



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DISTRIBUCIÓN DEL NICHU ECOLÓGICO DE SEIS  
ESPECIES DE FELINOS MEXICANOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A:**

**ANDRÉS MÉNDEZ SOLÍS**



**DIRECTOR DE TESIS:  
M. EN C. CÉSAR ANTONIO RÍOS MUÑOZ  
2012**



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.

**1. Datos del alumno**

**Apellido paterno**  
**Apellido materno**  
**Nombre(s)**  
**Teléfono**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Facultad de Ciencias**  
**Carrera**  
**Número de cuenta**

**2. Datos del tutor**

**Grado**  
**Nombre(s)**  
**Apellido paterno**  
**Apellido materno**

**3. Datos del sinodal 1**

**Grado**  
**Nombre(s)**  
**Apellido paterno**  
**Apellido materno**

**4. Datos del sinodal 2**

**Grado**  
**Nombre(s)**  
**Apellido paterno**  
**Apellido materno**

**5. Datos del sinodal 3**

**Grado**  
**Nombre(s)**  
**Apellido paterno**  
**Apellido materno**

**6. Datos del sinodal 4**

**Grado**  
**Nombre(s)**  
**Apellido paterno**  
**Apellido materno**

**7. Datos del trabajo escrito.**

**Título**  
**Número de páginas**  
**Año**

**1. Datos del alumno**

**Méndez**  
**Solís**  
**Andrés**  
**56178931**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Facultad de Ciencias**  
**Biología**  
**30306113-7**

**2. Datos del tutor**

**M en C**  
**César Antonio**  
**Ríos**  
**Muñoz**

**3. Datos del sinodal 1**

**Dra.**  
**Livia Socorro**  
**León**  
**Paniagua**

**4. Datos del sinodal 2**

**Dr.**  
**Enrique**  
**Martínez**  
**Meyer**

**5. Datos del sinodal 3**

**Dr.**  
**Octavio Rafael**  
**Rojas**  
**Soto**

**6. Datos del sinodal 4**

**Dr.**  
**Joaquín**  
**Arroyo**  
**Cabrales**

**7. Datos del trabajo escrito.**

**Distribución del nicho ecológico de seis especies de felinos mexicanos**  
**62**  
**2013**

***DE TODOS LOS RIESGOS QUE HE CORRIDO [...],  
EL ÚNICO QUE NO HUBIERA CORRIDO NUNCA  
ES EL DE NO HABERLOS CORRIDO***

***ÁNGELES MASTRETTA***

***A MI MAMÁ, VIOLETA  
POR UN ESFUERZO INCREÍBLE QUE ME TRAJÓ HASTA AQUÍ  
Y POR ENSEÑARME EL VALOR DEL TRABAJO DURO.***

***A MI PAPÁ, CÉSAR†  
PORQUE A PESAR DEL ESCASO TIEMPO JUNTOS  
DEJASTE MUCHO EN MÍ.***

***A MI HERMANA, VIOLETA  
QUE ME ENSEÑASTE A LEVANTARME  
Y A MANTENERME SIEMPRE EN PIE.***

***A MI ABUELO, RODOLFO†  
POR VERME COMO POCOS QUISIERON  
Y ENSEÑARME COMO NADIE MÁS LO HA HECHO.***

## MUCHAS GRACIAS...

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme llegar muy lejos, dándome una oportunidad única.

A la Facultad de Ciencias por darme la enseñanza y lecciones de vida dentro y fuera de sus aulas que me permiten hacerme llamar Biólogo.

A la Facultad de Medicina, al Instituto de Investigaciones Biomédicas y al Instituto de Fisiología Celular por haberme recibido en un principio y mostrado cuál era mi camino a pesar de una decisión difícil.

Al Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” y todo su personal por permitirme trabajar en aquello que me más interesaba y que deseé.

A la Preparatoria 6, que me abrió las puertas de la UNAM y en cuyos pasillos, patios y Sala de Armas tuve las más importantes lecciones de mi vida.

Al M. en C. César Antonio Ríos Muñoz, por recibirme como su alumno, por permitirme trabajar con mi propio estilo, por impulsarme a construir con mis propias ideas y, por supuesto, por dirigir esta tesis.

A la Dra. Livia León Paniagua, por todas las clases recibidas, por las enseñanzas, la guía, los consejos, las reflexiones, las perspectivas y por introducirme a la mastozoología.

Al Dr. Enrique Martínez Meyer, por aceptar, entre tantos viajes, aportar su conocimiento para finalizar mi tesis.

Al Dr. Octavio Rojas Soto, por ser parte de todo este proceso, aun a pesar de la distancia, aportando conocimiento y experiencia invaluable.

Al Dr. Joaquín Arroyo Cabrales, por unirse a la revisión de este trabajo con una visión y un ángulo distintos, pero muy necesarios.

A los profesores Elizabeth Mayén Peña y Guillermo Pérez Saldaña por hacerme un apasionado de la zoología con sus clases.

A mi hermana, Violeta, por las largas discusiones entre biólogos y hermanos, por enseñarme tanto sobre esta carrera incluso antes de llegar a ella, por la risa y la complicidad y por estar siempre conmigo. ¿Qué sería de mí sin ti?

A Ariadna, Ayesha, Janikua, Laura, Diego, Fernando, Sebastián y Víctor, por todos estos años en los que me han enseñado, apoyado, acompañado, escuchado, regañado y

animado, por entenderme con todo lo difícil que soy, por estar siempre a mi lado, y porque, sin importar las malas épocas, me honran con su amistad.

A Tania, por hacer siempre memorable cada sesión de trabajo en el museo, convertir cada canción en una sonrisa, cada tarea en un juego y las clases juntos en una gran amiga.

A quienes alguna vez han dudado de mí, por recordarme todo aquello de lo que soy capaz y lo lejos que yo mismo sé que puedo llegar.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó como parte del taller *Faunística, sistemática y biogeografía de vertebrados terrestres de México* en el Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias de la UNAM a cargo del Dr. Adolfo G. Navarro Sigüenza.

Agradezco a las siguientes colecciones y bases de datos en línea por la información proporcionada que permitió la realización de este estudio:

Colección Nacional de Mamíferos, Instituto de Biología, UNAM, CNMA.

Colección Nacional de Mamíferos, colección de ejemplares de la estación de biología Chamela (CNMA:CHA).

Colección Nacional de Mamíferos, colección de ejemplares de la estación de biología Los Tuxtlas (CNMA:TUX).

GBIF (Global Biodiversity Information Facility), MANIS (Mammal Networked Information System), REMIB (Red Mundial de Información sobre Biodiversidad), Species link y sus bases de datos proveedoras:

Administración de Parques Nacionales, Argentina (APN); American Museum of Natural History (AMNH); Arctos; Australia Museum (OZCAM); Avian Knowledge Network (AKN); Biodiversidad de los mamíferos en el Estado de Michoacán, México (ENCB); Bishop Museum (BPBM); Biorror Laboratory of Bioacoustics (BLB); Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem (BGBM); California Academy of Sciences (CAS); Charles R. Conner Museum, Washington State University (CRCM); Coleção de Mamíferos da UNEMAT, Campus Nova Xavantina (CMPHRM); Coleção de Mamíferos da Universidade Federal de Mato Grosso (CMUFMT); Coleção de Mamíferos da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES-MAM); Coleção de Mamíferos do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICA); Coleção de Mamíferos do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (UEL); Coleção de Mamíferos MHNCI; Coleção de Mamíferos, Museu de Biologia Professor Mello Leitão (MBML); Coleção de Mamíferos da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS); Coleção de Referência da Mastofauna de Rondônia (CRMRO); Coleção de tipos de Mamíferos INPA; Coleção Mastozoológica DZUP; Colección de Aves y Mamíferos del Valle de Cuatrociénegas, Coah., México (UANL); Colección de Mamíferos de la Sierra Volcánica Transversal de México (UAM-I); Colección de Mamíferos del Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera', México (MZFC, UNAM), Colección de Referencia de Mamíferos de Sian Ka'an, Q. Roo, México (ECOSUR-CH); Colección Mastozoológica del Sureste de México (ECOSUR-SC); Colección Mastozoológica, Museo de Zoología, México (ECOSUR-CH); Conservation International (CI);

Corantioquia; Cornell University Museum of Vertebrates (CUMV); Field Museum (FMNH); Florida Museum of Natural History (UF); GBIF-Sweden; Humboldt State University (HSU); Illinois State University (ISU); iNaturalist.org; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH); Isagen; James R. Slater Museum of Natural History (PSM); Los Angeles County Museum of Natural History (LACM); Louisiana State University Museum of Natural Science (LSUMZ); Mamíferos de Nuevo León, México (UANL); Marine Science Institute (UCSB); Michigan State University Museum (MSUM), Museo Argentino de Ciencias Naturales (MACN); Museum of Comparative Zoology, Harvard University (MCZ); Museum of Texas Tech University (TTU); National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (NMNH); Natural History Museum of Los Angeles County (LACM); New Mexico Biodiversity Collections Consortium (NMBCC); New Mexico Museum of Natural History and Science (NMMNH); New York State Museum (NYSM), Royal Belgian Institute of Natural Sciences (ROBINS); Royal Ontario Museum (ROM); Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History (SNOMNH); San Diego Natural History Museum (SDNHM); Santa Barbara Museum of Natural History (SBMNH); South Australian Museum; Sternberg Museum of Natural History (MHP); Tall Timbers Research Station and Land Conservancy; Texas Cooperative Wildlife Collection (TCWC); UCLA Dickey Collection (UCLA-Dickey); University Museum of Zoology Cambridge (UMZC); University of Alberta, Museum of Zoology (UAMZ); University of Colorado Museum of Natural History (UCM); University of Kansas Biodiversity Institute; University of Michigan Museum of Zoology (UMMZ); University of Nebraska State Museum (UNSM); University of Texas at El Paso (UTEP); University of Washington, Thomas Burke Memorial Washington State Museum (UWBM); Utah Museum of Natural History (UMNH); Yale University Peabody Museum (YPM).

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
ANTECEDENTES.....	4
EL NICHU ECOLÓGICO .....	4
ESPACIO GEOGRÁFICO Y ESPACIO AMBIENTAL .....	6
LA EXTENSIÓN GEOGRÁFICA Y EL NICHU .....	7
ANÁLISIS DE FACTORES DEL NICHU ECOLÓGICO .....	8
FAMILIA FELIDAE.....	13
OBJETIVO GENERAL.....	17
OBJETIVOS PARTICULARES .....	17
MÉTODO.....	18
RESULTADOS.....	21
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA .....	39
ANEXO 1. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Leopardus pardalis</i> en México.....	45
ANEXO 2. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Leopardus pardalis</i> en la región Neotropical. .....	46
ANEXO 3. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Leopardus wiedii</i> en México.....	47
ANEXO 4. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Leopardus wiedii</i> en la región Neotropical..	48
ANEXO 5. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Lynx rufus</i> en México. ....	49
ANEXO 6. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Lynx rufus</i> en Norteamérica. ....	50
ANEXO 7. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Panthera onca</i> en México. ....	51
ANEXO 8. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Panthera onca</i> en la región Neotropical. ....	52
ANEXO 9. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Puma concolor</i> en México. ....	53
ANEXO 10. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Puma concolor</i> en América.....	54
ANEXO 11. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Puma yagouaroundi</i> en México.....	55
ANEXO 12. Matriz de valores del análisis ENFA para <i>Puma yagouaroundi</i> en la región Neotropical. ....	56
ANEXO 13. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de <i>Leopardus pardalis</i> ....	57

ANEXO 14. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de <i>Leopardus wiedii</i> . .....	58
ANEXO 15. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de <i>Lynx rufus</i> . .....	59
ANEXO 16. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de <i>Panthera onca</i> . .....	60
ANEXO 17. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de <i>Puma concolor</i> . .....	61
ANEXO 18. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de <i>Puma yagouaroundi</i> ..	62

## RESUMEN

La distribución geográfica de las especies es una expresión de su nicho ecológico, que depende tanto del espacio geográfico que la especie pueda colonizar como de los factores bióticos y abióticos que la rodean. Al analizar esta distribución por medio de algoritmos de modelado de nicho ecológico, poco se ha hablado sobre el efecto del uso de áreas geográficas restringidas para el estudio de especies de amplia distribución, particularmente con taxones amenazados como es el caso de los felinos. Estas restricciones pueden producir modelos con sesgos en su significado ecológico al omitir información relevante.

En este trabajo se buscaron las diferencias ambientales en los modelos de nicho ecológico de los felinos presentes en México, considerando su distribución geográfica completa y sólo los datos a nivel nacional. Para hacerlo, se utilizó el Análisis de Factores del Nicho Ecológico, que permite el uso de todas las variables ambientales posibles para construir el modelo de nicho ecológico y eliminar posibles redundancias al concentrar la información útil en pocos factores, reduciendo los potenciales sesgos por la información de origen. En cada análisis por especie fueron comparadas la marginalidad y especialización del nicho ecológico.

