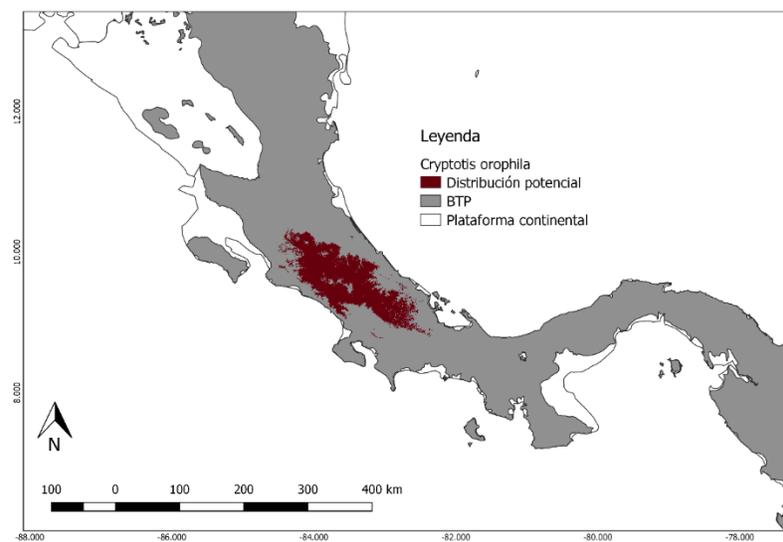


Figura 38. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Cryptotis orophila*.

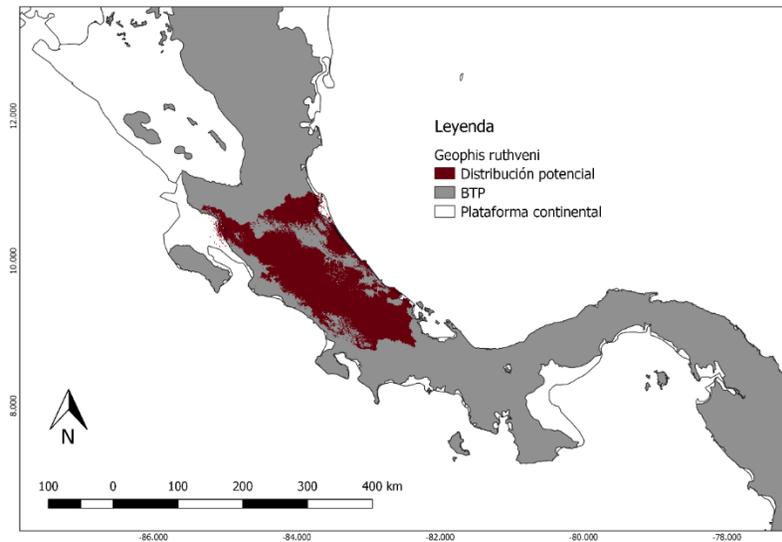


Figura 39. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Geophis ruthveni*.

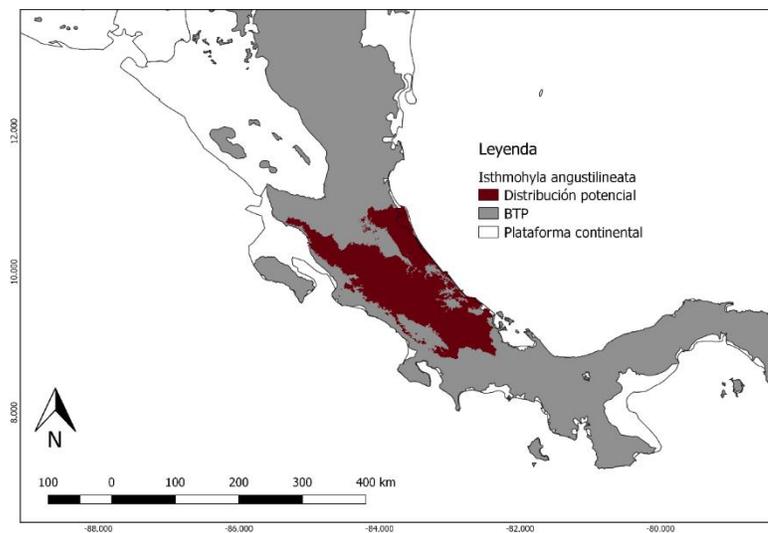


Figura 40. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Isthmohyla angustilineata*.

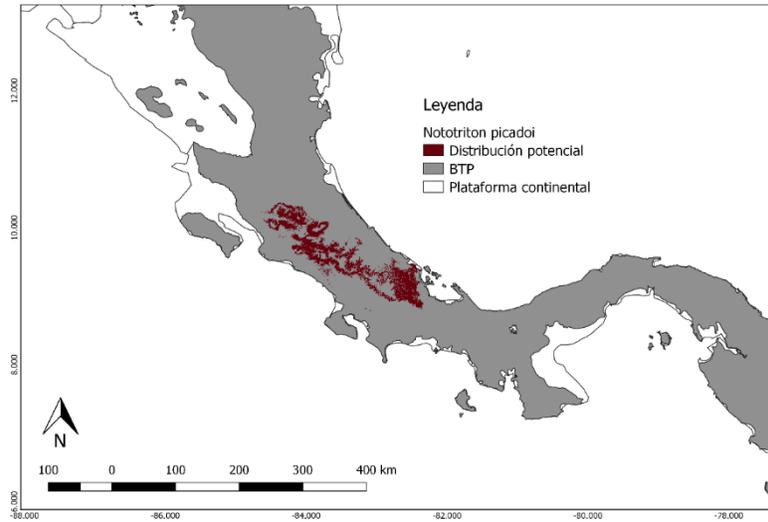


Figura 41. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Nototriton picadoi*.

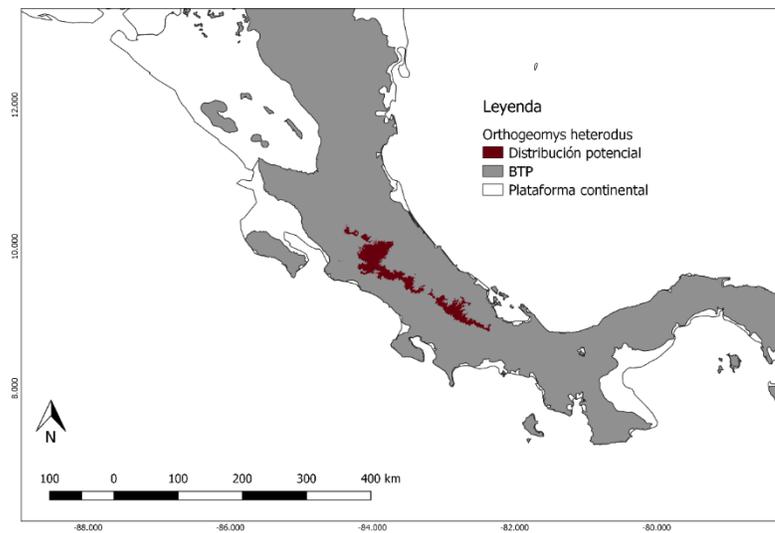


Figura 42. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Orthogeomys heterodus*.

