

# Registros de Presencia y Nicho Ecológico de *Herpailurus yagouaroundi* (Geoffroy 1803; Carnivora; Felidae) en México

Cinthia Ixchel Maza Quiroz<sup>1</sup>  
y Ricardo Serna-Lagunes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Córdoba Veracruz, Universidad Veracruzana. Josefina Ortiz de Domínguez s/n Col. Centro, Peñuela, Municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz, México, CP. 94945.  
Autor de correspondencia: [rserna@uv.mx](mailto:rserna@uv.mx); [zS20008034@estudiantes.uv.mx](mailto:zS20008034@estudiantes.uv.mx)

## RESUMEN

Las especies tienen límites de tolerancia a factores ambientales más allá de los cuales los individuos no pueden sobrevivir, crecer o reproducirse. Dichos rangos de tolerancia determinan el nicho fundamental de la especie y, consecuentemente limitan su distribución y abundancia. La descripción del nicho ecológico de una especie es conocimiento base sobre su distribución potencial y orientar las acciones para su conservación y manejo. *Herpailurus yagouaroundi*, es una especie de felino neotropical que se distribuye desde el sur de Texas hasta el norte de Argentina. En México, su área de distribución histórica abarca la vertiente del Pacífico, desde Sonora hasta Chiapas, y por la vertiente del Atlántico, desde Tamaulipas hasta la península de Yucatán y habita una diversidad de ambientes, principalmente tropicales y templados: bosques tropicales húmedos y secos, pastizales arbolados, chaparral, bosque de encinos, bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña. Este felino se alimenta principalmente de mamíferos pequeños -roedores- e incluye también en su dieta aves, reptiles, peces, insectos y vegetales. El objetivo del estudio fue determinar el nicho ecológico fundamental de *H. yagouaroundi* e identificar las zonas de su distribución con base en registros de presencia, para orientar planes de conservación y manejo de la especie. Utilizando capas ambientales y modelos de máxima entropía, que relacionan registros de presencia geográfica de la especie con características del ambiente, se generaron mapas de la distribución de *H. yagouaroundi*. Los registros de presencia de *H. yagouaroundi* en México se encuentra en Yucatán, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Morelos, Michoacán, Colima, Jalisco, Zacatecas, Nayarit, Sinaloa y Durango. De acuerdo con el análisis de contribución de las variables ambientales, la evaporación anual (42.7%), rango anual de temperatura (9.4%), precipitación del trimestre más húmedo (7.3%), altitud (6%), precipitación del mes más seco (3.3%), temperatura promedio del trimestre más cálido (3%), temperatura promedio del mes más lluvioso (2.9%), temperatura máxima del mes más cálido (2.5%) y estacionalidad de la temperatura (2.2%), son las variables que expresan el 80% del nicho ecológico de *H. yagouaroundi*. Esta información puede utilizarse para identificar áreas prioritarias para la conservación de *H. yagouaroundi*, así como orientar actividades de manejo de la especie y su hábitat.

**Palabras clave:** MaxEnt, GBIF, QGIS, Conservación, Distribución, Coordenadas.

## ABSTRACT

Species have tolerance limits to environmental factors beyond which individuals cannot survive, grow, or reproduce. These tolerance ranges determine the fundamental niche of the species and, consequently, limit its distribution and abundance. The description of the ecological niche of a species is basic knowledge about its potential distribution and guides actions for its conservation and management. *Herpailurus yagouaroundi* is a neotropical feline species that is distributed from southern Texas to northern Argentina. In Mexico, its historical distribution area covers the Pacific slope, from Sonora to Chiapas, and the Atlantic slope, from Tamaulipas to the Yucatan peninsula, and inhabits a variety of environments, mainly tropical and temperate: humid and dry tropical forests, wooded grasslands, chaparral, oak forest, pine-oak forest and mountain cloud forest. This feline feeds mainly on small mammals -rodents- and also includes birds, reptiles, fish, insects and vegetables in its diet. The objective of the study was to determine the fundamental ecological niche of *H. yagouaroundi* and to identify its distribution zones based on presence records, in order to guide conservation and management plans for the species. Maps of the distribution of *H. yagouaroundi* were generated using environmental layers and maximum entropy models, which relate records of the geographic presence of the species with characteristics of the environment. Records of the presence of *H. yagouaroundi* in Mexico are found in Yucatán, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Morelos, Michoacán, Colima, Jalisco, Zacatecas, Nayarit, Sinaloa and Durango. According to the contribution analysis of environmental variables, annual evaporation (42.7%), annual temperature range (9.4%), precipitation of the wettest quarter (7.3%), altitude (6%), precipitation of the driest month (3.3%), average temperature of the warmest quarter (3%), average temperature of the wettest month (2.9%), maximum temperature of the warmest month (2.5%) and temperature seasonality (2.2%), are the variables that express 80% of the ecological niche of *H. yagouaroundi*. This information can be used to identify priority areas for the conservation of *H. yagouaroundi*, as well as guide management activities for the species and its habitat.

**Keywords:** MaxEnt, GBIF, QGIS, Conservation, Distribution, Coordinates.

## INTRODUCCIÓN

La especie de felino silvestre neotropical, *Herpailurus yagouaroundi* (Figura 1), descrita por el naturalista francés Étienne Geoffroy Saint-Hilaire en 1803, conocido como gato de monte (Arias-Alzate *et al.*, 2013), gato gris (Maffei *et al.*, 2007) y en localidades de Veracruz, México como onza, oncilla, gato pardo (Serna-Lagunes *com. pers.*), pertenece al orden Carnívora, familia Felidae, cuya área de distribución va el sur de Texas hasta el norte de Argentina (GBIF, 2021). En México, su área de distribución histórica abarca la vertiente del Pacífico desde Sonora hasta Chiapas, y por la vertiente del Atlántico desde Tamaulipas hasta la península de Yucatán (Urrea-Galeano *et al.*, 2016).



**Figura 1.** Ejemplar de *H. yagouaroundi* obtenido de iNaturalista.org. de <https://www.inatu...g/photos/83401845>

*H. yagouaroundi* es de pequeño a mediano tamaño, tiene el cuerpo alargado con extremidades cortas, cola larga, cabeza y orejas pequeñas redondas; la coloración de su pelaje es generalmente uniforme en todo el cuerpo, y suele presentar 2 fases de color, una negro-grisácea (fase oscura) y otra pardo-rojiza (fase clara), con un rango de peso que varía entre 3 y 8 kg y es común que las hembras sean de menor tamaño que los machos (Oliveira, 1998).

El *H. yagouaroundi* habita una diversidad de ambientes tropicales y templados: bosques tropicales húmedos y secos, pastizales arbolados, chaparral, bosque de encinos, bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña; prefiere hábitats fragmentados más que bosques conservados, ya que su presencia se ha detectado en bosques fragmentados por la agricultura (Coronado, 2011; Sunquist y Sunquist, 2002; Aranda *et al.*, 2012; Almazán-Catalán *et al.*, 2013; Caso, 2013; Farías *et al.*, 2015). Se ha reportado en un rango altitudinal desde el nivel del mar y hasta los 3 200 m (Cuervo *et al.*, 1986 citado en Oliveira, 1994), pero en México, hay pocos registros que superan los 2000 m (Aranda y Caso, 2014). Sin embargo, pocos estudios han hecho un análisis de la presencia de la especie depositadas en bases de datos gratuitas, que den una referencia de donde se encuentran las poblaciones de esta especie en México.