*Lynx rufus* es la única especie que muestra una diferencia significativa entre los dos análisis realizados; *Leopardus pardalis*, *L. wiedii*, *Panthera onca* y *Puma yagouaroundi* produjeron valores constantes aunque para este último resultaron inconsistentes con la información previa de la especie. Para *Puma concolor* la única diferencia se observó en los valores con los que se construye la marginalidad. Por lo tanto, México presenta una buena representación ambiental de la región neotropical, no así para la región neártica, mientras que al modelar el nicho ecológico de una especie con distribución tan amplia como *P. concolor*, el algoritmo tiene problemas para identificar patrones específicos por ser un felino con muy pocas limitaciones ambientales.

## ABSTRACT

Species' geographic distribution is an outcome of their ecological niche, which also depends as much on the geographical space reachable for that particular species as on the surrounding biotic and abiotic factors. When using ecological niche model algorithms, few has been said on the use of restricted geographical areas as background for the study of wide ranging species, particularly for threatened taxa such as the Felidae family. These restrictions can produce altered models due to the lack of relevant information.

The aim of this work was to find the environmental differences rising from the ecological niche model for the felines ranging in Mexico when built both on their complete distribution geography and only in that country. To do so, the Ecological Niche Factor Analysis was used, which allows for the employ of all available environmental variables to construct the ecological niche model for each species, suppressing the possible redundancies and concentrating all useful data in only a few factors, thus reducing the possibility of bias generated by the origin information. In all the analyses, the ecological niche's marginality and specialization were compared between both treatments for each species.

*Lynx rufus* was the only species to show significant differences when comparing both ecological niche analyses; *Leopardus pardalis*, *L. wiedii*, *Panthera onca* and *Puma yagouaroundi* produced constant values although for the latter they were inconsistent with the species known data. For *Puma concolor* the only difference was found in the marginality-building values. Thus, Mexico shows good environmental representation of the neotropical region but not so for the nearctic region, while the construction of a wide-ranging species niche model, such as *P. concolor*, generated conflicts to the algorithm based on a lack of capacity to identify patterns since it has few environmental limitations.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la distribución geográfica y ecológica de las especies de la familia Felidae es importante con miras a su protección y conservación ambiental (Wikramanayake *et al.*, 1998; Nowell, 2002), pero el uso indiscriminado de áreas geográficas diferentes para su análisis los hace susceptibles de proporcionar respuestas ecológicas diferentes y hasta contradictorias (Hirzel, 2002).

Se ha sugerido que al tratar con especies de amplia distribución se debe utilizar la extensión completa conocida de su presencia para obtener información de todo el intervalo ambiental que ocupan (Wikramanayake *et al.*, 1998; Sanderson *et al.*, 2002). Al modelar algunos nichos ecológicos en extensiones geográficas diferentes y comparar los resultados, se ha encontrado que puede variar su interpretación (Gillingham *et al.*, 2011, para escarabajos) y que es posible ignorar información importante sobre los extremos de las variables ambientales utilizadas, generando modelos sesgados o muy conservadores (Thuiller *et al.*, 2004, para árboles). Esta información; sin embargo, se limita a estudios realizados en Europa y con extensiones geográficas diferentes a la distribución completa de alguna especie, tales como localidades, países y continentes, mientras que los trabajos que hablan sobre la necesidad del uso de la distribución completa (Wikramanayake *et al.*, 1998; Sanderson *et al.*, 2002) se enfocan en establecer áreas prioritarias para la conservación.

Considerando que usualmente los modelos de nicho ecológico y, con ellos, las consideraciones para la conservación ambiental se circunscriben a territorios con límites políticos, el presente trabajo busca determinar y comparar las diferencias en los resultados obtenidos al construir el modelo de nicho de los felinos mexicanos en su distribución completa y en México, con el fin de determinar la validez de la construcción de modelos de nicho usando límites geográficos políticos y las posibles omisiones de información resultantes.

## ANTECEDENTES

### EL NICHO ECOLÓGICO

El área de distribución de una especie es una expresión compleja de su ecología e historia evolutiva, determinada por tres factores: 1) la distribución espacial de las condiciones ambientales favorables (condiciones abióticas), 2) el entorno biótico de la especie (competidores, depredadores, patógenos y disponibilidad y dinámica de los recursos) y 3) las regiones accesibles en las que la especie puede encontrarse. Estos factores interactúan dinámicamente y con diferente intensidad para producir la compleja entidad que conocemos como distribución geográfica de la especie (Soberón y Peterson, 2005). A partir del primero de ellos, Hutchinson (1957) distinguió el nicho fundamental, consistente en la distribución potencial de una especie basada únicamente en las condiciones ambientales que permiten la supervivencia de sus poblaciones (Begon, 2006; Schoener, 1989). Este nicho se ve reducido por efecto de la competencia y depredación en un área, generando el concepto de nicho concretado (*realized niche*), que incluye los elementos bióticos (Hutchinson, 1957; Soberón, 2007). Dado que los factores bióticos y abióticos tienen efecto sobre la especie en un área específica, pueden explicarse la distribución y los diferentes nichos de forma gráfica (Fig. 1), de modo que la región que reúne los factores bióticos, abióticos y el área geográfica adecuados se puede considerar óptima para la especie.

Entre los factores que definen el nicho, los elementos abióticos se tornan de mucho mayor importancia al considerar áreas geográficas mayores a aquellas en las que se pueden apreciar interacciones bióticas (Cuadro 1; Pearson y Dawson, 2003; Peterson, *et al.*, 2011), mientras que estas últimas son relevantes sólo en extensiones locales o menores (Araujo y Guisan, 2006; Soberón, 2007, Peterson, *et al.*, 2011).

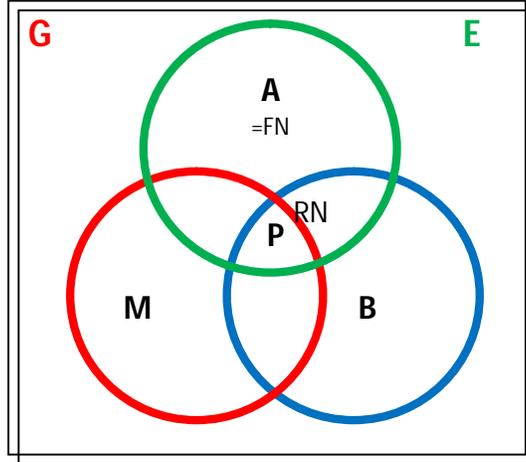


Figura 1. Diagrama BAM. El área de perímetro verde **A** representa la región geográfica con el conjunto apropiado de factores abióticos para la especie, que puede ser considerado como la expresión gráfica del nicho fundamental (FN) y es parte de un conjunto mayor **E** de condiciones abióticas globales. El área **B**, con perímetro azul, es la región donde se presenta la combinación correcta de especies en interacción.  $A \cap B$  representa el área geográfica del nicho concretado de la especie (RN, *realized niche*). **M**, en rojo, se compone de todas aquellas regiones en el mundo accesibles a la especie en un sentido ecológico, sin barreras al movimiento o colonización y que también es parte de un conjunto mayor, **G**, compuesto por la totalidad de la información geográfica.  $A \cap B \cap M = P$  es la región con el conjunto correcto de factores bióticos, abióticos y accesibilidad para la especie y es equivalente a su distribución geográfica (Modificado de Soberón y Peterson, 2005).

Cuadro 1. Ejemplo esquemático de cómo diferentes factores pueden afectar la distribución de las especies en escalas espaciales diferentes Modificado de Pearson y Dawson, 2003.

		Dominio de la escala						
		Global >10000 km <sup>2</sup>	Continental 2000-10000 km <sup>2</sup>	Regional 200-2000 km <sup>2</sup>	Paisaje 10-200 km <sup>2</sup>	Local 1-10 km <sup>2</sup>	Sitio 10-1000 m <sup>2</sup>	Micro < 10 m <sup>2</sup>
Variable ambiental	Clima	←————→						
	Topografía	←————→						
	Uso de suelo	←————→						
	Tipo de suelo	←————→						
	Interacciones bióticas	←————→						

Para las variables con efecto por encima de la escala local existe un número en incremento de datos para todo el planeta, tales como temperatura promedio, precipitación, radiación solar y muchos más, mientras que el resto siguen siendo producto de estudios de campo detallados para casos específicos y son difíciles de medir en áreas geográficas amplias (Whittaker *et al.* 2001). Esta diferencia en la abundancia, escala y extensión de la información provoca que, al utilizar un algoritmo computacional para generar un modelo de nicho, el análisis se base casi completamente en datos de naturaleza abiótica (Soberón y Peterson, 2005), haciendo muy importante el conocimiento de la biología de la especie en cuestión para poder interpretar los resultados correctamente (Soberón y Peterson, 2005, Peterson, *et al.*, 2011).

## **ESPACIO GEOGRÁFICO Y ESPACIO AMBIENTAL**

Al espacio geográfico (**G**), tanto el alcanzable por la especie (**M**) como a cualquier otra área, también le corresponde un espacio ambiental (subconjunto de **E**), es decir, los factores abióticos globales. Para su estudio, el espacio geográfico es dividido en una cuadrícula, en la que a cada celda le corresponde un valor único de cada una de las variables, describiendo así las características ambientales individuales de todas las celdas (Peterson, *et al.*, 2011).

La combinación exacta de valores presente en alguna celda puede encontrarse también en otra y, así, los ambientes pueden repetirse en regiones geográficas diferentes (Aspinall y Lees, 1994), por lo que el número de elementos existentes en el conjunto **E** puede no ser el mismo que el del conjunto **G**, dependiendo de la heterogeneidad de los gradientes ambientales, la resolución de la cuadrícula, el número de variables involucradas

y la precisión con la que éstas son medidas. Mientras menos variables sean utilizadas, se corre el riesgo de no observar elementos importantes para el nicho y producir modelos geográficos demasiado extensos, mientras que el uso de un número elevado de las mismas lleva a la redundancia entre las variables, generando datos repetitivos, modelos sobreajustados y nichos con tantas dimensiones que resultan innecesariamente complejos (Peterson, *et al.*, 2011).

La relación estrecha entre el espacio geográfico y su equivalente ambiental para describir el nicho, hace que tome tanta importancia para la especie como los factores bióticos, por lo que su manejo ha sido analizado en numerosas ocasiones, particularmente el tamaño de las celdas utilizadas para analizar el nicho de las especies (Rahbek, 2005; Birkhofer *et al.*, 2006; Guisan *et al.*, 2007; Hurlbert y Jetz, 2007; Gillingham *et al.*, 2011; Peterson, *et al.*, 2011), pero poco se ha hablado sobre la importancia de la extensión del área empleada para limitar el nicho ecológico en estudio. El utilizar una extensión geográfica muy reducida puede llevar a una interpretación equivocada si sólo se obtienen datos a partir de una sección de un gradiente ambiental. En algunos casos, incluso el uso de extensiones geográficas diferentes puede proporcionar respuestas contradictorias a una misma pregunta ecológica (Hirzel *et al.*, 2002).

## **LA EXTENSIÓN GEOGRÁFICA Y EL NICHOS**

Únicamente Thuiller *et al.* (2004) y Gillingham *et al.* (2011) han realizado trabajos sobre el efecto del uso de diferentes extensiones geográficas al generar modelos de nicho ecológico. En el primer caso, concluyeron que el uso de áreas geográficas restringidas para árboles de amplia distribución en Europa provoca que se ignore información importante

sobre los extremos de las variables ambientales utilizadas, produciendo modelos sesgados o muy restringidos. En el segundo, encontraron que las variables que describen con mayor precisión el nicho de 20 especies de la familia Carabidae en Reino Unido, son diferentes al utilizar como referencia tres sitios de captura que al contemplar el país completo. En regiones tropicales, los estudios sobre manejo de áreas prioritarias para la conservación hechos por Wikramanayake *et al.* (1998) y Sanderson *et al.* (2002) consideran la necesidad de contemplar el área de presencia completa al realizar trabajos con especies de amplia distribución, particularmente felinos, debido a la diversidad de ambientes y condiciones en los que se encuentran, y no limitarlos a regiones políticas, por lo que hace falta un análisis del modelo de nicho ecológico para este tipo de especies en su distribución completa.

### **ANÁLISIS DE FACTORES DEL NICHOS ECOLÓGICO**

En este trabajo, para determinar las variaciones en el espacio ambiental (**A**) como resultado del uso de áreas geográficas diferentes (**M**), se utilizó el Análisis de Factores del Nicho Ecológico (Ecological Niche Factor Analysis, ENFA; Hirzel *et al.*, 2002). Este presenta como una de sus características más importantes, el poder realizar un análisis de factores en las variables ambientales proporcionadas por el usuario, para prevenir las redundancias generadas por la posible relación entre ellas, evitando así un sobreajuste y reduciéndolas a elementos combinados que tengan un valor ecológico genuino, puesto que las variables ambientales no son independientes y los organismos se especializan de acuerdo a la interacción entre condiciones y no a un rango discreto de una sola variable (Hirzel *et al.*, 2002).