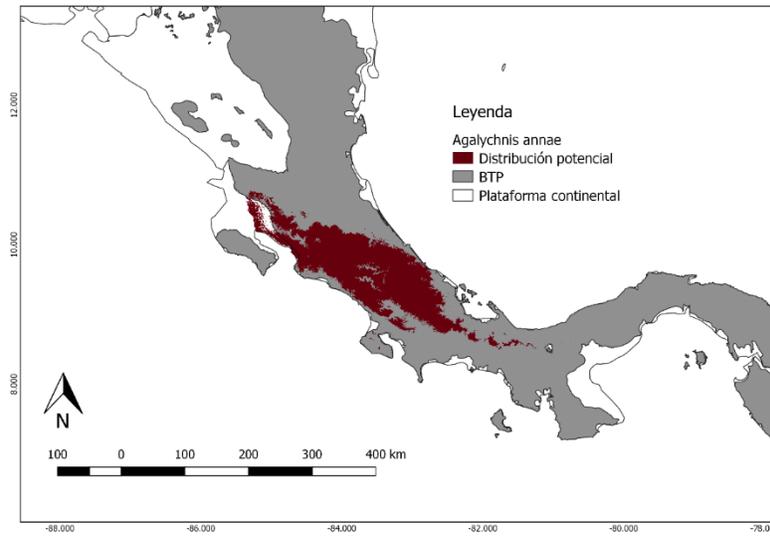


Figura 43. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Agalychnis annae*.

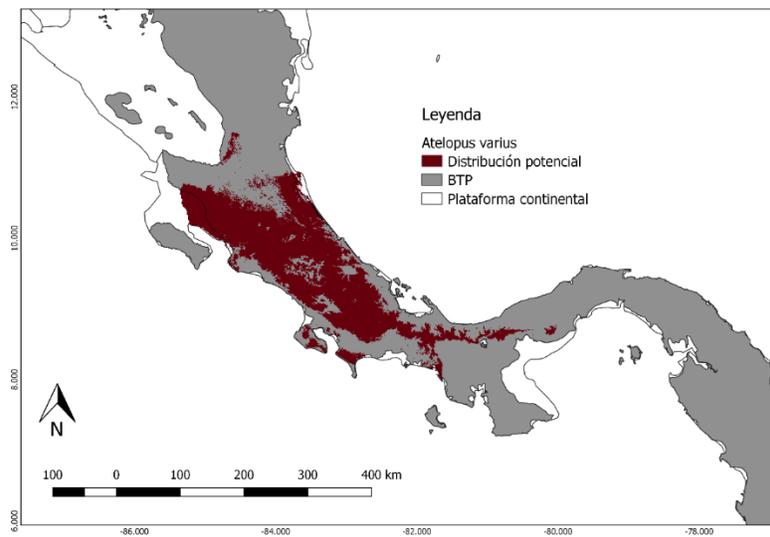


Figura 44. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Atelopus varius*.

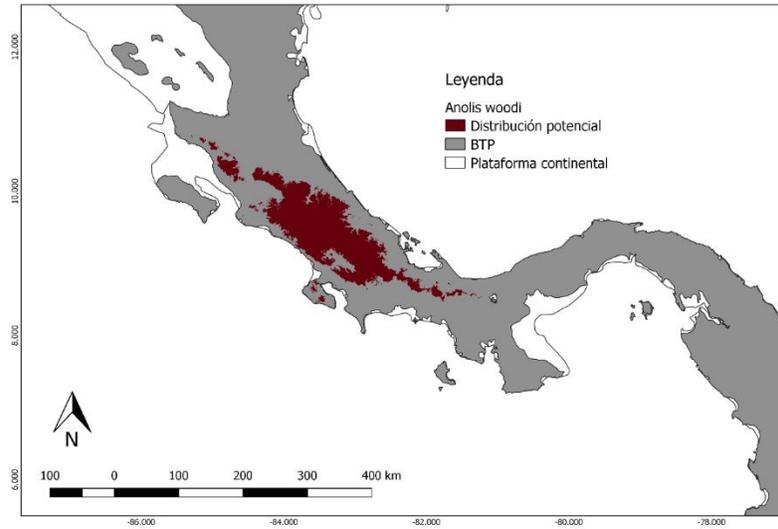


Figura 45. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Anolis woodi*.

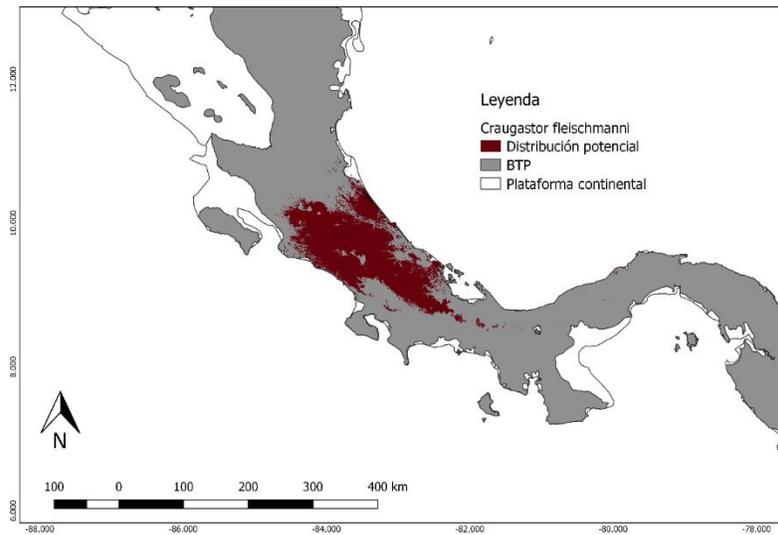


Figura 46. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Craugastor fleischmanni*.

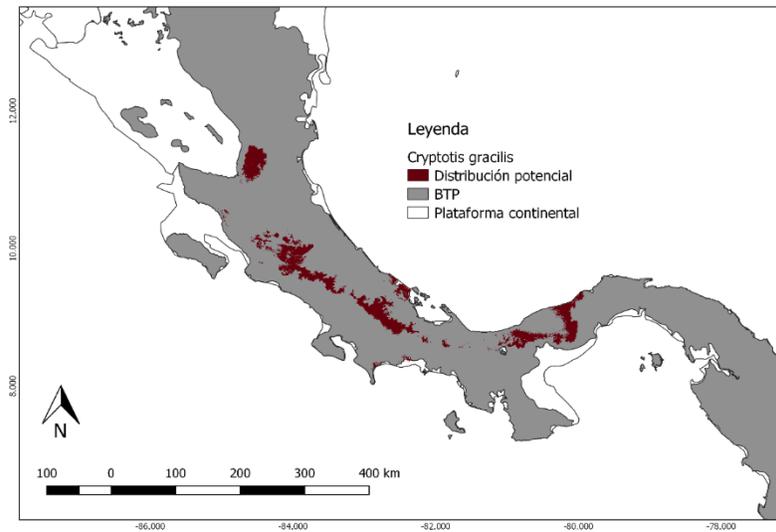


Figura 47. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Cryptotis gracilis*.