El *H. yagouaroundi* presenta un patrón de actividad diurno, aunque también presenta hábitos nocturnos y crepusculares (Briones-Salas *et al.*, 2016, Carvajal-Villarreal 2016), lo que parece estar asociado con sus patrones de coloración (Sunquist y Sunquist, 2002). Este felino se alimenta de roedores e incluye en su dieta aves, reptiles, peces, insectos y vegetales (Aranda, 2005; Guerrero *et al.*, 2002). Las principales amenazas para la especie son la pérdida y fragmentación del hábitat debido al avance de la frontera agropecuaria, obras de infraestructura pública (tendidos eléctricos, presas, carreteras, asentamientos humanos irregulares, infraestructura turística, etc.). Así como la cacería sobre la especie por represalia a la afectación de gallinas y otros animales de traspatio en solares y

parcelas. Aunque es un hábil trepador y recurre a los árboles ante la presencia de un peligro (Álvarez del Toro, 1977). No obstante, en la mayoría de los casos, la cacería con perros es de oportunidad sobre la especie y representa una amenaza seria que diezma sus poblaciones (SEMARNAT, 2018).

Sin embargo, se cuentan con pocos estudios sobre la distribución de *H. yagouaroundi* en México, y contribuir al conocimiento de la especie puede coadyuvar a su conservación, ya que se encuentra en estatus de “Amenazada” en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Para establecer prioridades de preservación para la especie es necesario ampliar el conocimiento de sus poblaciones, su nicho ecológico y distribución geográfica. El nicho ecológico es el espacio geográfico que reúne las condiciones ambientales (bióticas y abióticas) idóneas en las cuales una especie sobrevive y se reproduce, y su población prospera (Cervantes *et al.*, 2018).

Los modelos de nicho ecológico se pueden desarrollar mediante la correlación de los registros de presencia de una especie con las condiciones ambientales asociadas a las localidades de registro, utilizando algoritmos matemáticos (Mateo *et al.*, 2011; Mota-Vargas *et al.*, 2019). Estos modelos generan, a partir de observaciones reales de presencia de la especie, un modelo gráfico en forma de mapa geográfico, donde se localizan las zonas que cuentan con un potencial climático, u otras variables, para el mantenimiento de una población (Serna-Lagunes *et al.*, 2017).

Sin embargo, hasta donde conocemos no hay estudios que exploren y desarrollen el nicho ecológico para *H. yagouaroundi*, por lo que este estudio presenta la primera aproximación a un modelo de nicho ecológico para la especie. El objetivo principal del estudio fue identificar las variables ambientales que determinan el nicho ecológico fundamental (temperatura, altitud, humedad) de *H. yagouaroundi* y, con ello, obtener mapas de registros de su distribución para establecer e identificar áreas prioritarias para la conservación de la especie en diferentes tipos de clima, vegetación, suelo y en estados de la república mexicana, para generar estrategias locales de conservación.

## **METODOLOGÍA**

Los registros de presencia de *H. yagouaroundi* se obtuvieron de la base de datos de Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/>; GBIF, 2022), sin embargo, fueron descargados con el nombre *Puma yagouaroundi* obteniendo la cantidad de registros necesaria para poder realizar los análisis, ya que con el nombre *Herpailurus yagouaroundi* no se encontraron los registros necesarios, pues la taxonomía de este a lo largo del tiempo se ha encontrado en constante revisión (Segura *et al.*, 2013). El archivo de datos fue descargado para su análisis (<https://doi.org/10.15468/dl.zkt7vc>). De los cuáles, se utilizaron las coordenadas geográficas de la localidad de presencia de la especie del año 2011 al 2022, se decidió elegir este periodo debido a que en este estudio se consideró como criterio usar los registros que tienen reportes recientes de la especie, como base de su conocimiento actual reportado en los últimos 10 años.

La base de datos de *H. yagouaroundi* estuvo compuesta por  $N= 152$  registros de coordenadas geográficas. Con los datos de la altitud y longitud donde se ha registrado la especie se graficaron sobre el mapa de división política de los 32 estados de la república mexicana, el mapa de tipos de climas, el mapa de tipos de vegetación, el mapa de tipos de suelos y un mapa de elevación (altitud). Estos mapas fueron obtenidos de Geo Portal de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) en capas en formato shapefile y coordenadas geográficas, y posteriormente fueron procesados utilizando el

software QGIS® v.3.18.3. De cada mapa se hicieron conteos de los registros reportados por cada capa y se construyeron gráficos de barras para representar los valores obtenidos.

Con los datos de ocurrencia obtenidos de GBIF para *H. yagouaroundi* se creó un archivo que fue analizado en el software Maximum Entropy Species Distribution Modelling o MaxEnt, que consiste en correlacionar los datos de ocurrencia de la especie (coordenadas geográficas) con las variables ambientales y topográficas del espacio a modelar, como resultado genera un mapa de probabilidades de 0 a 1, donde 0 es que existen nulas condiciones del nicho ecológico, conforme se acerca a 1 se interpreta como la representación de la máxima entropía del nicho ecológico, 1 es equivalente al valor de la máxima probabilidad (100%) de presentar las condiciones óptimas para el desarrollo de poblaciones de la especie. Estos valores de probabilidad se observan a través de una paleta de colores que relacionan el porcentaje de probabilidad de ocurrencia del nicho. Las curvas de respuesta se generaron para identificar las variables ambientales con mayor aporte en la predicción del modelo cuando estas se prueban de manera independiente (Phillips et al. 2006). La prueba de Jackknife se aplicó para evaluar la contribución individual y grupal de las variables al modelo de distribución geográfica de *H. yagouaroundi*.

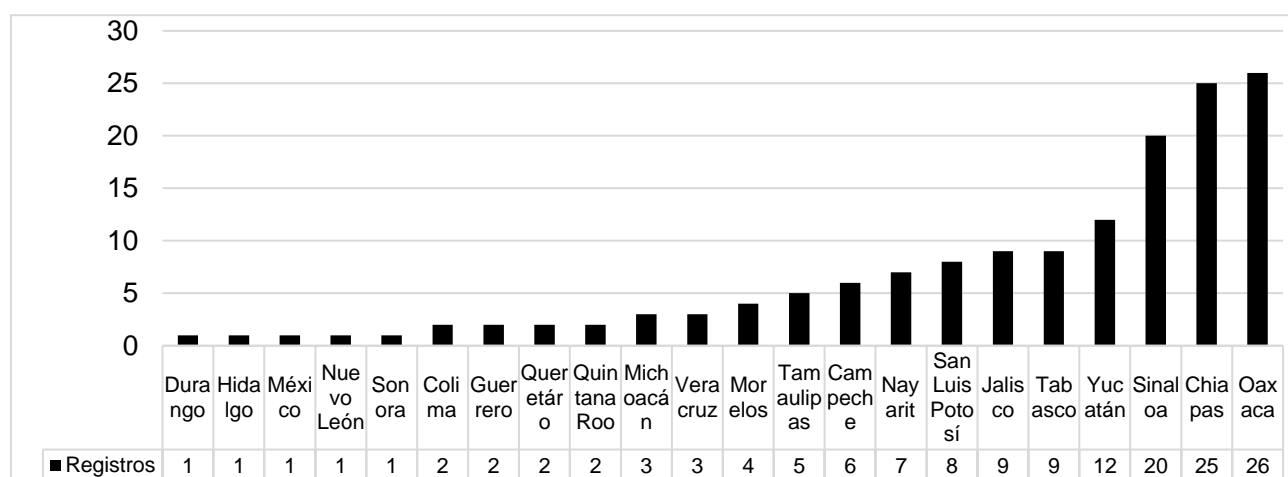
En el software MaxEnt se cargaron las 152 coordenadas geográficas de presencia de *H. yagouaroundi*. Se seleccionó el 30% de las ocurrencias para ser usados como datos de entrenamiento y el restante 70% para la elaboración del mapa del nicho ecológico del *H. yagouaroundi* y se correlacionaron con las 19 variables bioclimáticas que fueron descargadas de WorldClim (<https://www.worldclim.org/data/index.html>) (Fick y Hijmans, 2017) y nueve variables del Atlas Climático de México (<https://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/servmaps>).