A partir del conjunto de todas las variables proporcionadas, el algoritmo construye geoméricamente un espacio multidimensional que representa al universo de condiciones

ambientales (**E**). Si las variables tienen una distribución normal, este espacio tendrá forma de un hiperelipsoide (Hirzel *et al.*, 2002). Cada una de las celdas del espacio geográfico es representada por un punto en este hiperespacio, pero, dado que un mismo ambiente puede encontrarse en varias regiones geográficas simultáneamente, un punto puede representar a más de una celda (Aspinall y Lees, 1994). Las celdas donde la especie focal fue observada constituyen un subconjunto de la distribución completa y son representadas gráficamente como puntos aislados de un hiperelipsoide más pequeño anidado en el global (Fig. 2; Hirzel *et al.*, 2002). Al completar la forma geométrica de este segundo hiperelipsoide se genera el nicho teórico de la especie, es decir, el espacio multidimensional donde ésta puede encontrarse.

El centroide (media) de este nicho teórico de la especie es el punto con las características óptimas para el máximo crecimiento de la especie (Maguire, 1973). La distancia entre este punto y el centroide del hiperelipsoide global es medida para generar el primer factor de varianza, conocido como la marginalidad, que se define como la diferencia de la media de los factores ambientales de la especie con respecto a la media de estos factores para toda la región en estudio. Si las condiciones de referencia cambian, su media también lo hará, haciendo que varíe la distancia con respecto al nicho ecológico de la especie (Fig. 3, Hirzel *et al.*, 2002). Del mismo modo, si hay un sesgo en la representación del nicho ecológico de la especie, su centroide puede ser calculado en una posición distinta con respecto a la información global.

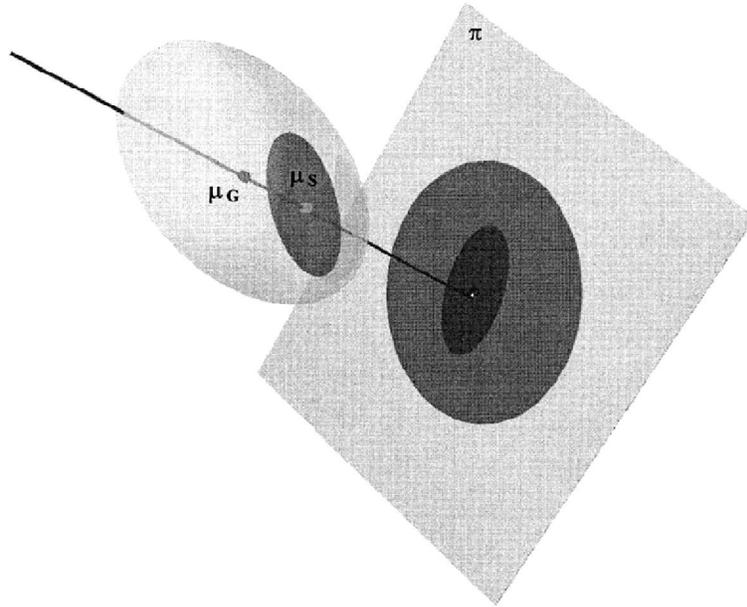


Figura 2. Interpretación geométrica del Análisis de Factores del Nicho Ecológico con tres dimensiones. Los datos provenientes de celdas cuadrangulares en el área de estudio son representados en un espacio tridimensional, cada dimensión dada por una variable ecogeográfica diferente. El elipsoide más claro y más grande representa la nube global de celdas, mientras que el elipsoide más pequeño y oscuro representa el subconjunto de celdas donde la especie fue observada. La línea recta que pasa por sus centroides ( $\mu_G$  y  $\mu_S$ ) es el factor de marginalidad. Para hacer una proyección bidimensional, las celdas son proyectadas en un plano  $\pi$  perpendicular, produciendo dos elipses. (Hirzel *et al.*, 2002).

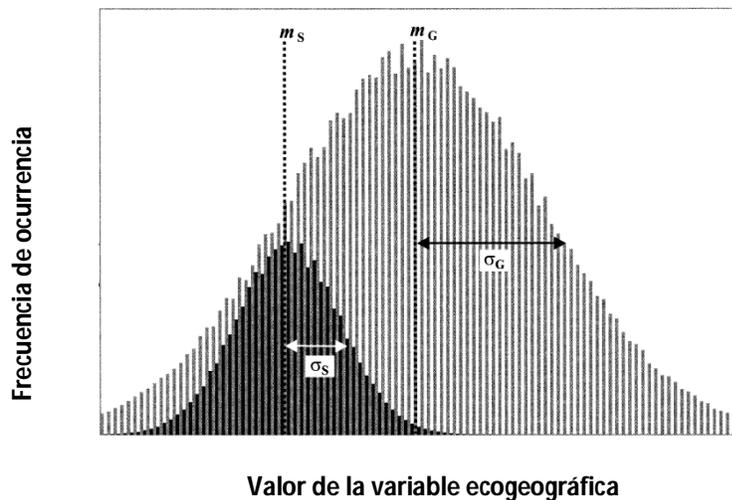


Figura 3. La distribución de la especie analizada (barras negras) y su media ( $m_S$ ) pueden diferir de la del resto del conjunto ( $M$ , barras grises) y su media respectiva ( $m_G$ ), permitiendo así definir la marginalidad. Puede diferir también en cuanto a desviaciones estándar ( $\sigma_S \neq \sigma_G$ ), definiendo así la especialización (Hirzel *et al.*, 2002).

El segundo valor generado por el análisis es la especialización, que consiste en la proporción dada por una desviación estándar de las condiciones ambientales de toda la zona ( $\sigma_G$ ) con respecto a la desviación estándar del área ocupada por la especie ( $\sigma_S$ ), explicando que la varianza en las condiciones del nicho modelado es menor que la varianza de las condiciones globales. Mientras más alto sea entonces el valor de la especialización, más restringido se encuentra el nicho ecológico con respecto a las variables ambientales (Hirzel *et al.* 2002).

Los valores de marginalidad y especialización que producen estos modelos permiten realizar una comparación de las características que definen el nicho ecológico de cada especie con respecto a las condiciones ambientales de la región geográfica de referencia y, por lo tanto, evaluar el resultado obtenido al usar áreas geográficas diferentes.

Una vez que se han calculado los valores de marginalidad y especialización, se obtienen los factores individuales que explican la varianza del nicho y muestran el peso que tiene cada variable en ellos. Cada uno de estos factores es un eje en el hiperelipsoide que maximiza la varianza de la distribución y es perpendicular al anterior, siéndolo el primero con respecto al eje de la marginalidad. Una vez que se ha calculado un eje se elimina una dimensión y se computa el siguiente hasta obtener por este medio un número de factores igual al número de variables utilizadas menos uno. Estos factores más la marginalidad dan un total de factores igual al número de variables proporcionadas por el usuario, pero sin relación entre ellos y concentrando la información en orden decreciente, por lo que generalmente los primeros explicarán la mayor parte de la varianza, haciendo que, aunque existan tantos factores como variables, sólo sean necesarios unos pocos para definir el nicho (Hirzel *et al.* 2002).

La construcción del modelo por este medio presenta la desventaja de una alta sensibilidad a la ausencia de registros en los extremos ambientales del nicho, restringiendo el hiperelipsoide correspondiente junto con sus márgenes, y generando el riesgo de ubicar el centroide en una posición errónea si es que solo se proporcionan registros marginales en una dirección (Jiménez-Valverde y Lobo, 2006). Este efecto se pretende eliminar con el uso de la mediana para la localización del centroide y no la media (Hirzel *et al.* 2002), reduciendo su posible sensibilidad a la presencia de valores extremos, pero incrementando su vulnerabilidad a sesgos en las muestras que concentren los registros en una región del nicho. Por estas razones, la muestra utilizada debe ser geográfica y ambientalmente homogénea, de forma que evite la aglomeración de registros en un área, y con ella, un mayor peso en las condiciones de la zona, al tiempo que requiere contar con datos en las regiones con información climáticamente más extrema de la distribución de la especie para representar mejor el intervalo de condiciones ambientales que cubre el nicho ecológico (Lobo, 2007).

Para hacer un análisis en algún elemento del nicho y sus variaciones en el modelo generado por este medio, es necesario conocer tanto como sea posible la biología de la especie, su distribución, ecología y acumular una muestra homogénea y suficiente de registros de su presencia, de forma que el análisis pueda ser juzgado a la luz de estos elementos y no sólo como un producto informático. Un taxón que acumula toda esa información y por lo tanto facilita un estudio como este es la familia Felidae (Wikramanayake *et al.* 1998; Sanderson *et al.* 2002).

## FAMILIA FELIDAE

Cada una de las especies de esta familia se caracteriza por muy extensas distribuciones y cubrir amplios territorios de forma individual (Ceballos y Oliva, 2005). Aunque los trabajos hechos por Wikramanayake *et al.* (1998) y Sanderson *et al.* (2002) únicamente consideran grandes felinos (*Panthera tigris*, tigre y *P. onca*, jaguar, respectivamente), son también los carnívoros medianos como *Leopardus pardalis* (ocelote), *L. wiedii* (margay, tigrillo), *Lynx rufus* (Lince rojo, gato montés) y *Puma yagouaroundi* (yaguarundi, jaguarundi, leoncillo) cuya presencia es relevante para la estructura de las comunidades, especialmente al considerar la conservación de ambientes terrestres (Terborgh, 1992; Terborgh *et al.* 1999; De Cassia Bianchi *et al.*, 2011), por lo que no se puede ignorar a especies de menor tamaño.

En México se distribuyen seis de las 36 especies de la familia Felidae en cuatro géneros, *Leopardus pardalis*, *L. wiedii*, *Lynx rufus*, *Panthera onca*, *Puma concolor* (puma) y *P. yagouaroundi* (Fig. 4). Todas estas especies están consideradas por documentos y organizaciones internacionales de protección ambiental, incluyendo la legislación mexicana a través de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como se muestra en el Cuadro 2.

A pesar de presentar notables coincidencias en su distribución geográfica y en las presas que consumen (De Villa Meza, 2002; Wang, 2002; Rinaldi, 2010; De Cassia Bianchi *et al.*, 2011), se ha descrito un claro reparto de hábitat y recursos que permite evitar la pérdida de energía y los riesgos de sus posibles encuentros, siendo *L. wiedii* un depredador completamente arborícola y principalmente nocturno (Kleiman y Eisenberg, 1973; Medellín y Equihua, 1998; de Oliveira, 1998b; de Oliveira, 2009), *L. pardalis* nocturno y con movimientos mayoritariamente sobre el suelo, prefiriendo coberturas vegetales densas

(Murray y Gardner, 1997; Di Bitetti, 2006; De Villa Meza, 2002) y *P. yagouaroundi* con actividad usualmente diurna y aceptando una mayor exposición ante coberturas vegetales menos abundantes (De Oliveira, 1998a; Tófoli *et al.*, 2009; De Cassia Bianchi *et al.*, 2011). Para *L. rufus* se ha reportado un reparto estable de territorio y con pocos conflictos con *L. pardalis* (Horne, 2009), debido a una selección de hábitat similar a la de *P. yagouaroundi* (De Oliveira, 1998a; Chamberlain, 2003; Tófoli *et al.*, 2009; De Cassia Bianchi *et al.*, 2011), mientras que *P. onca*, debido a su tamaño y peso muy superior (Seymour, 1989) no representa una competencia para los otros felinos al alimentarse de presas mucho más grandes, e incluso se convierte en un depredador para ellos (Garla, *et al.*, 2001; De Oliveira, 2002; Cavalcanti y Gese, 2009; Da Silveira *et al.*, 2010).

Tal vez la interacción más importante que se debe considerar al determinar la distribución de los felinos en América (y con ello su conservación) es el hábitat compartido de *P. concolor* con *P. onca*, pues se ha registrado que para evitar conflictos potencialmente letales, el primero evade el contacto (Schaller y Crawshaw, 1980; Monroy-Vilchis, 2009), prefiriendo establecerse en sitios inhóspitos, secos y descubiertos si es que *P. onca* está presente en los húmedos y con vegetación densa (Seymour, 1989; Harmsen, 2009).

Su condición de especies protegidas y en riesgo hace que el estudio de su nicho ecológico y distribución tenga implicaciones y aplicaciones directas en la conservación ambiental, por lo tanto, determinar si el territorio mexicano y los estudios realizados con respecto al nicho ecológico de los felinos, son en realidad representativos con respecto al nicho completo de estas especies, permitirá saber si los esfuerzos de conservación y los métodos de análisis de nicho ecológico son correctos y suficientes, no sólo en beneficio de los felinos, sino de todas las especies que tienen interacciones con ellos.