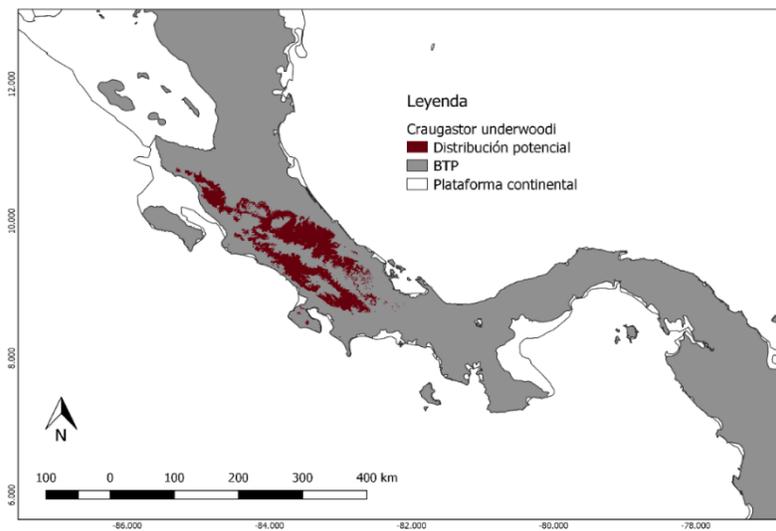


Figura 48. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Craugastor underwoodi*.

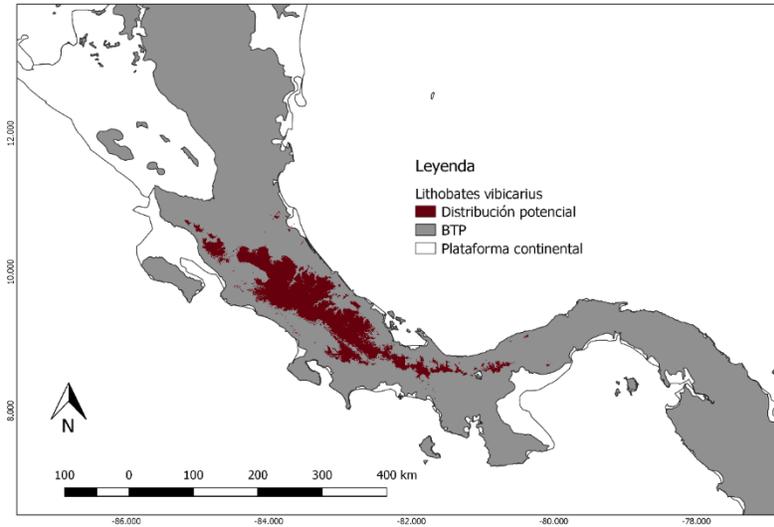


Figura 49. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Lithobates vibicarius*.

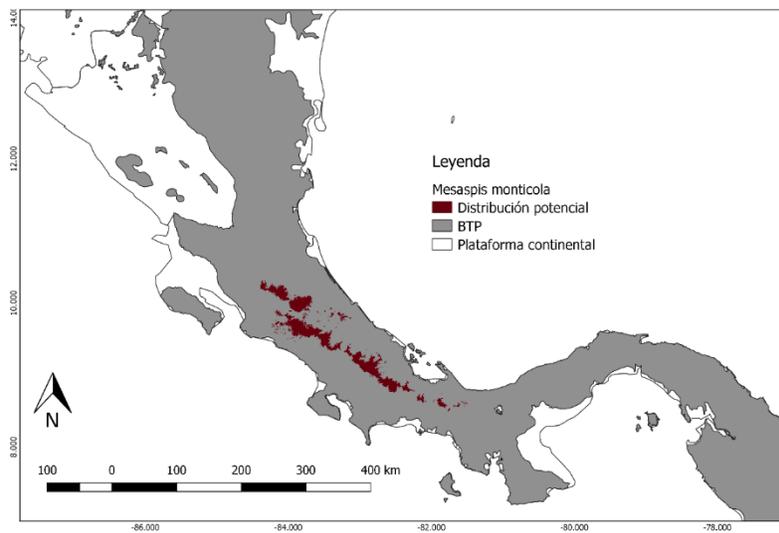


Figura 50. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Mesaspis monticola*.

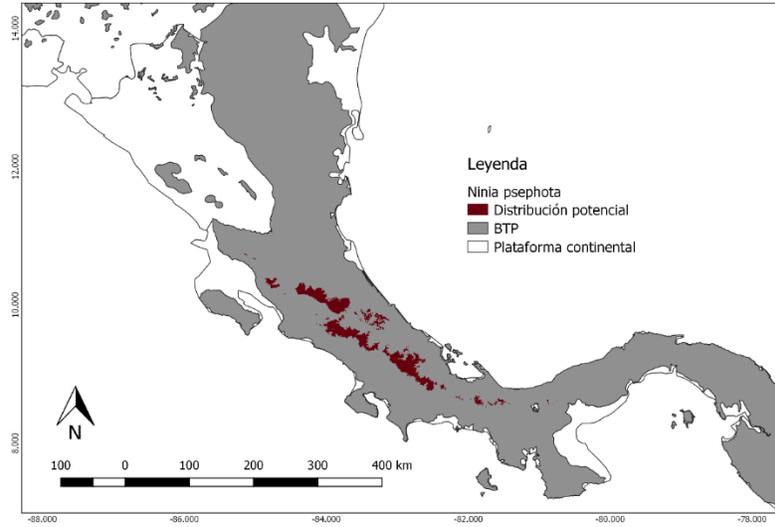


Figura 51. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Ninia psephota*.

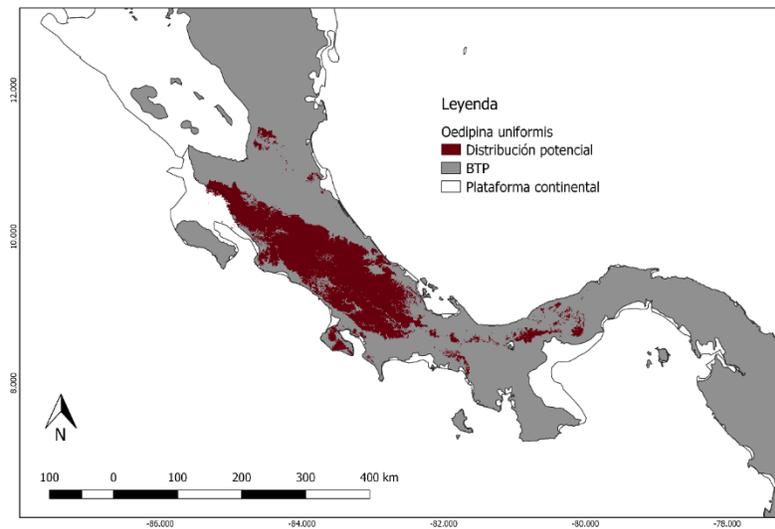


Figura 52. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Oedipina uniformis*.