El ajuste del modelo de la especie se evaluó con el valor del área bajo la curva (AUC), cuyo criterio de ajustes se consideró de la siguiente manera: ajuste bajo con AUC= 0.31 a 0.69, y ajuste alto de AUC= 0.7 a 1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 152 registros de coordenadas geográficas registradas en GBIF de *H. yagouaroundi* se distribuyeron en 22 estados de la república mexicana (Figura 3), es decir, la especie ha sido registrada en el 68.7% del territorio mexicano (22 de los 32 estados), siendo Oaxaca el estado con mayor número de registros (Figura 2). En otras palabras, en la plataforma GBIF en los últimos 10 años, no se cuentan con registros de la especie en los estados de Puebla, Tlaxcala, Toluca, Guadalajara, Coahuila, Zacatecas, Chihuahua, Sonora, Baja California, Baja California Sur y Aguascalientes. Lo cual nos indica que se desconoce el estado actual de la especie en esos estados, esta carencia de registros puede deberse, a que los registros no se han ingresado en la plataforma de Naturalista o GBIF, o puede deberse a que las condiciones de nicho no se presenten en esos estados, lo cual es consistente con el modelo de nicho de la especie generado en MaxEnt, ya que estos estados se ubican geográficamente en la región biogeográfica neártica, donde las características geo-climáticas limitan la distribución de la especie en esos estados y por lo tanto existe ausencia de la especie, aunque habría que hacer exploraciones en campo para corroborar su presencia/ausencia, por lo que nuevos registros de la especie en estos estados, ampliaría el conocimiento sobre su distribución geográfica actual y potencial. De los 152 registros de coordenadas geográficas registradas en GBIF del periodo 2011-2022, para *H. yagouaroundi*, se encontró que los climas en los que más registros de presencia es en BS1(h')w (semiárido, cálido, temperatura media anual de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C;

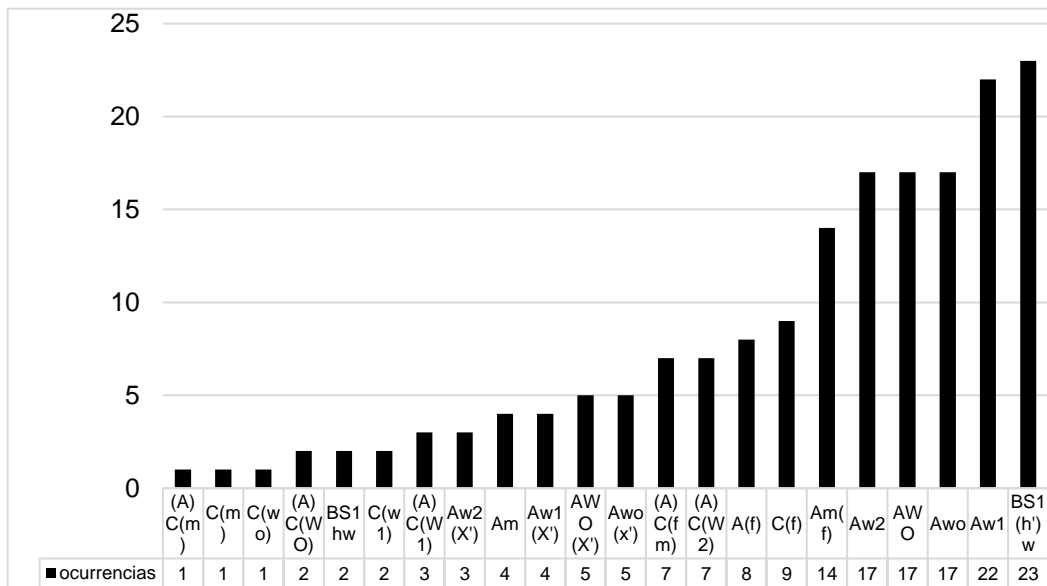
lluvias de verano del 5% al 10.2% anual) con 23 ocurrencias y Aw1 (cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 5% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm: lluvias de verano del 5% al 10.2% anual) con 22 ocurrencias (Figura 4 y 5). De todos los registros de coordenadas geográficas registradas en GBIF de *H. yagouaroundi* se encontró que la altitud que más registros presentó fue de 0-200 msnm con 82 ocurrencias registradas (Figura 6). También en GBIF de *H. yagouaroundi* se encontró que del año 2011 al año 2022, el tipo de suelo en el que más se ha registrado en regosol éutrico con 30 presencias y litosol con 21 presencias (Figura 8), ya que está relacionado con la fase clara y oscura del pelaje. De los 152 registros de coordenadas geográficas registradas en GBIF de *H. yagouaroundi* se encontró que del año 2011 al año 2022, se registraron más presencias en el bosque tropical caducifolio con 65 presencias y un menor número de registros de la especie asociados a cuerpos de agua con vegetación acuática y subacuática (Figura 10). Con base en el mapa de nicho ecológico de *H. yagouaroundi* en México elaborado con el software MaxEnt, se observa, que en los estados de Yucatán, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Morelos, Michoacán, Colima, Jalisco, Zacatecas, Nayarit, Sinaloa y Durango, se desarrollan las condiciones ambientales óptimas que determinan el nicho ecológico fundamental de la especie (Figura 12). Sin embargo, las regiones de México que presentan condiciones óptimas para la distribución potencial de la especie que van de 0.7 a 1.0 son los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Yucatán, Tabasco, Veracruz y Puebla (Figura 12). La distribución potencial de *H. yagouaroundi* se vio delimitada en Yucatán, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Morelos, Michoacán, Colima, Jalisco, Zacatecas, Nayarit, Sinaloa y Durango con hábitat para la especie y presentan una variedad de climas que son los adecuados para la especie. Sin embargo, la probabilidad de ocurrencia demuestra que puede habitar una diversidad de ambientes (Caso, 2013; Farías *et al.*, 2015). En la base de datos de *H. yagouaroundi* obtenidos de GBIF se registró que la especie tiene ocurrencias desde los 300 msnm hasta los 3000 msnm. En este estudio al sobre poner los registros de presencia de *H. yagouaroundi* en la capa de curvas de nivel de México se encontraron presencias que van desde los 200 msnm hasta los 3000 msnm en el territorio mexicano. Esta información amplía el conocimiento del rango altitudinal reportado para la especie en México.



**Figura 2.** Registro de presencia de *H. yagouaroundi* por estado de México del año 2011 al año 2022. Información obtenida de Global Biodiversity Information (<http://www.gbif.org/>).