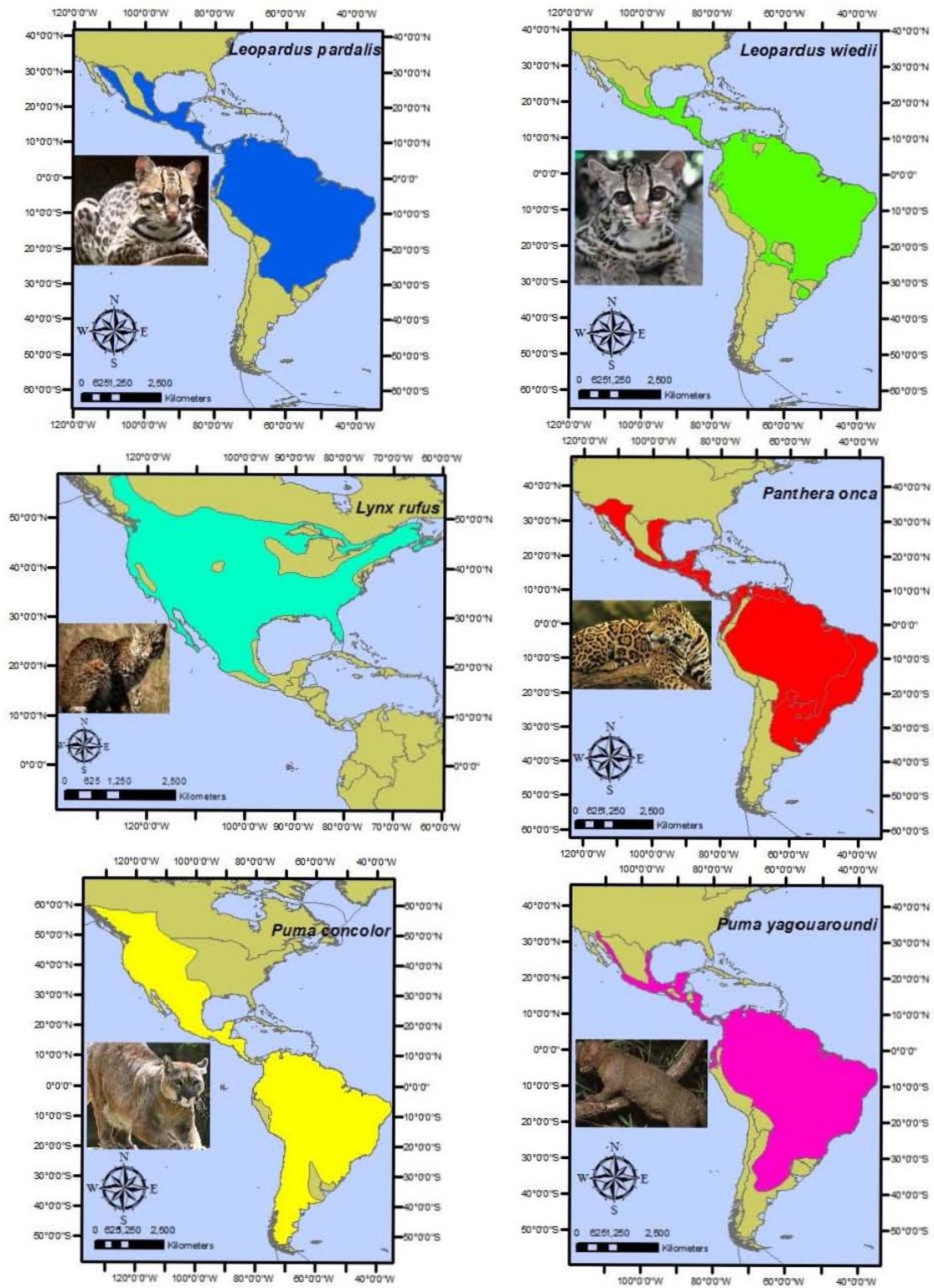


Figura 4. Distribución geográfica de las seis especies de felinos presentes en México (Obtenidos de Patterson *et al.*, 2007, <http://www.natureserve.org/getData/mammalMaps.jsp>)

Cuadro 2. Consideraciones internacionales y mexicana de riesgo y protección para las especies de la familia Felidae presentes en México (<http://cites.org/eng/app/index.php>; <http://www.iucnredlist.org/>; SEMARNAT, 2010).

	IUCN <a href="http://www.iucnredlist.org/">http://www.iucnredlist.org/</a>	CITES <a href="http://cites.org/eng/app/index.php">http://cites.org/eng/app/index.php</a>	NOM-059- SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010)
<i>Leopardus pardalis</i>	Least concern	Apéndice I	En peligro de extinción
<i>Leopardus wiedii</i>	Near threatened	Apéndice I	En peligro de extinción
<i>Lynx rufus</i>	Least concern	Apéndice II	Ninguna
<i>Panthera onca</i>	Near threatened	Apéndice I	En peligro de extinción
<i>Puma concolor</i>	Least concern	Apéndice II	Ninguna
<i>Puma yagouaroundi</i>	Least concern	Apéndice I	Amenazado

## **OBJETIVO GENERAL**

- Analizar las diferencias ambientales e implicaciones de la construcción del nicho ecológico de las especies de felinos distribuidos en México en su extensión geográfica completa y restringida al nivel nacional.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Producir una base de datos con los registros de las seis especies de la familia Felidae presentes en México a lo largo de su área de distribución.
- Generar los modelos de nicho ecológico para cada una de las seis especies de felinos presentes en México, considerando como marco geográfico tanto los límites políticos de México, como toda su distribución conocida.
- Determinar si existen diferencias en la importancia que tienen las diferentes variables sobre la varianza del nicho ecológico, producto del cambio en la extensión geográfica en la caracterización del nicho ecológico.
- Discutir las implicaciones biológicas de la construcción, uso y manejo de los nichos ecológicos en extensiones geográficas diferentes y su significado ambiental.

## MÉTODO

Se recopilaron todos los registros de observación o captura disponibles de cada una de las especies de felinos presentes en el territorio mexicano y en toda su área de distribución provenientes de bases de datos mastozoológicas mexicanas y extranjeras (ver agradecimientos).

Se georreferenciaron aquellas localidades que así lo requirieron al recuperar las coordenadas geográficas de su ubicación descrita por medio del gacetero en línea *Global Gazetteer Version 2.2* (<http://www.fallingrain.com/world/index.html>). Se eliminaron los registros cuya información resultó insuficiente para obtener localidades específicas y únicas, así como registros repetitivos y aquellos cuya ubicación fuera improbable (fuera de masas de tierra) o pertenecieran a ejemplares en cautiverio.

Para eliminar la autocorrelación geográfica de los datos (Dormann *et al.*, 2007), se generó una cuadrícula de un grado por lado sobre el mapa de distribución de los puntos para encontrar registros muy cercanos entre sí (Gentry *et al.*, 2011); considerando la capacidad de estas especies para cubrir territorios de hasta 25 km<sup>2</sup> de forma individual (Seymour, 1989), se eliminaron los datos dentro de aquellas celdas donde hubiera más de un registro, conservando sólo uno de ellos para reducir la agrupación de datos y tener una representación homogénea.

Se obtuvieron las coberturas para variables climáticas de valor biológico (bioclimáticas) a partir de los datos disponibles en línea del proyecto Worldclim (<http://www.worldclim.org/current>) y topográficas del proyecto Hydro1k para América ([http://eros.usgs.gov/#/Find\\_Data/Products\\_and\\_Data\\_Available/gtopo30/hydro](http://eros.usgs.gov/#/Find_Data/Products_and_Data_Available/gtopo30/hydro)), con una resolución aproximada de 1 km<sup>2</sup> (arco de 30 segundos, Cuadro 3).

Todas las variables y los registros de las especies se acotaron al área **M** de la especie en análisis, considerando los límites políticos de México, así como su distribución completa (Fig. 4).

Por medio del algoritmo ENFA, implementado en el sistema Biomapper 4.0.7.373 (Hirzel *et al.*, 2007; <http://www2.unil.ch/biomapper/>) se obtuvieron para cada especie dos valores de marginalidad, especialización y dos matrices con 24 factores de varianza (un grupo de valores por cada uno de los dos análisis realizado con cada especie). Los valores de marginalidad y especialización fueron comparados por medio de una proporción calculada por la división de la cifra obtenida para el análisis en México entre la obtenida para la distribución completa.

Para comparar los resultados, el valor obtenido en el factor de marginalidad de todas las variables fue graficado por especie. Al conjunto de estos valores por cada tratamiento (México y distribución completa) se le realizó una prueba de homocedasticidad para saber si presentan la misma varianza. Al encontrar que las varianzas no son significativamente diferentes, cada grupo de valores fue comparado contra el otro de la misma especie por una prueba *t de Student* de dos colas para muestras con igual varianza (Ritchey, 2001). El resto de los factores concentraron toda la información en muy pocas variables, por lo que sus valores pudieron compararse directamente.

Cuadro 3. Variables de temperatura, precipitación y topográficas empleadas para construir el modelo de nicho, variables obtenidas de Worldclim (<http://www.worldclim.org>) y Hydro1k ([http://eros.usgs.gov/#/Find\\_Data/Products\\_and\\_Data\\_Available/HYDRO1K](http://eros.usgs.gov/#/Find_Data/Products_and_Data_Available/HYDRO1K)).

<b>Variables de temperatura</b>	
Bio_1 Temperatura media anual	Bio_7 Intervalo de temperatura anual
Bio_2 Intervalo diurno medio	Bio_8 Temperatura media del trimestre más húmedo
Bio_3 Isotermalidad	Bio_9 Temperatura media del trimestre más seco
Bio_4 Estacionalidad de la temperatura	Bio_10 Temperatura media del trimestre más cálido
Bio_5 Temperatura máxima del mes más cálido	Bio_11 Temperatura media del trimestre más frío
Bio_6 Temperatura mínima del mes más frío	
<b>Variables de precipitación</b>	
Bio_12 Precipitación anual	Bio_16 Precipitación del trimestre más húmedo
Bio_13 Precipitación acumulada del mes más húmedo	Bio_17 Precipitación del trimestre más seco
Bio_14 Precipitación acumulada del mes más seco	Bio_18 Precipitación del trimestre más cálido
Bio_15 Estacionalidad de la precipitación	Bio_19 Precipitación del trimestre más frío
<b>Variables topográficas</b>	
h_dem Elevación	h_flowdir Dirección del flujo
h_topoind Índice topográfico compuesto	h_flowacc Acumulación de flujo
h_slope Pendiente	

## RESULTADOS

La cantidad de registros recopilados por especie, junto con el número de datos que fueron conservados una vez que las muestras fueron tratadas para eliminar la correlación geográfica, se muestra en el Cuadro 4 y la distribución de estos puntos una vez homogeneizada la muestra de cada especie se muestra en la figura 5.

Los valores calculados de especialización bajo ambos análisis para cada una de las seis especies, así como la proporción existente entre ellos, se muestran en el Cuadro 5, mientras que los valores de marginalidad, junto con su comparación, se encuentran en el Cuadro 6.

Con excepción de *P. yagouaroundi*, la especialización de cada especie es menor al realizar el análisis en su distribución completa, suponiendo en esos casos que el nicho se observa más restringido ambientalmente al analizarlo dentro de México. En el país, el valor más bajo corresponde a *L. pardalis* y muy de cerca a *P. concolor*, al tiempo que el más elevado pertenece a *L. rufus*. En la distribución completa, la especialización más baja la presenta *P. concolor* y la más alta *P. yagouaroundi*.

Se puede apreciar que las proporciones en la especialización de *L. rufus* y *P. concolor* son mucho mayores que para el resto de las especies, lo que indica que el nicho ecológico de estas especies presenta una diferencia más importante con el cambio de extensión geográfica que el resto.

La marginalidad es también inferior para los análisis en distribución completa, excepto para *L. rufus* y *P. concolor*, que además muestran los valores más bajos para México, por lo que sus proporciones se invierten con respecto al resto y destacan junto con la de *P. yagouaroundi*, pero en este caso es este el que muestra la proporción más elevada,

nuevamente implicando que los nichos ecológicos de *L. rufus*, *P. concolor* y *P. yagouaroundi* sufren el cambio más importante.

*L. rufus* y *P. concolor* son las dos únicas especies que no presentan una distribución estrictamente Neotropical, indicando que el centroide calculado para el nicho de estas dos especies es más cercano a la media de las condiciones mexicanas que a la de sus respectivas distribuciones.

Los factores de varianza a partir de los cuales se calcularon los valores anteriores muestran en todos los casos una misma tendencia, en la que sólo el primer factor, correspondiente a la marginalidad, presenta cifras diferentes de cero para todas las variables, mientras que el resto de los factores, que corresponden a la especialización, están constituidos por ceros con excepción de los valores para la temperatura máxima del mes más cálido, la temperatura mínima del mes más frío y el intervalo de temperatura anual (anexos 1 a 12). El que la descripción de los nichos y su especialización concentren su varianza en esas tres variables indica que los valores extremos de la temperatura definen la estructura y posición ecológica del nicho con respecto a las condiciones ambientales globales (Cuadro 7).

Cuadro 4. Número de registros obtenidos para cada una de las especies en estudio y cantidad conservada con la muestra homogénea.

<b>Especie</b>	<b>Número total de registros</b>	<b>Número de registros en México</b>	<b>Número de registros totales homogéneos</b>	<b>Número de registros homogéneos en México</b>
<i>Leopardus pardalis</i>	411	142	230	62
<i>Leopardus wiedii</i>	254	102	123	37
<i>Lynx rufus</i>	789	103	376	60
<i>Panthera onca</i>	348	142	143	59
<i>Puma concolor</i>	1216	101	407	57
<i>Puma yagouaroundi</i>	171	94	103	42

Destaca que en cada variable los valores son los mismos en todos los análisis realizados en México, a pesar de tratarse de especies diferentes, sucediendo lo mismo en los generados en la región neotropical. Estos datos redundantes, junto con la presencia dominante de ceros en los factores de especialización, hace que los valores calculados en el primer factor se tornen más importantes al ser los únicos que explican las diferencias entre los modelos y pueden ser comparados para cada especie como se muestra en la figura 6. Los resultados de la prueba *t de Student* para comparar ambos grupos de valores para el factor de marginalidad se muestran en el cuadro 8.