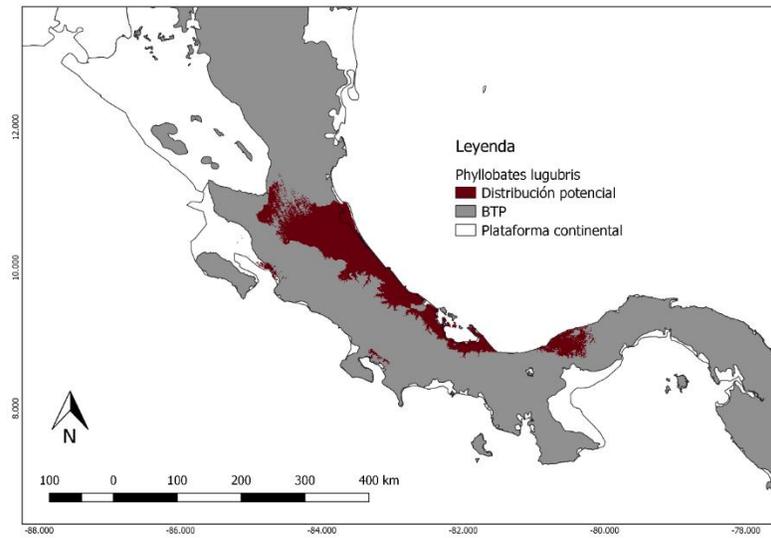


Figura 53. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Phyllobates lugubris*.

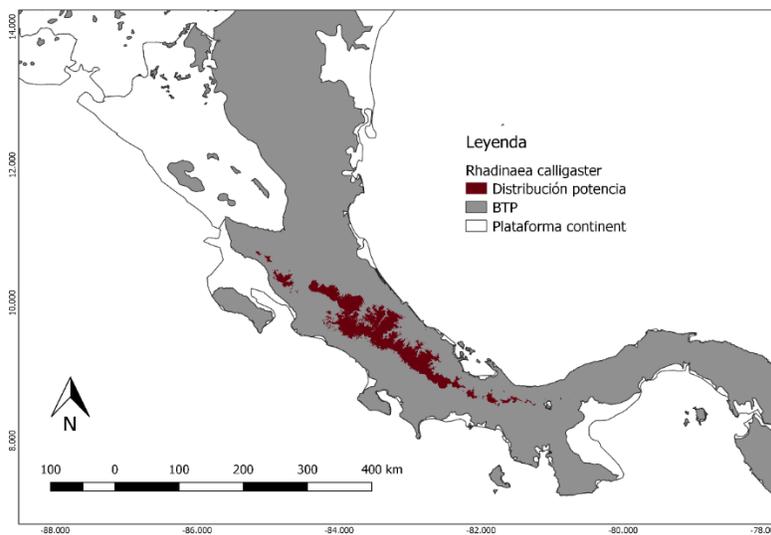


Figura 54. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Rhadinaea calligaster*.

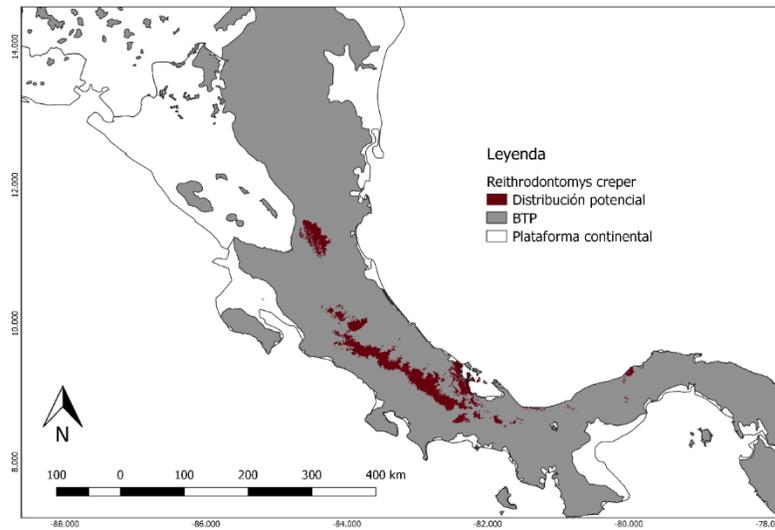


Figura 55. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Reithrodontomys creper*.

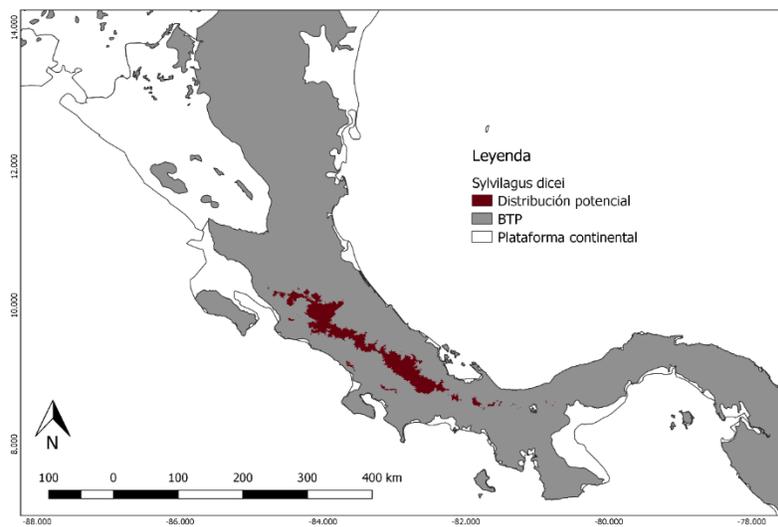


Figura 56. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Sylvilagus dicei*.

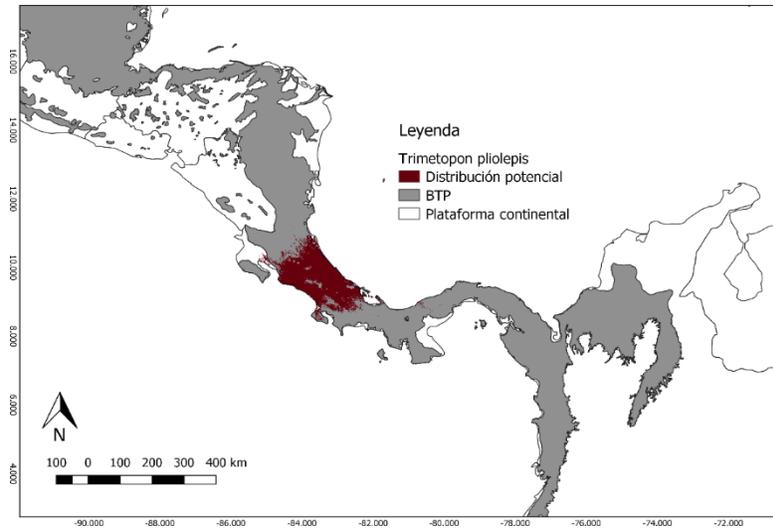


Figura 57. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Trimetopon pliolepis*.