**Figura 3.** Distribución de los registros de presencia de *H. yagouaroundi* en 22 estados de la república mexicana (2011-2022).



**Figura 4.** Presencias de *H. yagouaroundi* en los diferentes tipos de climas en mexicana del año 2011 al año 2022. Información obtenida del Geoportal de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) y ocurrencias de Global Biodiversity Information (<http://www.gbif.org/>).

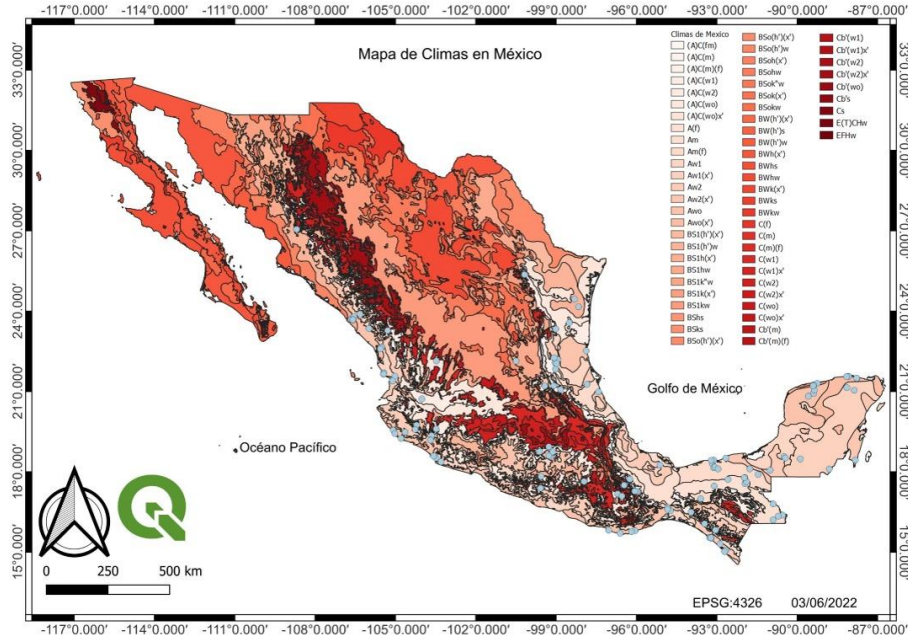


Figura 5. Distribución de *H. yagouaroundi* en diferentes tipos de climas en México.

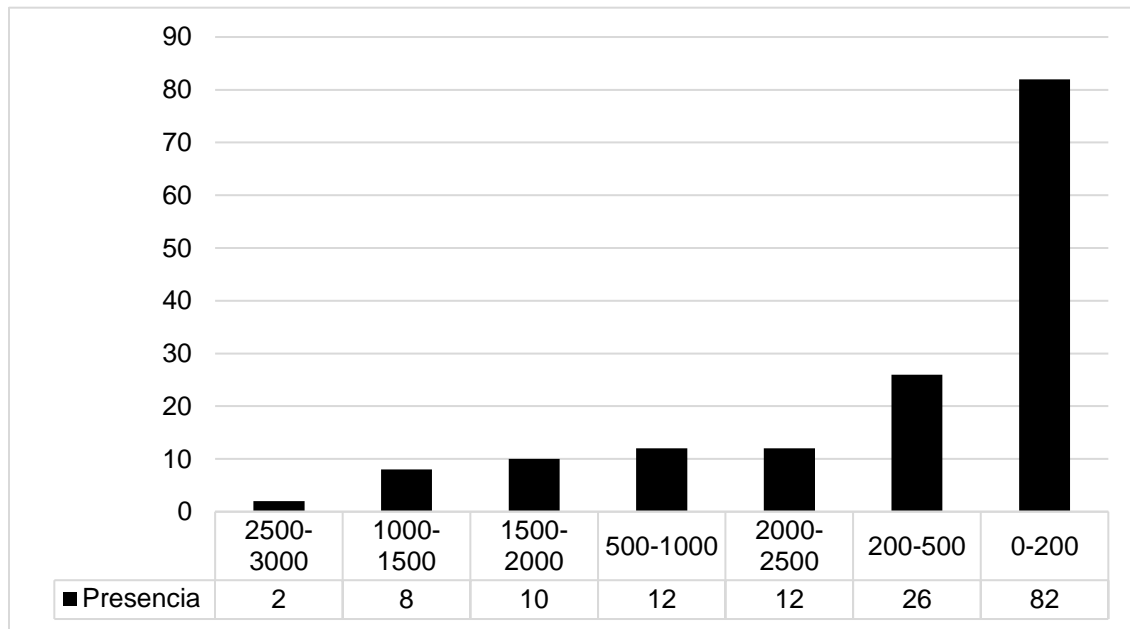


Figura 6. Presencias de *H. yagouaroundi* en los diferentes gradientes altitudinales (msnm) en México del año 2011 al año 2022. Información obtenida del Geoportal de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) y ocurrencias de Global Biodiversity Information (<http://www.gbif.org/>).

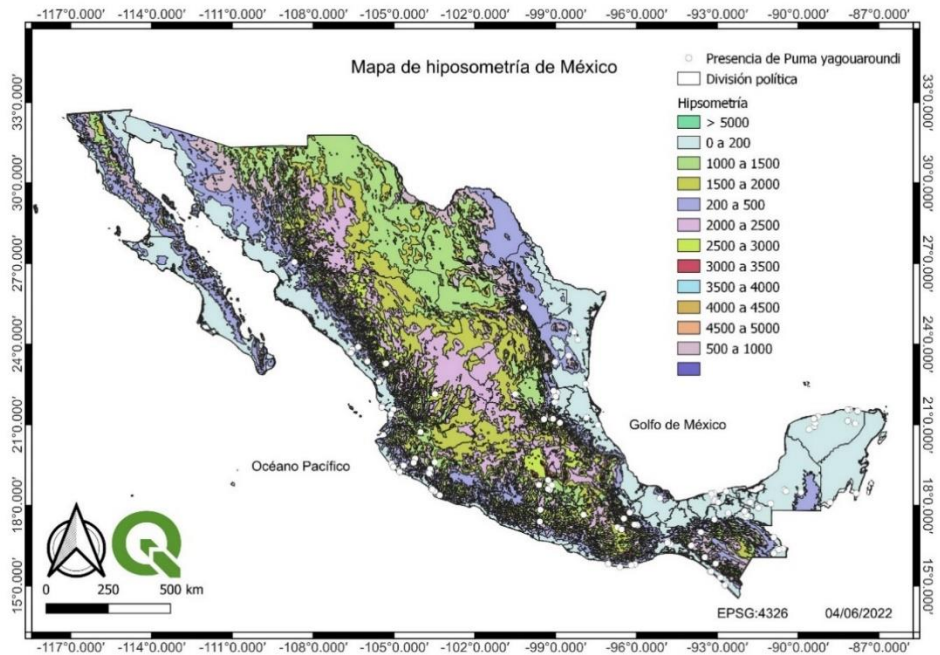


Figura 7. Distribución de *H. yagouaroundi* en los diferentes pisos altitudinales en México.