Estos resultados indican que únicamente los valores de los análisis para *L. rufus* presentan una diferencia significativa, por lo que en todos los demás casos no podemos rechazar la hipótesis de igualdad entre ambos análisis.

Las proyecciones geográficas de los modelos de nicho construidos se muestran en los anexos 13 a 18.

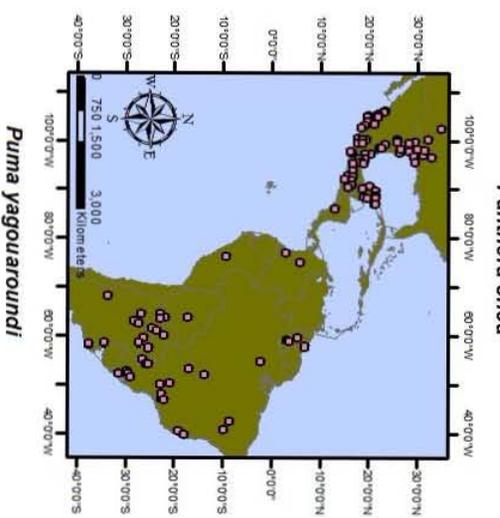
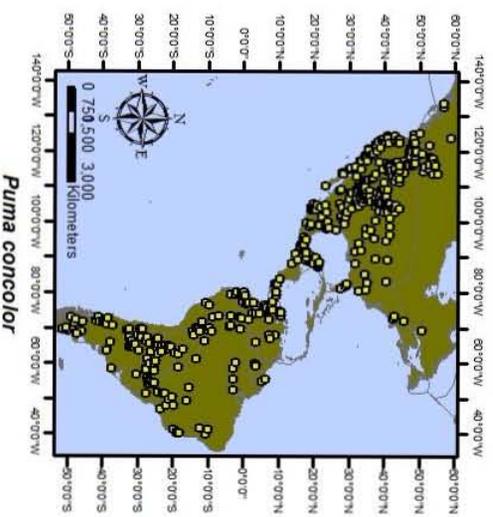
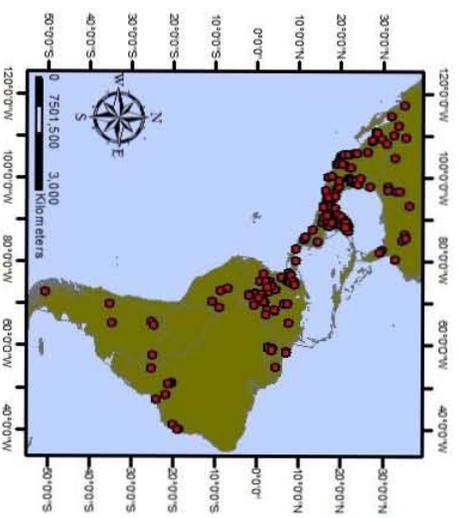
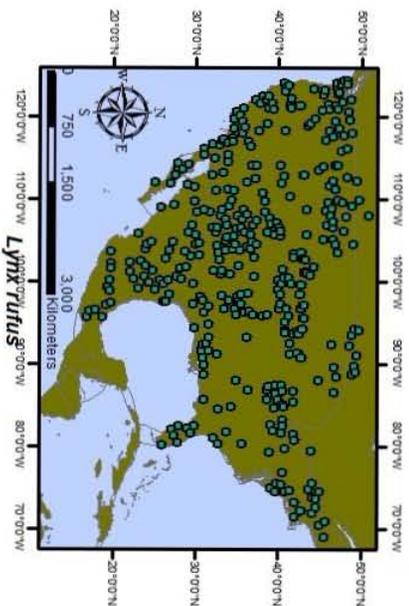
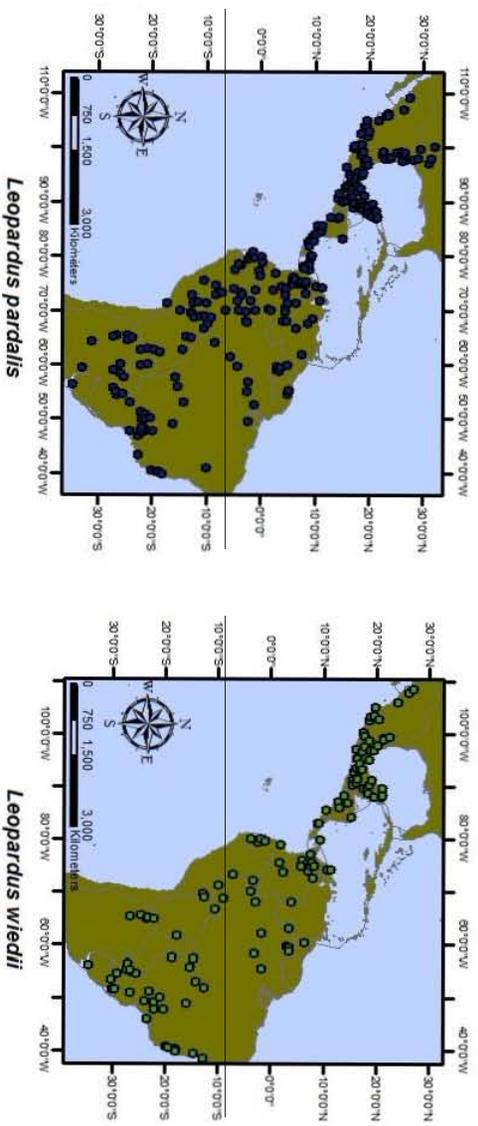


Figura 5. Registros puntuales producto de la base de datos recopilada obtenidos para cada especie.

Cuadro 5. Valores de especialización para cada una de las seis especies en estudio tras modelar su nicho ecológico en territorio mexicano y en su distribución completa y la proporción calculada entre ambos.

	<b>Especialización</b>		
	<b>México</b>	<b>Distribución completa</b>	<b>Proporción (<math>S_{Mex}/S_{Dist}</math>)</b>
<i>Leopardus pardalis</i>	2.06	1.979	1.04092976
<i>Leopardus wiedii</i>	6.443	2.865	2.24886562
<i>Lynx rufus</i>	10.371	1.905	5.44409449
<i>Panthera onca</i>	3.312	1.51	2.19337748
<i>Puma concolor</i>	2.103	0.65	3.23538462
<i>Puma yagouaroundi</i>	5.079	21.617	0.23495397

Cuadro 6. Valores de marginalidad al modelar el nicho ecológico de las seis especies de felinos en territorio mexicano y en su distribución completa y la proporción existente entre ellos.

	<b>Marginalidad</b>		
	<b>México</b>	<b>Distribución completa</b>	<b>Proporción (<math>M_{Mex}/M_{Dist}</math>)</b>
<i>Leopardus pardalis</i>	1.883	1.187	1.58635215
<i>Leopardus wiedii</i>	1.828	1.161	1.57450474
<i>Lynx rufus</i>	0.691	1.408	0.49076705
<i>Panthera onca</i>	1.345	0.951	1.41430074
<i>Puma concolor</i>	0.52	0.981	0.53007136
<i>Puma yagouaroundi</i>	1.713	0.767	2.23337679

Cuadro 7. Valor de aporte a la varianza de la especialización asignado por ENFA a las variables (15.bio\_5: temperatura máxima del mes más cálido; 16.bio\_6: temperatura mínima del mes más frío; 17.bio\_7: intervalo de temperatura anual).

	<b>15.bio_5</b>	<b>16.bio_6</b>	<b>17.bio_7</b>
<i>Leopardus pardalis</i> (México)	0.4	0.65	0.646
<i>Leopardus pardalis</i> (Neotrópico)	0.32	0.699	0.639
<i>Leopardus wiedii</i> (México)	0.4	0.65	0.646
<i>Leopardus wiedii</i> (Neotrópico)	0.32	0.699	0.639
<i>Lynx rufus</i> (México)	0.4	0.65	0.646
<i>Lynx rufus</i> (Norteamérica)	0.401	0.767	0.501
<i>Panthera onca</i> (México)	0.4	0.65	0.646
<i>Panthera onca</i> (Neotrópico)	0.32	0.699	0.639
<i>Puma concolor</i> (México)	0.4	0.65	0.646
<i>Puma concolor</i> (América)	0.322	0.774	0.546
<i>Puma yagouaroundi</i> (México)	0.4	0.65	0.646
<i>Puma yagouaroundi</i> (Neotrópico)	0.32	0.699	0.639

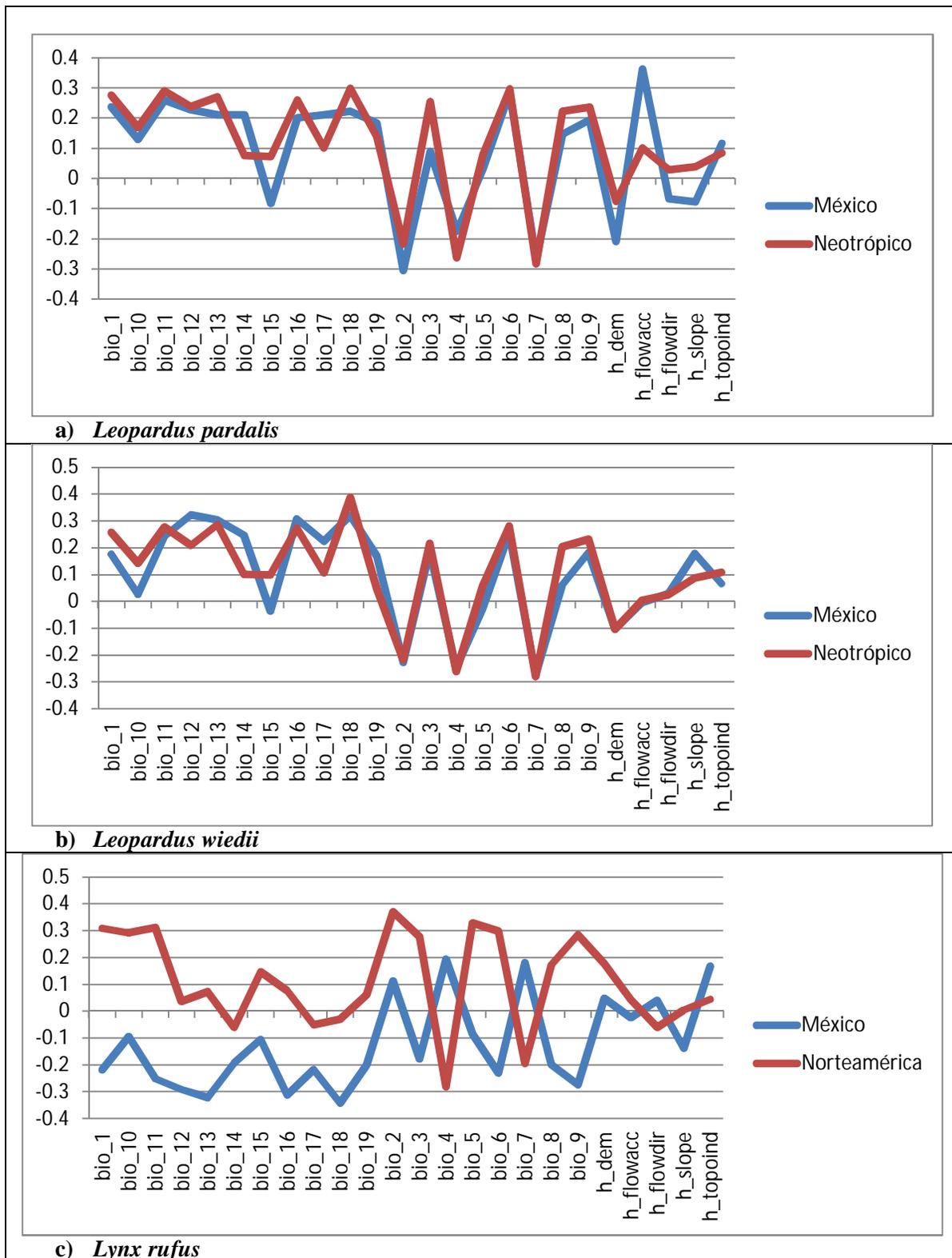


Figura 6. Comparación de los valores asignados por ENFA a las variables utilizadas para construir el modelo de nicho ecológico bajo ambos tipos de límites geográficos a cada una de las especies. Se observan cifras y tendencias cercanas bajo ambos tratamientos en las especies con distribución neotropical.