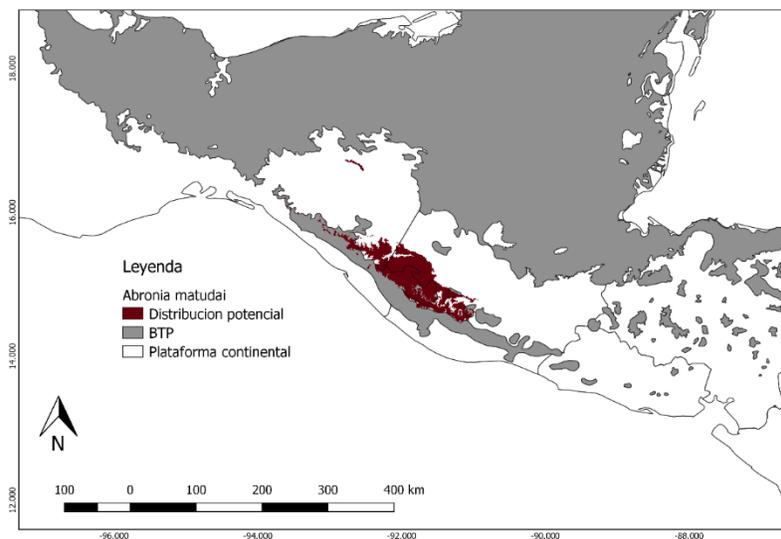


Figura 58. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Abronia matudai*.

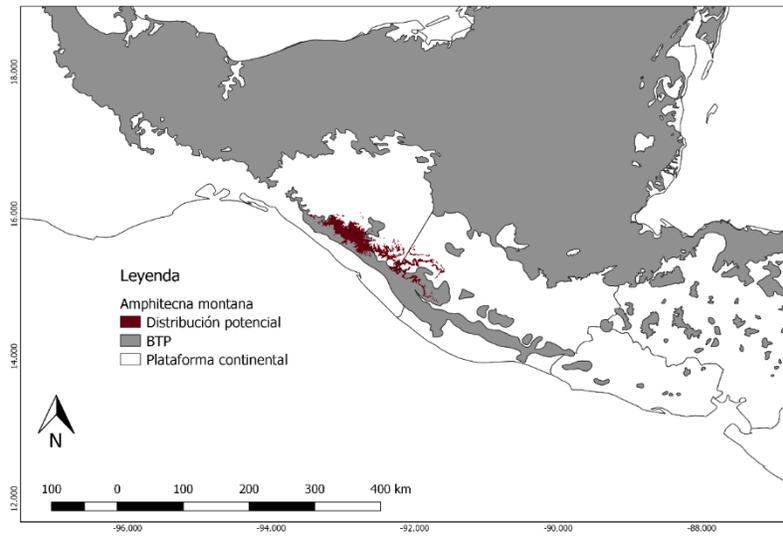


Figura 59. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Amphitecna montana*.

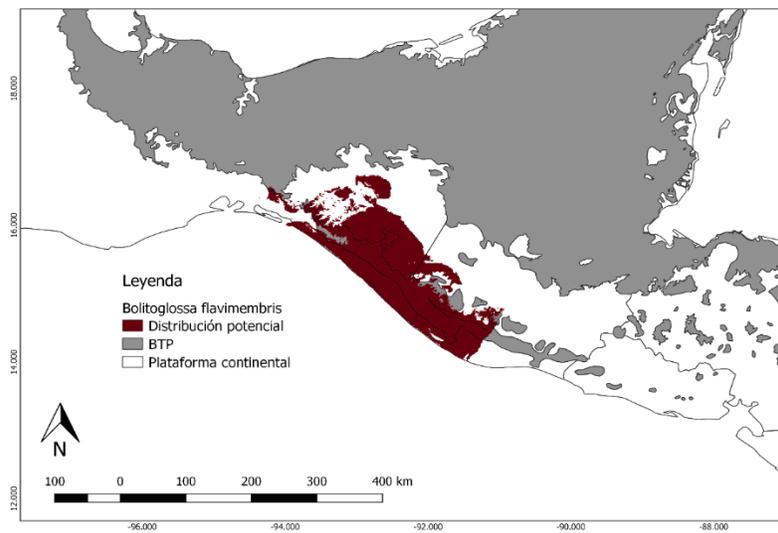


Figura 60. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Bolitoglossa flavimembris*.

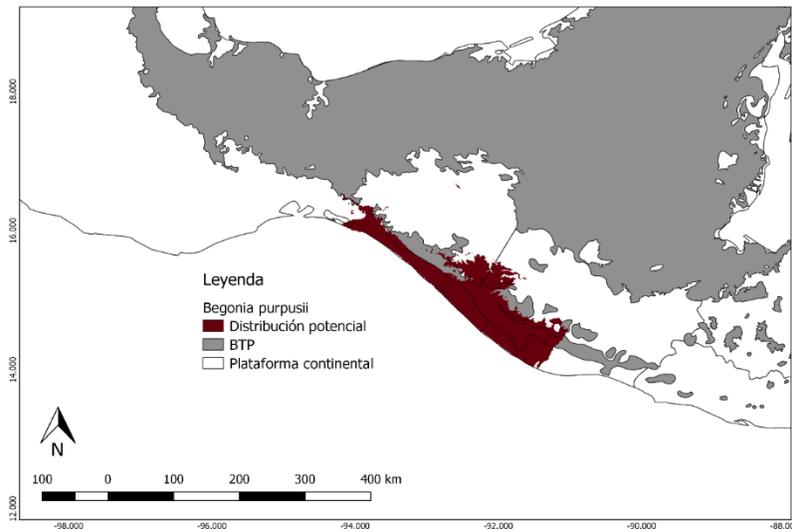


Figura 61. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Begonia purpusii*.

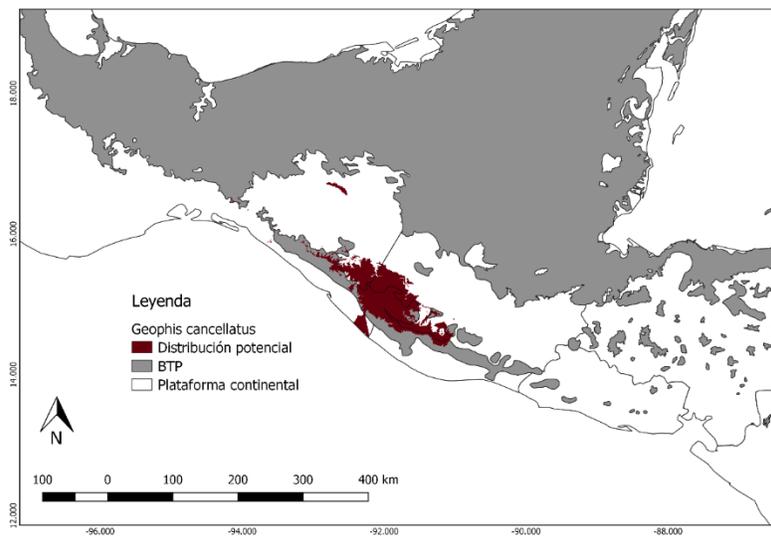


Figura 62. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Geophis cancellatus*.