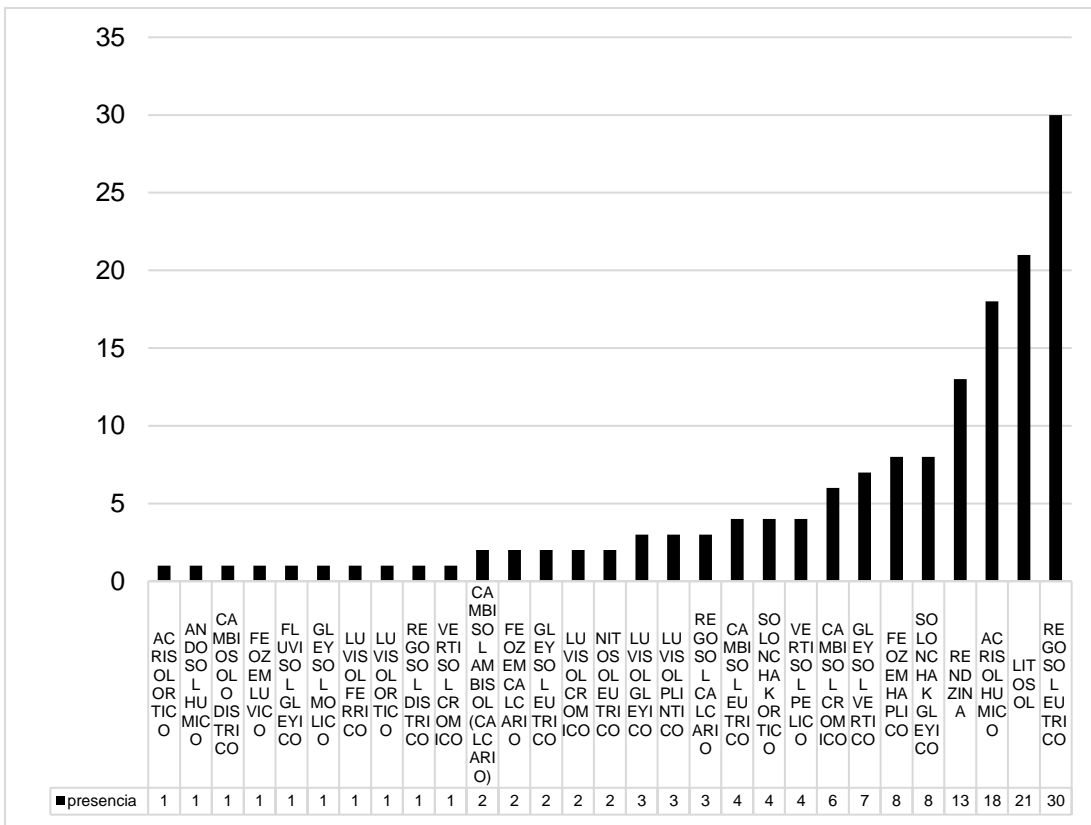


Figura 8. Presencia de *H. yagouaroundi* en diferentes tipos de suelos de México. Información obtenida del Geoportal de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) y ocurrencias de Global Biodiversity Information (<http://www.gbif.org/>).



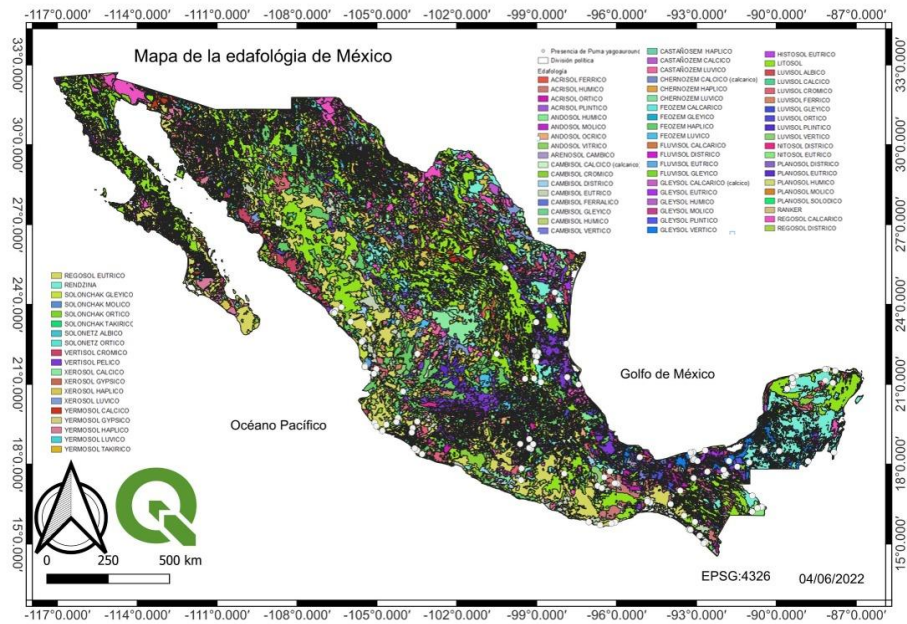


Figura 9. Distribución de *H. yagouarundi* en los diferentes tipos de suelos de México.

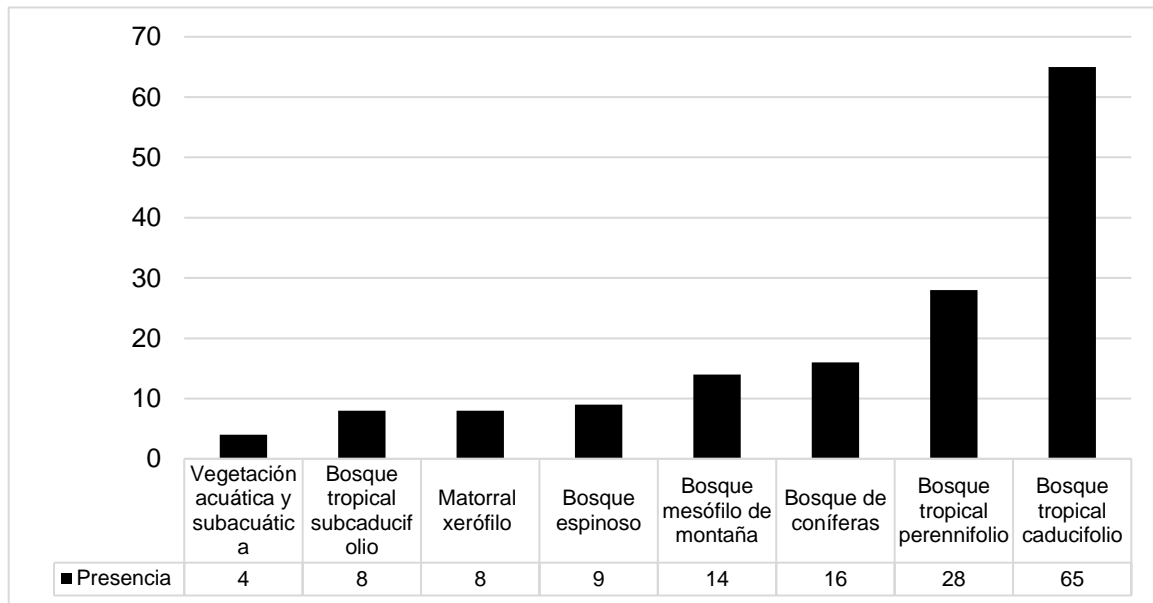


Figura 10. Presencias de *H. yagouarundi* en los diferentes tipos de vegetación. Información procesada del Geoportal de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) y ocurrencias de Global Biodiversity Information