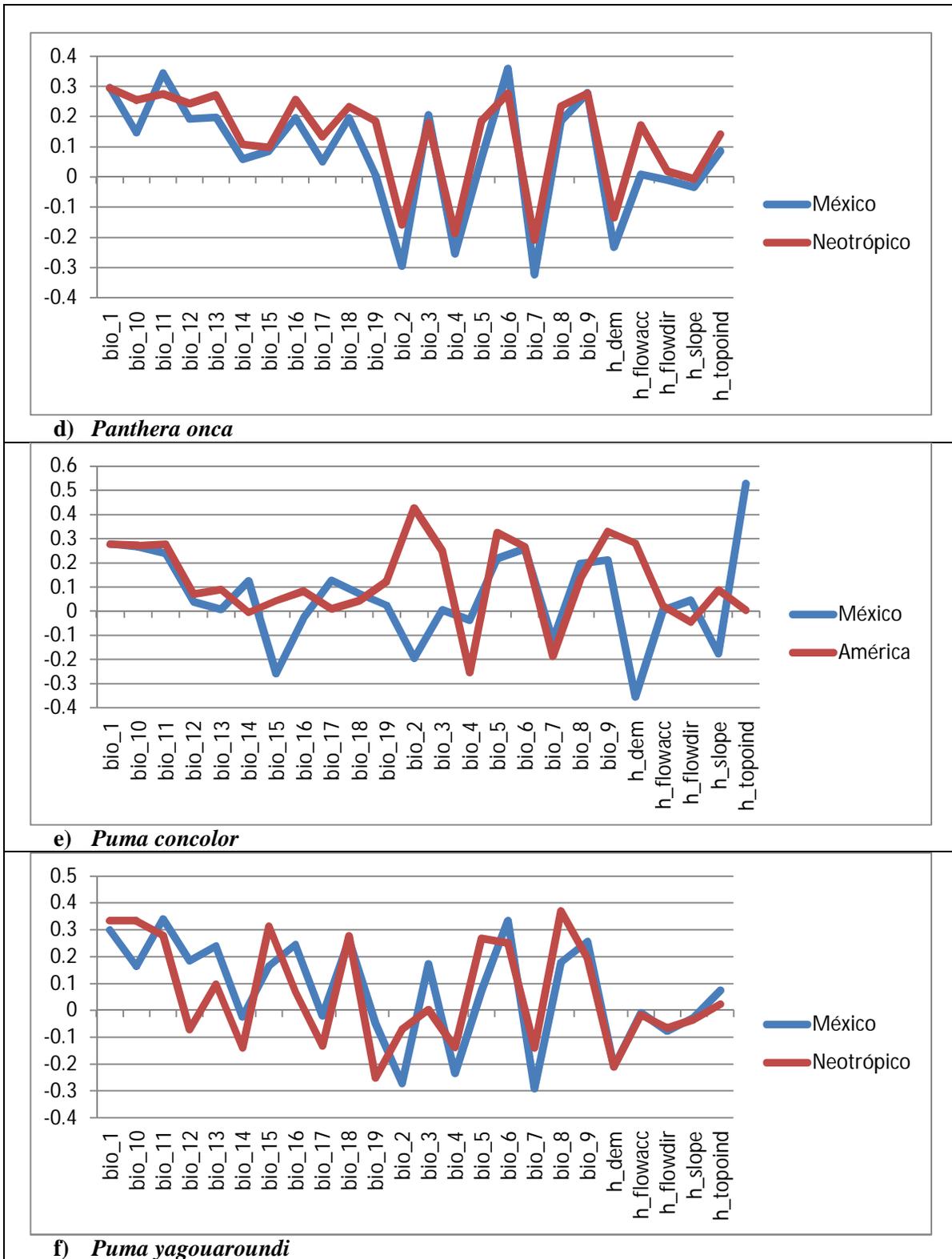


Figura 6 (continuación). Gráfica comparativa de los valores asignados por cada análisis ENFA a las variables utilizadas para construir el modelo de nicho ecológico bajo ambos tipos de límites geográficos a cada una de las especies. Se observan cifras y tendencias cercanas bajo ambos tratamientos en las especies con distribución neotropical.

Cuadro 8. Resultados de la prueba t realizada para comparar los valores asignados en el factor de marginalidad a cada especie por ambos análisis efectuados.

<b>Especie</b>	<b>Resultado de la prueba t</b>
<i>Leopardus pardalis</i>	<b>p= 0.65981331</b>
<i>Leopardus wiedii</i>	<b>p= 0.902278115</b>
<i>Lynx rufus</i>	<b>p= 0.0000249208</b>
<i>Panthera onca</i>	<b>p= 0.28586314</b>
<i>Puma concolor</i>	<b>p= 0.26192479</b>
<i>Puma yagouaroundi</i>	<b>p= 0.86509444</b>

## DISCUSIÓN

A pesar de ser especies diferentes, la mayoría de los seis felinos distribuidos en México presentan notables similitudes, tanto en su distribución (Seymour, 1989; Murray y Gardner, 1997; De Oliveira, 1998a; De Oliveira, 1998b) como en sus hábitos (De Villa Meza, 2002; Wang, 2002; Rinaldi, 2010; De Cassia Bianchi *et al.*, 2011), haciendo que los registros de presencia de las cuatro especies estrictamente neotropicales (*L. pardalis*, *L. wiedii*, *P. onca* y *P. yagouaroundi*) se muestren muy semejantes en los mapas. Los registros para *L. rufus* presentan una distribución geográfica congruente con la distribución previamente descrita de la especie (Hall, 1981; Larivière y Walton, 1997), mientras que para *P. concolor* casi la totalidad del continente cuenta con datos en una forma similar a la información previa de su presencia (Currier, 1983; Hornocker y Negri, 2010). En todos los casos, la cantidad de datos disponibles, que supera los 30 registros por especie, y su amplia distribución geográfica, permiten suponer que la muestra es suficiente para generar los modelos de nicho ecológico, pues se puede pensar que abarcan una cantidad adecuada de información (Wisiz, 2008), aunque eso no asegura que cubran toda la información geográfica..

Los modelos usados para analizar el espacio ambiental en la comparación de espacios geográficos, no permitieron evaluar las relaciones entre los valores de los factores de especialización, ya que fueron todos iguales de acuerdo a la geografía de referencia. Considerando el método de cálculo de los factores (Hirzel *et al.* 2002), esto implica que son dependientes de las condiciones ambientales del espacio geográfico y no de las existentes en los puntos de registro de la especie.

Los análisis por cada especie mostraron que la relación entre las condiciones físicas del nicho ecológico y las existentes en el área de estudio, son muy similares para *L. pardalis*, *L. wiedii* y *Panthera onca*, sea que los análisis se realicen en México o en su distribución completa. Debido a la distribución de estas especies, en su mayor parte coincidente (Seymour, 1989; Murray y Gardner, 1997; De Oliveira, 1998b), las semejanzas en el nicho ecológico de una con respecto a las otras claramente tienen fundamento en su geografía común. En estos tres casos, los valores de especialización sugieren que el nicho ecológico se encuentra más restringido ambientalmente con respecto al área total en los modelos realizados en México, lo que puede explicarse por una ausencia de valores extremos en las variables (Thuiller *et al.*, 2004); es decir, en México no se encuentra la totalidad del intervalo de condiciones físicas que definen al nicho de estas especies, ya que muchos de los tipos de vegetación y ambientes de la región neotropical no se encuentran en el país (Stotz *et al.*, 1996). Sin embargo, esta ausencia de valores no significa que el modelo sea erróneo, ya que la comparación entre los valores del factor de marginalidad mostró que no hay una diferencia significativa entre ambos análisis y las cifras más altas y bajas en ambos casos corresponden a las mismas variables. En los términos de la definición del nicho ecológico basada en tres factores fundamentales (Soberón y Peterson, 2005), esto significa que el conjunto **A** del nicho ecológico para *L. pardalis*, *L. wiedii* y *P.onca* está incompleto en México pero bien representado con respecto a su distribución completa. En los tres casos, ambos análisis muestran mayor importancia en las variables de temperatura, precipitación y estabilidad térmica, lo que sugiere un nicho ecológico con altas temperaturas, lluvias abundantes y pocas variaciones en las primeras durante periodos anuales. Estas similitudes en las características del nicho ecológico en escalas superiores a la local, así como las distribuciones geográficas altamente coincidentes (anexos 13, 14 y

16) muestran nuevamente que aquél es muy similar entre las tres especies, haciendo que los esfuerzos de protección y conservación dirigidos hacia una de ellas sirva para las otras dos (Gittleman *et al.*, 2001), lo que resulta de particular importancia al considerar que la cantidad de información disponible para *L. wiedii* está muy restringida en comparación de la existente para *P. onca* (Salazar-Gómez, 2008), el cual se encuentra bajo numerosos programas y estudios de conservación (Medellín, *et al.*, 2002).

A pesar de estos resultados coincidentes, bajo las descripciones detalladas de la biología de estas tres especies, las diferencias en sus necesidades ambientales y nichos se hacen evidentes. El reparto de recursos de *L. pardalis*, *L. wiedii* y *P.onca* implica una notable distinción en sus nichos ecológicos en una escala local, ya que el segundo no sólo es un felino arborícola (De Oliveira, 1998b, Aranda, 2005c), sino que su presencia se encuentra limitada por la cobertura vegetal (Medellín y Equihua, 1998), mientras que para los otros dos se describe una muy amplia variedad de hábitats (Seymour, 1989; Murray y Gardner, 1997; Aranda, 2005b; Chávez Tovar *et al.*, 2005). Encontrar similitudes importantes entre los modelos de estas especies se debe entonces a que las diferencias de nichos se presentan en escalas inferiores a las de este estudio (Whittaker *et al.* 2001 Araujo y Guisan, 2006; Soberón, 2007, Peterson, *et al.*, 2011). Aunque no fueron utilizadas variables que respondan directamente a esos cambios, tales como la cobertura vegetal, los modelos pueden reflejar su efecto a través de las variaciones en las condiciones físicas de forma indirecta (Peterson, *et al.*, 2011), explicando así que *L. wiedii* presente valores tan elevados de especialización en cada análisis.

*P. yagouaroundi*, a pesar de ser también una especie estrictamente neotropical y contar con una distribución muy similar a las especies anteriores (De Oliveira, 1998a), presenta un caso diferente. Las tendencias de los valores de especialización son inversas a

las del resto de las especies. El valor generado en el análisis realizado en México es uno de los más altos entre las especies neotropicales, contrario a la amplia variedad de hábitats en la que se ha reportado la presencia de la especie (Peterson y Pine, 1982; Zapata, 1982; Schaller, 1983; Willig y Mares, 1989; De Oliveira, 1998a; Aranda, 2005a; Tófoli *et al.*, 2009; De Cassia Bianchi *et al.*, 2011), pero es cuatro veces mayor en el análisis en su distribución completa, lo que lo hace aún más contradictorio. Estos resultados pueden explicarse por condiciones ambientales altamente homogéneas y restringidas en cuanto a la cantidad de información que proporcionan en los puntos de registro (Thuiller, *et al.*, 2011). Esto significa que aunque la muestra no parece ser insuficiente por el número de datos (Wisn, 2008), sí representa sólo una porción del intervalo ambiental del nicho ecológico de *P. yagouaroundi* y una predominancia de datos en una porción reducida de este, haciendo que su nicho ecológico parezca mucho más restringido de lo que se conoce. Por otro lado, la marginalidad en ambos análisis muestra valores bajos, pero la diferencia entre ellos es la mayor de las seis especies a pesar de no mostrar una diferencia significativa entre los valores de las variables en el factor de marginalidad. La aparente homogeneidad de los datos de origen y el cambio más notorio en la marginalidad de un análisis al otro, sugieren la necesidad de realizar más búsquedas y registros de esta especie en áreas con condiciones distintas a las que predominan en los datos utilizados aquí (Peterson *et al.*, 2011). Los datos en el factor de marginalidad producidos por ambos análisis, muestran la misma tendencia que para *L. pardalis*, *L. wiedii* y *P. onca*, con una notable importancia de las variables de temperatura, precipitación, y fluctuaciones de las mismas, sugiriendo también un nicho ecológico en el que se aprecian altas temperaturas y lluvias elevadas, así como pocas variaciones en las magnitudes de ambas. Dada esta coincidencia, sumada a la geográfica

(anexo 18) podemos entonces considerar que esta especie se puede beneficiar de la protección realizada a *P. onca* (Gittleman *et al.*, 2001).

Para *L. rufus* y *P. concolor* los datos obtenidos son muy diferentes. En estas especies se observan los más importantes cambios en los valores de especialización entre ambos análisis y los únicos casos en los que aumenta la marginalidad al realizar el análisis en la distribución completa. Para *L. rufus* se aprecia la más alta especialización en México, a pesar de haberse registrado su presencia en una gran variedad de hábitats y tipos de vegetación (Larivière y Walton, 1997; Romero, 2005). Sin embargo, la región mexicana que corresponde a la distribución descrita de la especie está principalmente dominada por los bosques de coníferas, matorral xerófilo y pastizal, los que por sus condiciones ambientales y físicas contrastan con los bosques tropicales presentes en el resto de México (Rzedowski, 1978), que muestran valores mucho más elevados en las variables de precipitación y temperatura media, explicando entonces la restricción ambiental que describe el modelo, ya que los valores extremos de la región neotropical hacen que el intervalo que cubre el nicho ecológico de *L. rufus* sea menos extenso. Por otro lado, el valor de marginalidad, uno de los más bajos de todos los análisis, indica que el nicho ecológico de la especie está más cerca de la media de las condiciones mexicanas que las cuatro especies neotropicales mencionadas anteriormente, indicando que este nicho ecológico no cubre valores extremos que se encuentran en el área (Rzedowski, 1978; Stotz *et al.*, 1996) en ambos sentidos con respecto a la media. Los valores calculados para las variables en el factor de marginalidad (Fig. 6c) sugieren un nicho ecológico caracterizado por temperaturas y precipitaciones por debajo de la media, con notorias variaciones anuales y alta capacidad de acumulación de agua en el terreno.