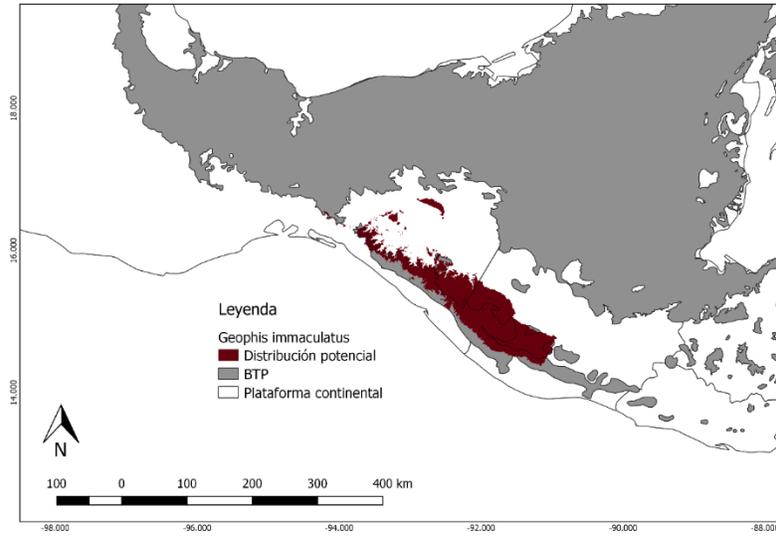


Figura 63. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Geophis immaculatus*.

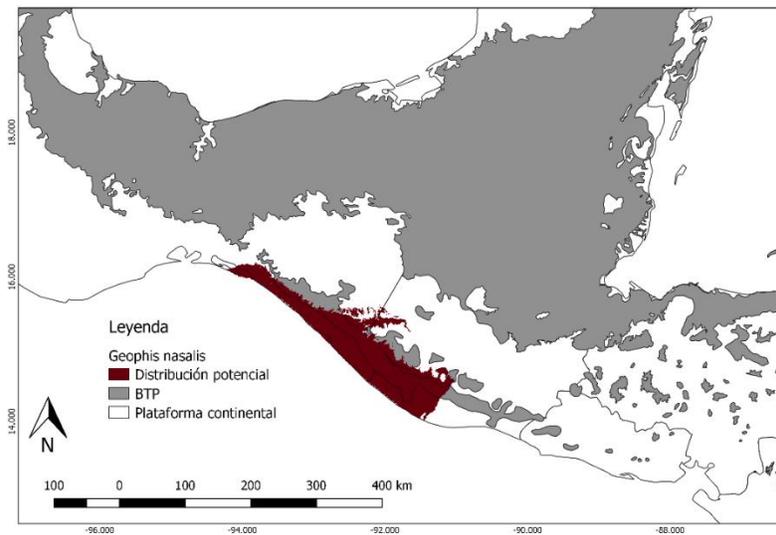


Figura 64. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Geophis nasalis*.

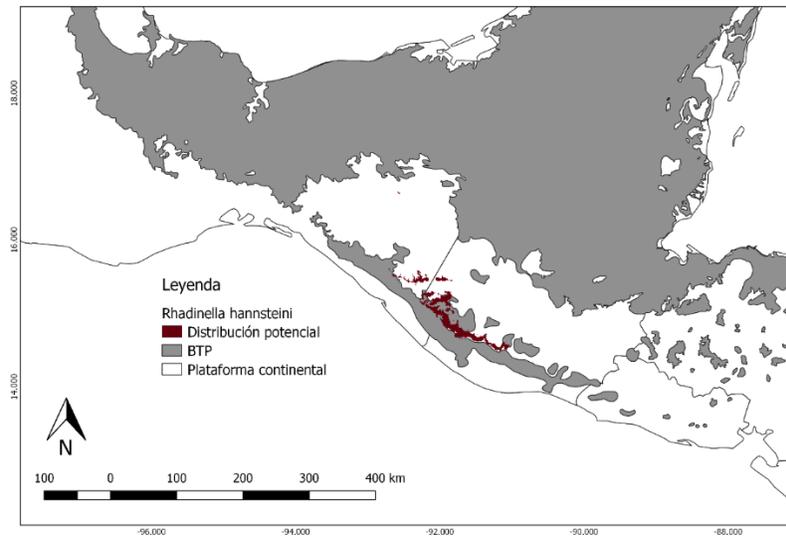


Figura 65. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Rhadinella hannsteini*.

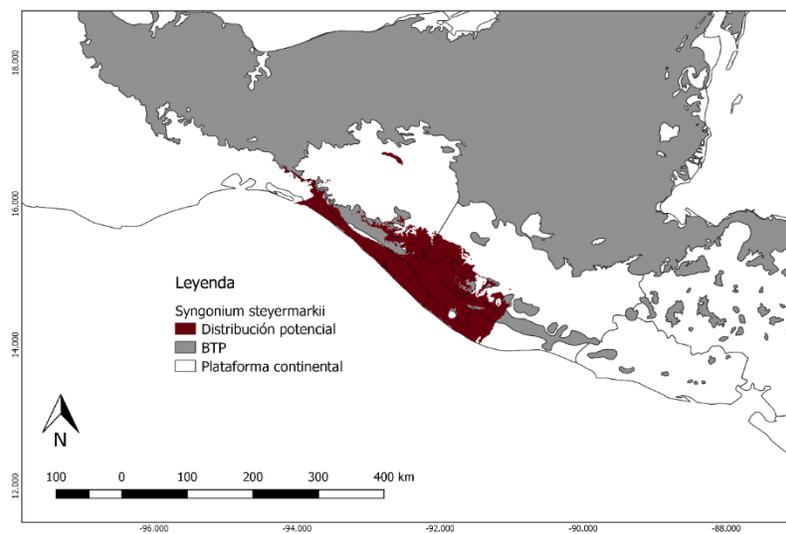


Figura 66. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Syngonium steyermarkii*.