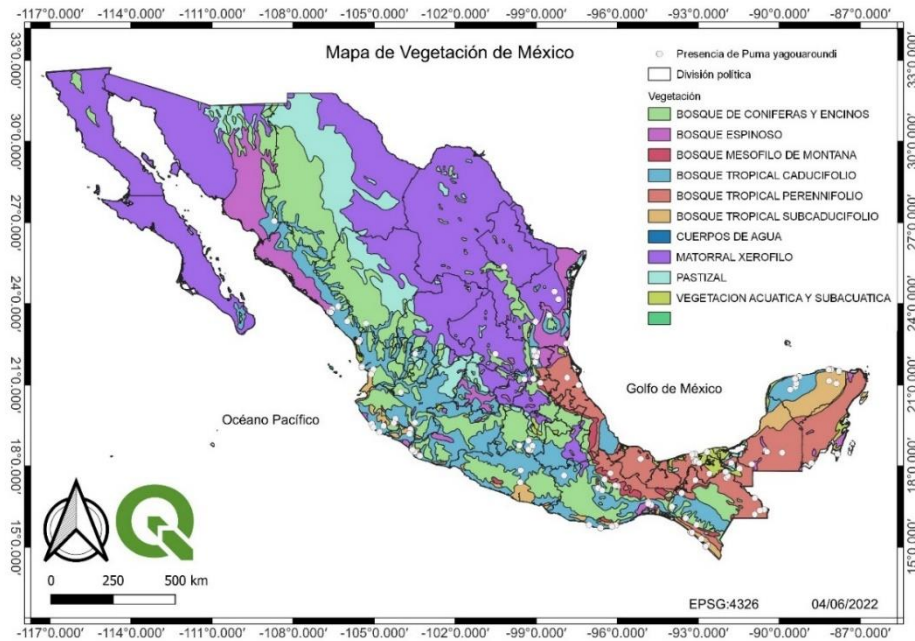


Figura 11. Presencias de *H. yagouaroundi* en diferentes tipos de vegetación.

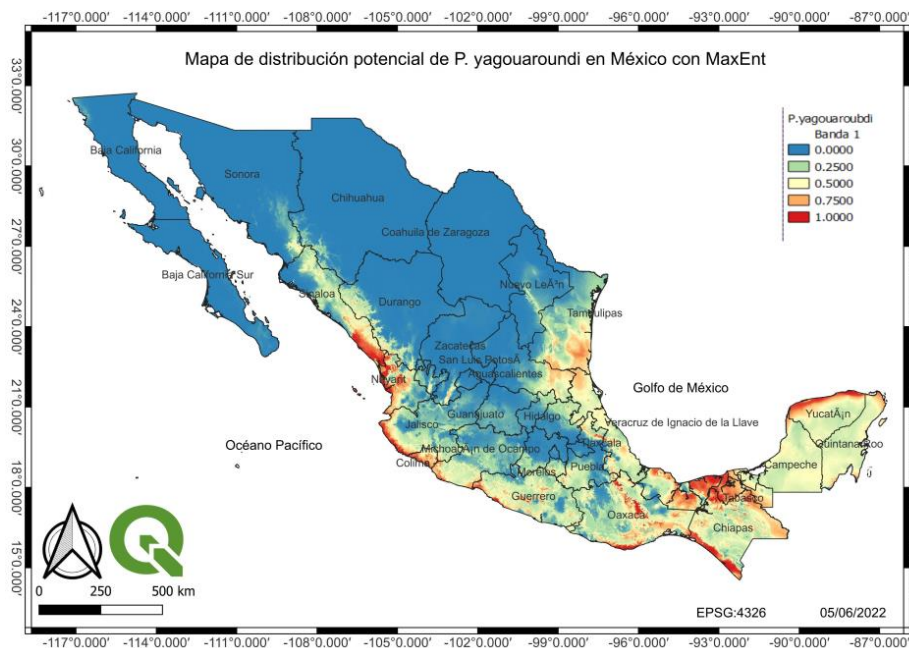
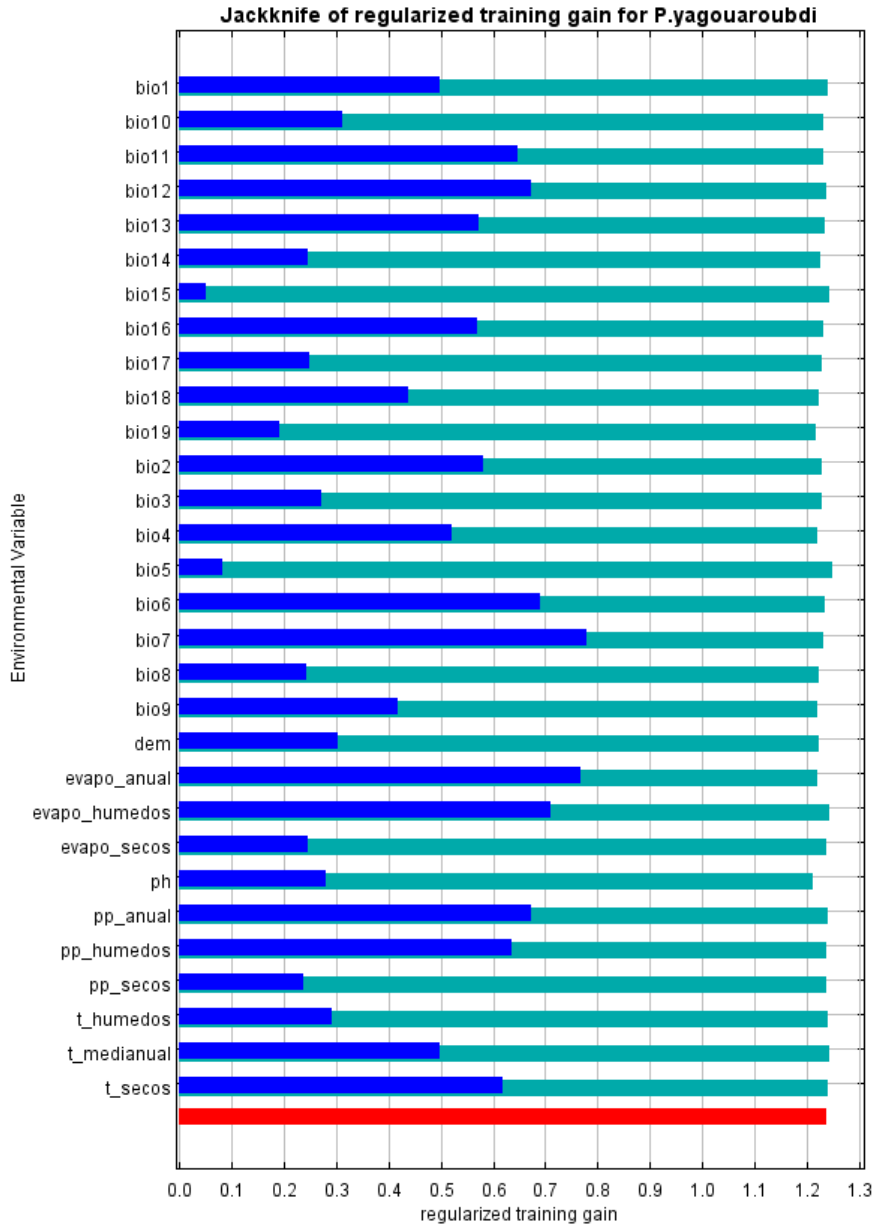


Figura 12. Modelo de nicho ecológico fundamental de *H. yagouaroundi* en México. El valor de la leyenda corresponde a la probabilidad de ocurrencia de la especie, donde el gradiente de color rojo informa sobre el territorio que comprende la máxima probabilidad de presencia de las condiciones de nicho ecológico.