Los valores calculados al realizar el análisis en la distribución completa de *L. rufus* muestran un escenario muy distinto. La proporción entre los valores de especialización muestran que esta especie tiene el mayor cambio hacia un valor inferior tras el cambio de geografía y, como ya se mencionó, un incremento en la marginalidad, presentando el valor más alto de la misma y que sugiere notablemente un nicho ecológico mucho menos restringido y tendiente hacia un conjunto de condiciones que no corresponden a las de la media. De acuerdo con la regionalización ambiental del área (Rzedowski, 2005; Sánchez Osés y Pérez Hernández, 2005), y al uso de medianas para calcular los centroides (Hirzel *et al.*, 2002), esto se debe a la presencia geográficamente abundante de valores extremos en regiones de Norteamérica que no incluyen la presencia de *L. rufus* de acuerdo con su distribución conocida (Hall, 1981; Larivière y Walton, 1997). Sin embargo, a pesar de estos valores limítrofes, la menor restricción del nicho ecológico sugiere que este cubre un importante intervalo de condiciones ambientales, al contrario de lo observado en México. Los valores calculados para cada variable en el factor de marginalidad indican que el nicho de esta especie consiste en áreas con temperaturas por encima de la media, y que tienen pocas variaciones en el tiempo, destacando que, a diferencia del análisis anterior, pierden importancia la precipitación y la capacidad del terreno para acumular agua. La comparación de ambos factores de marginalidad mostraron a esta como la única especie de las seis analizadas que presenta una diferencia significativa entre sus valores, y, por lo tanto, se puede suponer que la región neártica no cuenta con una representación ecológica suficiente en territorio mexicano en comparación con la existente de la región neotropical, lo cual también puede apreciarse en el notorio cambio en la interpretación ambiental del nicho a partir de los valores generados por el modelo. Al trasladar estos modelos a la geografía (anexo 15), se aprecia una importante caída en la aptitud del territorio mexicano para

sostener poblaciones de la especie en comparación con áreas más al Norte, lo que coincide con el trabajo realizado por Bárcenas-Rodríguez (2010), quien encontró que el tamaño de las poblaciones en México es reducido, mientras que es mucho mayor en las estadounidenses (Nielsen y Woolf, 2001; Chamberlain *et al.*, 2003), por lo que se puede sugerir la necesidad de revisar la legislación mexicana en cuanto al estado de conservación de *L. rufus* en el país.

En el caso de *P. concolor*, la especialización y marginalidad presentan algunos de los valores más bajos entre los análisis realizados, pero la diferencia entre ellos es una de las mayores en proporción. Un nicho ecológico tan poco restringido ambientalmente se debe claramente a que la especie se distribuye en casi todo el continente (Currier, 1983; Hornocker y Negri, 2010), cubriendo todas las condiciones existentes en México.

La comparación entre los valores de las variables en el factor de marginalidad muestra que no hay una diferencia significativa entre los dos análisis, pero se debe considerar que esta prueba evalúa al conjunto de todos los valores y no su posición individual (Gotelli y Ellison, 2004), por lo que se debe observar que, aunque coincide la importancia de las temperaturas elevadas, existen marcadas diferencias en los valores de tres variables diferentes: el intervalo diurno medio (Bio\_2), altitud (h\_dem) y el índice topográfico (h\_topoind), siendo particularmente importante el valor de la última en el análisis realizado en México, que, aunque corresponde a una escala diferente (Pearson y Dawson, 2003), coincide con la preferencia de hábitat de *P. concolor* por áreas escarpadas donde pueda acechar y esconderse (Chávez-Tovar, 2005), sugiriendo un posible efecto de esta conducta sobre el nicho ecológico de *P. concolor* en escalas superiores a la local, de forma similar al efecto del uso de variables físicas para caracterizar la distribución geográfica de los diferentes tipos de vegetación (Peterson *et al.*, 2011), mientras que el

modelo generado en el continente sólo muestra valores destacados en variables de temperatura, lo que hace suponer que es más certero el modelo realizado en México. Al construir modelos de nicho ecológico, las especies pandémicas generan resultados dudosos, ya que complican el proceso de identificación de patrones particulares (Stockwell y Peterson, 2002) y, en este caso, resulta más confiable el modelo construido en una porción del área de distribución completa por su consistencia con la información de la especie. La dificultad para generar el modelo de nicho ecológico para *P. concolor*, junto con la predominancia de una aptitud baja a media calculada en el territorio mexicano para sostener poblaciones de la especie (anexo 17) y la competencia, conflictos y evasión que presenta frente a *P. onca*, llevan a pensar que su distribución se encuentra más restringida de lo descrito, y, por lo tanto, al igual que para *L. rufus*, se sugiere una revisión a las consideraciones hacia programas de conservación de la especie por parte de la legislación mexicana.

Para las seis especies, al analizar los modelos fuera de México, la interpretación del nicho debe considerar las interacciones y competencia con otros felinos no considerados en este estudio, de la misma forma en que aquí fueron contempladas para los presentes en el país.

De acuerdo con el funcionamiento del ENFA (Hirzel *et al.*, 2002), en el 95% de los casos la marginalidad se encuentra en valores entre 0 y 1, pero en este estudio más de la mitad exceden la unidad, implicando que, en la mayoría de los casos, el centroide del nicho ecológico de los felinos distribuidos en México (y con él, las condiciones óptimas para cada especie) se encuentra muy lejano a la media ambiental mexicana e incluso de su distribución completa. Semejante interpretación se opone claramente a la buena representación que mostró la región neotropical sobre el territorio mexicano y más aún a la

muy amplia distribución de cada una de estas seis especies (Hall, 1981; Currier, 1983; Seymour, 1989; Larivière y Walton, 1997; Murray y Gardner, 1997; De Oliveira, 1998a; De Oliveira, 1998b; Hornocker y Negri, 2010), lo que puede explicarse porque el centroide calculado por el algoritmo es un valor único. El análisis de factores se basa en que los organismos se especializan de acuerdo a la interacción entre condiciones y no a un intervalo discreto de una sola variable (Hirzel *et al.*, 2002), pero contempla el óptimo del nicho ecológico como el único valor del centroide, que, aunque puede encontrarse en muchos sitios geográficos a la vez (Aspinall y Lees, 1994), ignora la capacidad flexible de las especies para encontrar un óptimo ambiental no en un punto con un conjunto estático de condiciones, sino en un intervalo cuya amplitud depende de la biología de cada una (Yañez-Arenas *et al.*, 2012; Martínez-Meyer *et al.*, 2013), por lo que el conjunto de condiciones óptimo para la especie puede ser ambientalmente amplio, geográficamente muy extenso y dependiente de variables distintas a las evaluadas, tales como la abundancia de presas y tipo de vegetación (Yañez Arenas *et al.*, 2012), particularmente con especies para las que se ha registrado la capacidad para subsistir en ambientes muy diversos, haciendo poco viable el uso de un centroide discreto para evaluar el nicho ecológico de las especies y necesaria la determinación de uno ambientalmente más extenso y biológicamente más significativo.

Por todo lo anterior, podemos entonces señalar como elementos principales de este trabajo la buena representación que muestra el territorio mexicano sobre el nicho ecológico de las especies de la familia Felidae con una distribución neotropical, tendencia opuesta para el caso de *L. rufus*, con distribución neártica, mientras que la construcción del modelo de nicho ecológico para especies de distribución tan amplia como *P. concolor* se complica al no poder identificar patrones que lo definan. Para estas dos últimas especies, la

información obtenida sugiere la necesidad de revisar el nivel de protección que la legislación mexicana les otorga. En todos los casos, la marginalidad calculada resulta engañosamente elevada, lo que podría corregirse si se usara como óptimo ambiental una región dentro del hipervolumen que constituye al nicho ecológico y no un valor discreto (centroide).

## BIBLIOGRAFÍA

- Aranda, M. 2005a. *Herpailurus yagouaroundi* (Lacépède, 1809). En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Aranda, M. 2005b. *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758). En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Aranda, M. 2005c. *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821). En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Araujo, M. B. y A. Guisan. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modeling. *Journal of Biogeography* 33: 1677-1688.
- Aspinall, R. y B.G. Lees. 1994. Sampling and analysis of spatial environmental data. En Waugh, T. C. y R.G. Healey, editors. *Proceedings of the Sixth International Symposium on Spatial Data Handling*. University of Edimburgh, Edimburgh. Reino Unido.
- Bárcenas-Rodríguez, H.V. 2010 Abundancia y dieta del lince (*Lynx rufus*) en seis localidades de México. Tesis de maestría. Instituto de Ecología. UNAM.
- Begon, M., Townsend, C.R. y Harper, J.L. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford.

- Birkhofer, K.; J.R. Henschel y S. Scheu. 2006. Spatial-pattern analysis in a territorial spider: evidence for multi-scale effects. *Ecography* 29: 641-648.
- Cavalcanti, S.M.C. y E.M. Gese. 2009. Spatial Ecology and Social Interactions of Jaguars (*Panthera onca*) in the Southern Pantanal, Brazil. *Journal of Mammalogy* 90: 935-945.
- Ceballos, G. y Oliva, G. (coords.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Chamberlain, M.J.; B.D. Leopold y L.M. Corner. 2003. Space Use, Movements and Habitat Selection of Adult Bobcats (*Lynx rufus*) in Central Mississippi. *The American Midland Naturalist* 149: 395-405.
- Chávez-Tovar, J. C. 2005. *Puma concolor* (Linnaeus, 1771). En: Ceballos, G. y Oliva, G. (coords.) 2005. Los mamíferos silvestres de México. FCE, CONABIO. México.
- Currier, M.J.P. 1983. *Felis concolor*. *Mammalian Species* 200: 1-7.
- Da Silveira, R., E.E. Ramalho; J.B. Thorbjarnarson y W.E. Magnusson. 2010. Depredation by Jaguars on Caimans and Importance of Reptiles in the Diet of Jaguar. *Journal of Herpetology* 44: 418-424.
- De Cassia Bianchi, R.; A. F. Rosa; A. Gatti y S. L. Mendes. 2011. Diet of margay, *Leopardus wiedii*, and jaguarundi, *Puma yagouarundi*, (Carnivora: Felidae) in Atlantic Rainforest, Brazil. *Zoologia* 28: 127-132.
- De Oliveira, T.G. 1998a. *Herpailurus yagouarundi*. *Mammalian Species* 578: 1-6.
- De Oliveira, T.G. 1998b. *Leopardus wiedii*. *Mammalian Species* 579: 1-6.

- De Oliveira, T.G. 2002. Comparative feeding ecology of Jaguar and Puma in the Neotropics. En: Medellín, R.A.; C. Equihua; C.L.B. Chetkiewicz, P.G. Crawshaw, Jr.; A. Rabinowitz; K.H. Redford; J.G. Robinson; E.W. Sanderson; A.B. Taber (comps.). 2002. El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económica, UNAM, Wildlife Conservation Society. México.
- De Oliveira, T.G. 2009. Hunting Strategy of the Margay (*Leopardus wiedii*) to attract the Wild Pied Tamarin (*Saguinus bicolor*). Neotropical Primates 16: 32-34.
- De Villa Meza, A, E. Martinez Meyer, C. A. López González. 2002. Ocelot (*Leopardus pardalis*) Food Habits in a Tropical Deciduous Forest of Jalisco, Mexico. The American Midland Naturalist 148: 146-154.
- Di Bitetti, M.S.; A. Paviolo y C. De Angelo. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. Journal of Zoology 270:153-163.
- Dormann, C.F.; J.M. McPherson; M.B. Araújo; R. Bivand; J. Bolliger; G. Carl; R.G. Davies; A. Hirzel; W. Jetz; W.D. Kissling; I. Kühn, R. Ohlemüller; P.R. Peres-Neto; B. Reineking; B. Schröder; F.M. Schurr y R. Wilson. 2007. Methods to account for spatial correlation in the analysis of species distributional data: a review. Ecography 30: 609-628.
- Garla, R.C.; Z.F. Eleonore; N.G. Gobbi. 2001. Jaguar (*Panthera onca*) Food Habits in Atlantic Rain Forest of Southeastern Brazil. Biotropica 33: 691-696.
- Gentry, J.; B. Sturm y A.T. Peterson. 2011. Impact of changing climate on transmission of *Ascaris lumbricoides* and other tropical parasitic diseases. Biomedica 31: 19.