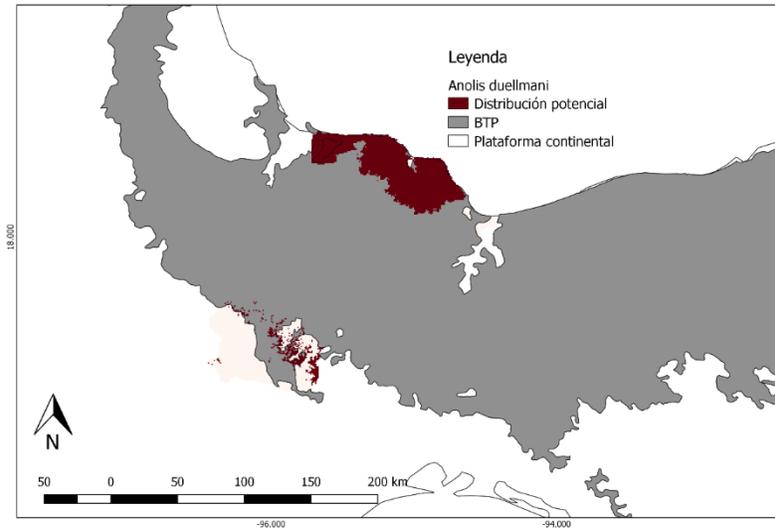


Figura 67. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Anolis duellmani*.

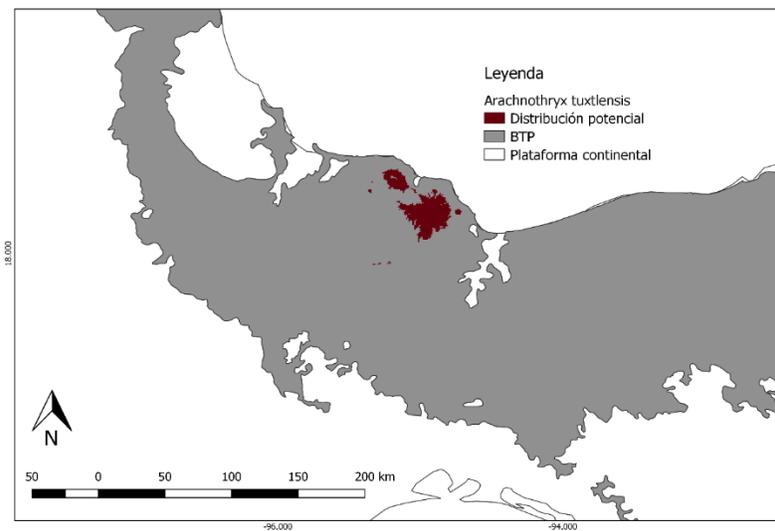


Figura 68. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Arachnothryx tuxtensis*.

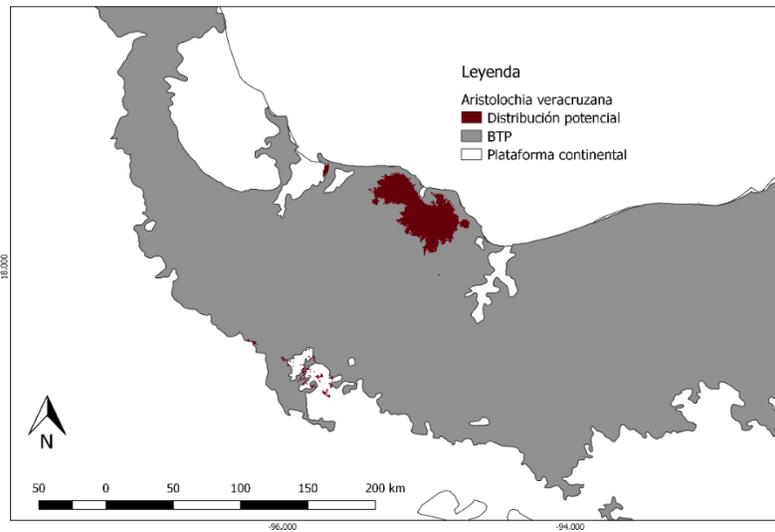


Figura 69. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Aristolochia veracruzana*.

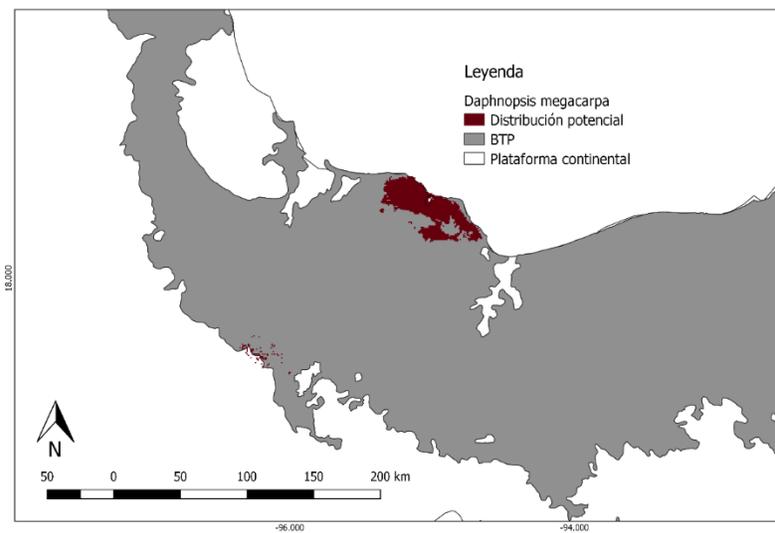


Figura 70. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Daphnopsis megacarpa*.

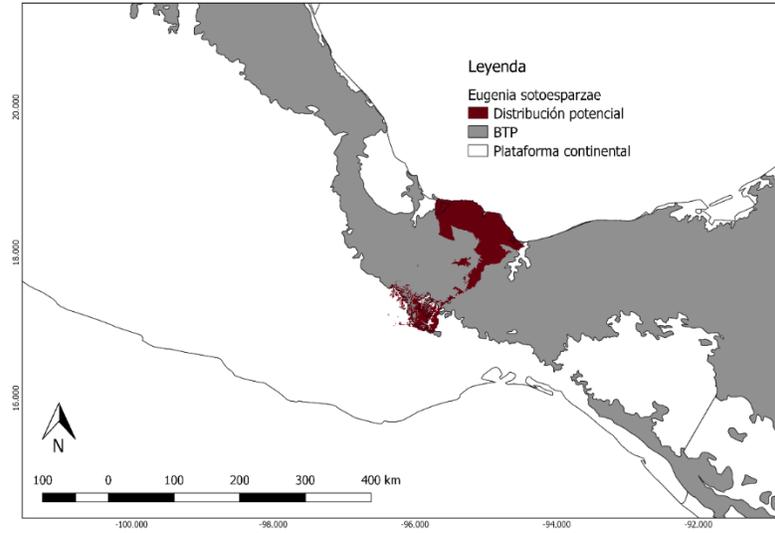


Figura 71. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Eugenia sotoesparzae*.