Con base en la prueba de Jackknife, las variables ambientales evapo-anual (evaporación anual), bio7 (rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)), bio6 (Precipitación del trimestre más húmedo), dem (modelo digital de la elevación), bio14 (precipitación del mes más seco), bio10 (Temperatura promedio del trimestre más cálido), bio8 (temperatura promedio del

mes más lluvioso), bio5 (temperatura máxima del mes más cálido) y bio4 (estacionalidad de la temperatura), fueron las variables que por sí solas contribuyeron a la descripción del nicho ecológico de *H. yagouarondi* (Figura 13), mientras que las otras variables contribuyeron con el 20% en la explicación del modelo (Cuadro 1).



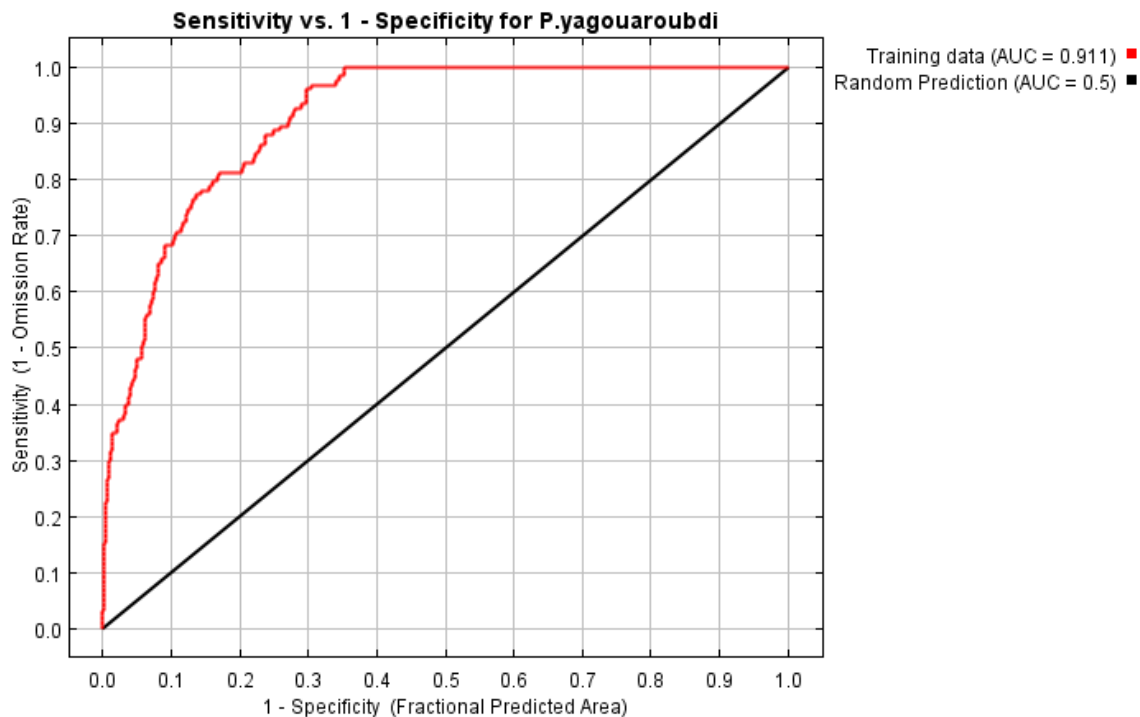
**Figura 13.** Prueba de Jackknife de la importancia relativa de las variables usadas para el modelo de *H. yagouarondi*.

Variable	Descripción	Porcentaje de contribución al modelo	Importancia de la contribución al modelo
evapo-anual	Evaporación anual	42.7	24.7
bio7	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)	9.4	4.7
bio6	Precipitación del trimestre más húmedo	7.3	11.9
dem	Modelo Digital de Elevación	6	11.7
bio14	Precipitación del mes más seco	3.3	1.9
bio10	Temperatura promedio del trimestre más cálido	3	1.6
bio8	Temperatura promedio del trimestre más lluvioso	2.9	3
bio5	Temperatura máxima del mes más cálido	2.5	0
bio4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar x 100)	2.2	3.8
bio3	Isometría (BIO2/BIO7)(x100)	2	2.1
bio12	Precipitación anual (mm)	1.9	1.7
bio11	Temperatura promedio del trimestre más frío	1.9	0
evapo-humedos	Evaporación de los meses húmedos	1.7	3.6
bio2	Oscilación diurna de la temperatura	1.5	2.3
bio18	Precipitación del trimestre más cálido	1.5	1.7
bio19	Precipitación del trimestre más frío	1.4	9.9
bio17	Precipitación del trimestre más seco	1.4	6.1
t_medianual	Temperatura media anual	1.1	0
t-secos	Temperatura de los meses más secos	1	0.1
bio1	Temperatura media anual	0.9	0.1
pp_secos	Precipitación de la época seca	0.1	0.2
bio9	Temperatura media del trimestre más seco	0.6	3.9
bio16	Precipitación del trimestre más húmedo	0.4	0.8
bio15	Estacionalidad de la precipitación (mm)	0.2	0.3
bio13	Precipitación del mes más húmedo	0.2	0.2
t_humedos	Temperatura de los meses húmedos	0.2	0.3
evapo_secos	Evaporación del mes más seco	0.1	0
pp_humedos	Precipitación de la época húmeda	0.1	0.4
pp_anual	Precipitación anual	0	0.1

**Cuadro 1.** Porcentajes de contribución e importancia de las variables ambientales para determinar el modelo de nicho ecológico de *H. yagouaroundi*. \*El nombre de las variables sigue la codificación utilizada por WorldClim.org.

De acuerdo con los resultados de la modelación de nicho ecológico de *H. yagouaroundi*, se obtuvo un AUC= 0.911, esto representa aproximadamente un 91.1% de confiabilidad en el

modelo, ya que la sensibilidad vs la especificidad fue mejor que un modelo aleatorio (Fig. 14).



**Figura 14.** Prueba de sensibilidad vs la especificidad del modelo de *H. yagouaroubdi*.

Con las curvas de respuesta que se generaron para *H. yagouaroubdi* fue posible encontrar los valores mínimo y máximo donde se encontraron los registros de la especie, por ejemplo, la especie tuvo presencia en rangos de 23°C a 29.4°C de temperatura media anual. Así mismo para la temperatura media del trimestre más seco se registró entre 21 a 29°C, además de la temperatura del mes más seco que fluctuó de 20.1°C a 28°C. De igual manera la curva de respuesta para precipitación del trimestre más húmedo y precipitación de la época húmeda que van de 0 mm a 280 mm y de 21.7 mm y 24.5 mm.

Con los modelos de nicho ecológico se pudo identificar las áreas que tienen potencial para la conservación de *H. yagouaroubdi*, en donde se pueden establecer convenios con los gobiernos municipales de los estados de Yucatán, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Morelos, Michoacán, Colima, Jalisco, Zacatecas, Nayarit, Sinaloa y Durango, para la creación de espacios municipales protegidos por la legislación ambiental para el mantenimiento de las zonas y regiones de distribución de la especie.