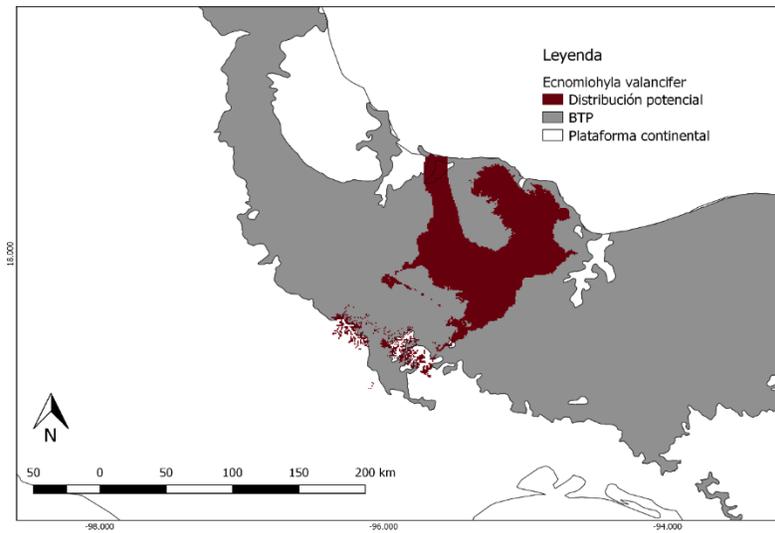


Figura 72. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Ecnomiophyla valancifer*.

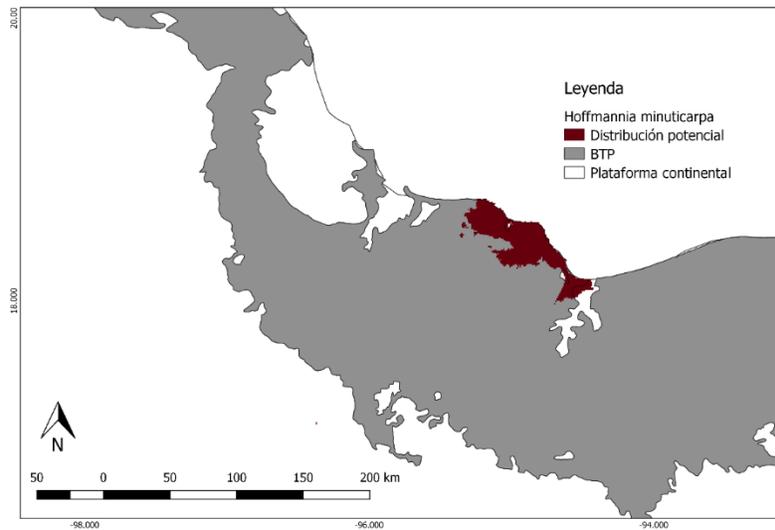


Figura 73. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Hoffmannia minuticarpa*.

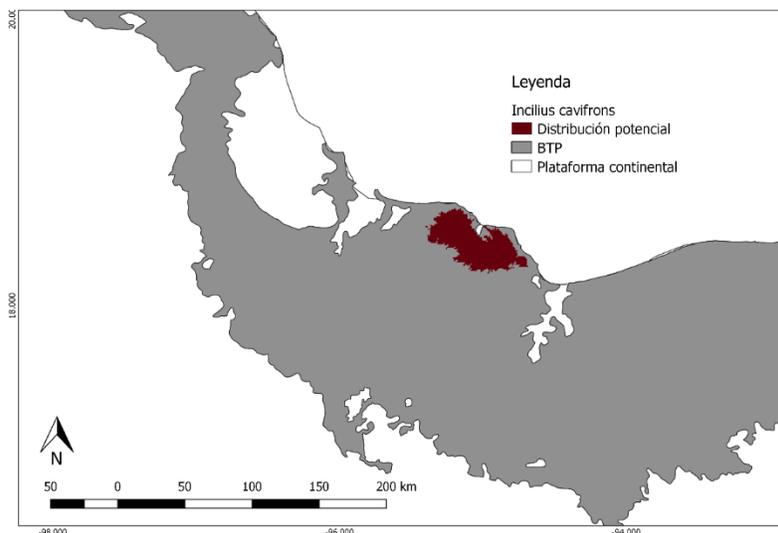


Figura 74. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Incilius cavifrons*.

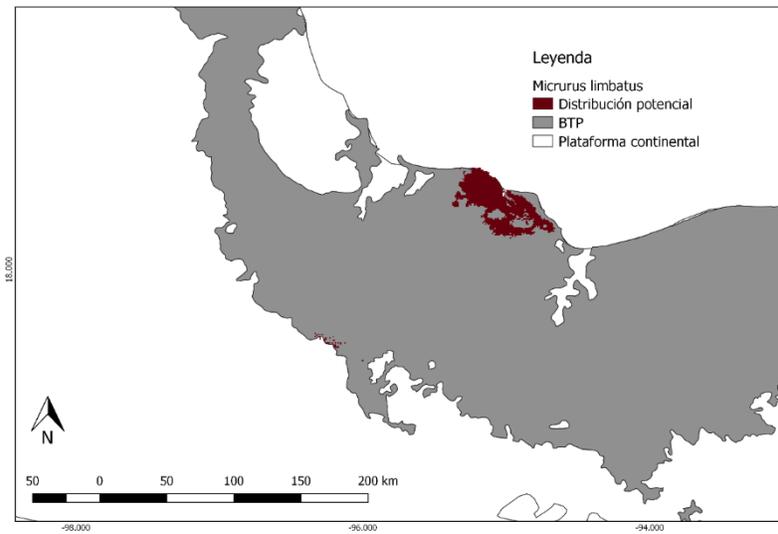


Figura 75. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Micrurus limbatus*.

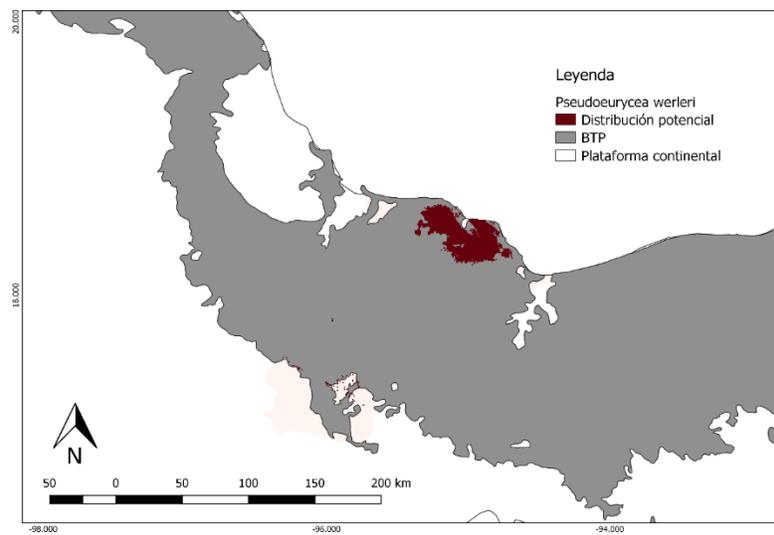


Figura 76. Distribución potencial a partir de modelos de nicho ecológico para *Pseudoeurycea werleri*.