## CONCLUSIONES

El análisis de nicho ecológico de *H. yagouaroubdi* desarrollado en este trabajo, cuenta con un 91% de confiabilidad en el modelo; este modelo de *H. yagouaroubdi* puede considerarse como un insumo en la identificación de espacios geográficos para la protección, manejo de su hábitat y aprovechamiento de la especie en los estados de Yucatán, Tabasco, Chiapas,

Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Puebla, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Morelos, Michoacán, Colima, Jalisco, Zacatecas, Nayarit, Sinaloa y Durango, los cuales contiene áreas potenciales para la conservación y manejo de la especie, en al menos 21 estados de la república mexicana donde convergen el mayor número de registros de *H. yagouaroundi*.

Los esfuerzos para proteger a las poblaciones de *H. yagouaroundi* en su rango de distribución, deben enfocarse a trabajar con las comunidades rurales donde existe presencia de la especie, para realizar un acompañamiento técnico con biólogos capacitados para el registro, establecimiento y operación de UMAs donde se pueden establecer criterios para su hábitat, hacer un aprovechamiento sustentable como lo es el ecoturismo a través de la observación, filmación e investigación de la especie.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Dr. Ricardo Serna Lagunes por la enseñanza y a María Fernanda López Ortiz por los días de acompañamiento y desvelo en la realización de este trabajo que forma parte de la Experiencia Educativa Comunidades y Ecosistemas.

### **LITERATURA CITADA**

Almazán-Catalán, J.A., Sánchez-Hernández C., Ruíz-Gutiérrez F., Romero-Almaraz M.L., Taboada-Salgado A., Beltrán-Sánchez E. y Sánchez-Vázquez L., 2013. Registros adicionales de felinos en el estado de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84: 347-359.

Álvarez del Toro, M, 1977. Los mamíferos de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. Álvarez, T. y Sánchez-Casas N, 1997. Contribución al conocimiento de los mamíferos, excepto Chiroptera y Rodentia, de Michoacán, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 42: 47-74.

Aranda, M., F. Botello y L. López-de Buen. 2012. Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el Bosque Mesófilo de Montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 778-784.

Aranda, M. (2005). *Herpailurus yagouaroundi*. En G. Ceballos y G. Oliva (Eds.), *Los mamíferos silvestres de México* (pp. 358-359). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Aranda, M. y Caso A., 2014a. Jaguarundi. Pp. 498-499. En: Ceballos, G. (editor). *Mammals of Mexico*. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 957pp.

Arias-Alzate, A., Delgado-v, C. A., Ortega, J. C., Botero-Cañola, S., & Sánchez-Londoño, J. D. (2013). Presencia de *Puma yagouaroundi* (Carnivora: Felidae) en el valle de Aburrá, Antioquia, Colombia. *Brenesia*, 79, 83-84.

Arrollo, G. *Herpailurus yagouaroundi* (É. Geoffroy Sanit-Hilaire, 1803). *Naturalista*. <https://www.inatu...g/photos/83401845>.

Briones-Salas, M., Lira-Torres I., Carrera-Treviño R. y Sánchez-Rojas G., 2016. Abundancia relativa y patrones de actividad de los felinos silvestres en la selva de los Chimalapas, Oaxaca, México. *THERYA*. 7(1): 123-134.

Carvajal-Villarreal, S, 2016. Selected ecological patterns and distribution of five sympatric felids in northeastern Mexico. Texas A&M University-Kingsville, Kingsville, Texas. Ph.D. Thesis.

Caso, A. 2013, Spatial differences and local avoidance of ocelot (*Leopardus pardalis*) and jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) in northeast Mexico. PhD dissertation, Texas A & M University, Kingsville, Texas.

Cervantes, S.J., Serna-Lagunes, R., Salazar-Ortiz, J., Pérez-Sato, A. 2018. Nicho Ecológico fundamental de *Ecnomiohyla miotympanum* (Cope, 1863) con DIVAS-GIS y MaxEnt. *Revista Biodiversidad Neotropical*. 8(2): 84-93.

Coronado, W., 2011. Distribución geográfica y ecológica del jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en el estado de San Luis Potosí. Tesis de Maestría. Colegio Postgraduados. Motecillo, México.

Cuervo, A, J. I. Hernández-Camacho & A. Cadena. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia: anotaciones sobre su distribución. *Caldasía* 15:471-501.

De Oliveira, T. G. (1998). *Herpailurus yagouaroundi*. *Mammalian species*, (578), 1-6.

Farías, V., Téllez O., Botello F., Hernández O., Berruecos J., Olivares S.J. y Hernández J.C., 2015. Primeros registros de 4 especies de felinos en el sur de Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 1065-1071.

Fick, S. E., Hijmans, R. J. 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 37(12): 4302-4315.

Guerrero S, Badii M.H, Zalapa S.S, Flores A.E. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la Costa del Sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 2002; 86:119-37.

GBIF.org (13 de mayo de 2022) Descarga de ocurrencia de GBIF <https://doi.org/10.15468/dl.zkt7vc>

Konecny, M.J., 1989. Movement patterns and food habits of four sympatric carnivores species in Belize, Central America. Pp. 243-264 En Redford, K.H. y J.F. Eisenberg (editores). *Advances in neotropical mammalogy*. Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida.

Maffei, L., Noss, A., & Fiorello, C. (2007). The jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) In the kaa iya del gran chaco National Park, Santa Cruz, Bolivia. *Mastozoología neotropical*, 14(2), 263-266.

Mateo, R.G., Felicísimo, A.M., Muñoz, J. 2011. Modelos de distribución de especies: una revista sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*. 84: 217-240.

Mota-Vargas, C., Encarnación-Luévano, A., Ortega-Andrade, H.M., Prieto-Torres, D. A., Peña-Peniche, A., Rojas-Soto, O.R. 2019. Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. En:

Moreno, C.E. (Ed). La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp.39-63.

*Puma yagouaroundi* (É.Geoffroy Saint-Hilaire, 1803) in GBIF Secretariat (2021). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2022-05-31.

Phillips, S. J., Anderson, R.P., Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190(3): 231-259.

QGIS.org.2022. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>

SEMARNAT., 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010 protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México.

SEMARNAT, 2018. Programa de Acción para la Conservación del Ocelote (*Leopardus pardalis*), Margay (*Leopardus wiedii*) y Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*), SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018).

Sunquist, M. y Sunquist F., 2002. Wild Cats of the World. The University of Chicago Press. 452 pp.  
Segura, V., Prevosti, F. y Cassini, G. 2013. Ontogenia craneal en el linaje Puma, *Puma concolor*, *Herpailurus yagouaroundi* y *Acinonyx jubatus* (Carnivora: Felidae): un enfoque morfométrico geométrico tridimensional. *Revista zoológica de la Linnean Society* 169 (1): 235-250.

Serna-Lagunes, R., Espinosa-Blanco, A., Mora-Collado, N. 2017. Distribución potencial de *Caiman crocodilus chiapasius* en México. *Revista Quehacer Científico en Chiapas*. 12(2): 47-55.

Urrea-Galeano, Lina Adonay; Rojas-López, Misael; Sánchez-Sánchez, Lorenzo y Ibarra-Manríquez, Guillermo. 2016. Registro de *Puma yagouaroundi* en la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, Michoacán. *Rev. Mex. Biodiv.* 87(2): 548-551. ISSN 2007-8706. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.04.004>

Fecha de recepción: 23 de junio de 2022

Fecha de aceptación: 17 de noviembre de 2022