- Gillingham, P.K.; S.C.F. Palmer; B. Huntley; W.E. Kunin; J.D. Chipperfield y C.D. Thomas. 2011. The relative importance of climate and habitat in determining the distributions of species at different spatial scales: a case study with ground beetles in Great Britain. *Ecography* 35: 1-8.
- Gittleman, J.L.; S.M. Funk; D. McDonald y R.K. Wayne (eds.). 2001. Conservation Biology Series, 5. Carnivore conservation. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra, Reino Unido.
- Gotelli, N.J. y Ellison A.M., 2004. A primer of ecological statistics. Sinauer Associates, Sunderland. E.U.A.
- Guisan, A.; C.H. Graham; J. Elith; F. Huettmann y el Grupo de Modelado de Distribución de Especies NCEAS. 2007. Sensitivity of predictive species distribution models to change in grain size. *Diversity and Distributions* 13:332-340.
- Hall, R.E. 1981. The mammals of North America. John Wiley & Sons. New York. E.U.A.
- Harmsen, B.J.; R.J. Foster; S.C. Silver; L.E.T. Ostro; y C.P. Doncaster. 2009. Spatial and Temporal Interactions of Sympatric Jaguars (*Panthera onca*) and Pumas (*Puma concolor*) in a Neotropical Forest. *Journal of Mammalogy* 90: 612-620
- Hirzel, A. H., J. Hausser, D. Chessel y N. Perrin. 2002. Ecological-Niche Factor Analysis: How to compute Habitat-SuitabilityMaps without absence data? *Ecology* 83: 2027-2036.
- Horne, J. S.; A. M. Haines; M. E. Tewes y L. L. Laack. 2009. Habitat Partitioning by Sympatric Ocelots and Bobcats: Implications for Recovery of Ocelots in Southern Texas. *The Southwestern Naturalist* 54:119-126.

- Hornocker, M. y S. Negri (eds.). 2010. Cougar. Ecology and conservation. The University of Chicago Press. Chicago, Illinois. E.U.A.
- Hurlbert, A.H. y W. Jetz. 2007. Species richness, hotspots, and the scale dependence of range maps in ecology and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 13384-13389.
- Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22: 145-159.
- Jiménez-Valverde, A. y J.M. Lobo. 2006. The ghost of unbalanced species distribution data in geographical model predictions. *Diversity and Distributions* 12: 521-524.
- Kleiman, D.G. y J.F. Eisenberg. 1973. Comparisons of canid and felid social systems from an evolutionary perspective. *Animal Behaviour* 21: 637-659.
- Larivière S. y L. R. Walton. 1997. *Lynx rufus*. *Mammalian Species* 563: 1-8.
- Lobo, J.M. 2007. More complex distribution models or more representative data?. *Biodiversity Informatics* 4:14-19.
- Maguire, B. Jr. 1973. Niche response structure and the analytical potentials of its relationship to the habitat. *American Naturalist* 107: 213-246.
- Martínez-Meyer E, Díaz-Porrás D, Peterson AT, Yáñez-Arenas C. 2013. Ecological niche structure and rangewide abundance patterns of species. *Biology Letters* 9: 1-5.
- Medellín, R.A. y M. Equihua. 1998. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, Mexico. *Journal of Applied Ecology* 35: 13-23.

- Medellín, R.A.; C. Equihua; C.L.B. Chetkiewicz; P.G. Crawshaw, Jr.; A. Rabinowitz; K.H. Redford; J.G. Robinson; E.W. Sanderson y A.B. Taber (comps.). 2002. El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económica, UNAM, Wildlife Conservation Society. México.
- Monroy-Vilchis, O.; Y. Gómez; M. Janzur y V. Urios. 2009. Food niche of *Puma concolor* in Central Mexico. *Wildlife Biology* 15: 97-105.
- Murray, J.L. y G.L. Gardner. 1997. *Leopardus pardalis*. *Mammalian Species* 548: 1-10.
- Nielsen, C.K. y A. Woolf. 2001. Spatial Organization of Bobcats (*Lynx rufus*) in Southern Illinois. *The American Midland Naturalist* 1:43-52
- Nowell, K. 2002. Revision of the Felidae Red List of Threatened Species. *Cat News* 37: 4-7.
- Patterson, B. D.; G. Ceballos; W. Sechrest; M. F. Tognelli; T. Brooks; L. Luna; P. Ortega; I. Salazar; y B. E. Young. 2007. Digital Distribution Maps of the Mammals of the Western Hemisphere, version 3.0. NatureServe, Arlington, Virginia, E.U.A.
- Pearson, R.G. y Dawson, T.P. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimatic envelopes useful? *Global Ecology and Biogeography* 12: 361–371.
- Peterson, N.E. y R.H. Pine. 1982. Chave para identificação de mamíferos da região amazônica brasileira com exceção de quirópteros e primatas. *Acta Amazônica* 12: 465-482.

- Peterson, A.T.; J. Soberón; R.G. Pearson; R.P. Anderson; E. Martínez-Meyer; M. Nakamura y M. Araújo. 2011. Ecological Niches and Geographic Distributions: A Modelling Perspective. Princeton University Press. E.U.A.
- Rahbek, C. 2005. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology Letters* 8: 224-239.
- Rinaldi, A.R. 2010. Dieta de pequeños felinos silvestres (Carnivora, Felidae), en área antropizada de mata Atlántica de Interior, Alto Rio Paraná, Paraná, Brasil. Tesis de maestría en Ecología y Conservación. Sector de Ciencias Biológicas de la Universidad Federal de Paraná.
- Ritchey, F. 2001. Estadística para las ciencias sociales. McGraw Hill. México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México.
- Rzedowski, J. 2005. México como área de origen y diversificación de linajes vegetales. En: Llorente-Bousquets, J. y J.J. Morrone (eds.). Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII.I-CYTED). Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Primera edición. México.
- Salazar-Gómez, E. 2008. Análisis bibliográfico y síntesis del estado de conocimiento de los felinos mexicanos (Mammalia: Carnivora, Felidae). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Sánchez-Osés, C. y R. Pérez-Hernández. 2005. Historia y tabla de equivalencias de las propuestas de subdivisiones biogeográficas de la región Neotropical. En: Llorente-Bousquets, J. y J.J. Morrone (eds.). Regionalización Biogeográfica en

Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII.I-CYTED). Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Primera edición. México.

- Sanderson, E.W.; K.H. Redford; C.B. Chetkiewicz; R.A. Medellín; A.R. Rabinowitz; J.G. Robinson y A.B. Taber. 2002. Planning to save a species: The Jaguar as a model. *Conservation Biology* 16: 58-72.
- Schaller, G.B. 1983. Mammals and their biomass on a Brazilian ranch. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo* 31: 1-36.
- Schaller, G.B. y P.G. Crawshaw. 1980. Movement patterns of jaguar. *Biotropica* 12: 161-168.
- Schoener, T. W. 1989. "The ecological niche." En Cherret, J. M. (1989) *Ecological concepts*. Blackwell Science, Oxford, Reino Unido.
- Sclater, P.L. 1858. On the general Geographical Distribution of the Members of the Class *Aves*. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London. Zoology* 2: 130-137.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) 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*, 30 de diciembre de 2010, 1-77.
- Seymour, K.L. 1989. *Panthera onca*. *Mammalian Species* 340: 1-9.

- Soberón, J. 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters* 10: 1115-1123.
- Soberón, J. y A. T. Peterson 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics* 2: 1-10.
- Stockwell, D.R.B. y A.T. Peterson. 2002. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling* 148: 1-13.
- Stotz, D.F.; Fitzpatrick, J.W.; Parker, T.A.I., Moskovits, D.K. 1996. Neotropical birds. Ecology and conservation. University of Chicago Press: Chicago, E.U.A.
- Terborgh, J. 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* 24: 283-292.
- Terborgh, J.; J.A. Estes; P. Paquet; K. Ralls; D. Boyd-Heger; B.J. Miller y R.F. Noss. 1999. The role of top carnivores in regulating terrestrial ecosystems, p. 39-65. En: Soulé, M. E. y J. Terborgh (eds.). *Continental Conservation: Scientific Foundations of Regional Reserve Networks*. Washington, D.C., Island Press.
- Thuiller, W.; L. Brotons; M.B. Araújo y S. Lavorel. 2004. Effects of restricting environmental range of data to project current and future species distributions. *Ecography* 27:165-172.
- Tófoli, C. F.; F. Rohe y E. Z. F. Setz. 2009. Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) (Geoffroy, 1803) (Carnivora, Felidae) food habits in a mosaic of Atlantic Rainforest and eucalypt plantations of southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 69: 871-877.

- Wang, E. 2002. Diets of ocelots (*Leopardus pardalis*), Margays (*L. wiedii*) and Oncillas (*L. tigrinus*) in the Atlantic Rainforest in Southeast Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37: 207-212.
- Whittaker, R.J., Willis, K.J. y Field, R. 2001. Scale and richness: towards a general hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28: 453–470.
- Wikramanayake, E. D., E. Dinerstein, J. G. Robinson, U. Karanth, A. Rabinowitz, D. Olson, T. Mathew, P. Hedao, M. Conner, G. Hemley, y D. Bolze. 1998. An ecology-based method for defining priorities for large mammal conservation: the tiger as case study. *Conservation Biology* 12: 865–878.
- Willig, M.R. y M.A. Mares. 1989. Mammals from the Caatinga: an updated list and summary of recent research. *Revista Brasileira de Biologia* 49: 361-367.
- Wisz, M.S.; R.J. Hijmans; J. Li; A.T. Peterson; C.H. Graham; A.Guisan y NCEAS Predicting Species Distributions Working Group. 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions* 14: 763-773.
- Yáñez-Arenas, C.; E. Martínez-Meyer; S. Mandujano y O. Rojas-Soto. 2012. Modelling geographic patterns of population density of the white-tailed deer in central Mexico by implementing ecological niche theory. *Oikos* 121: 2081-2089.
- Zapata, A.R.P. 1982. Sobre el yaguarundi o gato eira, *Felis yagouaroundi ameghinoi* Holmberg y su presencia en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotropica* 28: 165-1.

**ANEXO 1. Matriz de valores del análisis ENFA para *Leopardus pardalis* en México.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0.211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	-0.082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0.211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0.183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	-0.306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.03	-0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
bio_6	0.285	0.65	0.65	-0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
bio_7	-0.268	0.646	0.646	-0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646
bio_8	0.146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	-0.209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0.363	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	-0.068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	-0.077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.4	0.4	-0.4	-0.4	-0.4	0.4	0.4	0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
bio_6	-0.65	-0.65	0.65	0.65	0.65	-0.65	-0.65	-0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
bio_7	-0.646	-0.646	0.646	0.646	0.646	-0.646	-0.646	-0.646	0.646	0.646	0.646	0.646
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 2. Matriz de valores del análisis ENFA para *Leopardus pardalis* en la región Neotropical.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0.075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0.073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0.101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.298	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0.138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	-0.217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.081	0.32	0.32	0.32	-0.32	0.32	0.32	-0.32	-0.32	0.32	0.32	0.32
bio_6	0.296	-0.699	-0.699	-0.699	0.699	-0.699	-0.699	0.699	0.699	-0.699	-0.699	-0.699
bio_7	-0.283	-0.639	-0.639	-0.639	0.639	-0.639	-0.639	0.639	0.639	-0.639	-0.639	-0.639
bio_8	0.222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	-0.076	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0.101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0.028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0.039	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.084	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.32	-0.32	-0.32	-0.32	0.32	-0.32	0.32	-0.32	-0.32	-0.32	0.32	0.32
bio_6	-0.699	0.699	0.699	0.699	-0.699	0.699	-0.699	0.699	0.699	0.699	-0.699	-0.699
bio_7	-0.639	0.639	0.639	0.639	-0.639	0.639	-0.639	0.639	0.639	0.639	-0.639	-0.639
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### ANEXO 3. Matriz de valores del análisis ENFA para *Leopardus wiedii* en México.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.324	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0.248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	-0.035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0.225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0.169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	-0.228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.247	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	-0.027	-0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.4	0.4	0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
bio_6	0.254	0.65	0.65	-0.65	0.65	0.65	-0.65	-0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
bio_7	-0.272	0.646	0.646	-0.646	0.646	0.646	-0.646	-0.646	0.646	0.646	0.646	0.646
bio_8	0.062	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	-0.101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	-0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0.029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0.178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	-0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.4	0.4	0.4	-0.4
bio_6	0.65	0.65	-0.65	0.65	-0.65	0.65	-0.65	0.65	-0.65	-0.65	-0.65	0.65
bio_7	0.646	0.646	-0.646	0.646	-0.646	0.646	-0.646	0.646	-0.646	-0.646	-0.646	0.646
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 4. Matriz de valores del análisis ENFA para *Leopardus wiedii* en la región Neotropical.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0.101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0.099	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0.106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0.048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	-0.218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.058	-0.32	-0.32	0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	0.32	-0.32	0.32
bio_6	0.282	0.699	0.699	-0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	-0.699	0.699	-0.699
bio_7	-0.28	0.639	0.639	-0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	-0.639	0.639	-0.639
bio_8	0.203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	-0.103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0.026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0.088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.32	0.32	-0.32	-0.32	0.32	0.32	-0.32	-0.32	-0.32	0.32	-0.32	-0.32
bio_6	-0.699	-0.699	0.699	0.699	-0.699	-0.699	0.699	0.699	0.699	-0.699	0.699	0.699
bio_7	-0.639	-0.639	0.639	0.639	-0.639	-0.639	0.639	0.639	0.639	-0.639	0.639	0.639
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### ANEXO 5. Matriz de valores del análisis ENFA para *Lynx rufus* en México.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	-0.218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	-0.096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	-0.251	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	-0.291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	-0.321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	-0.192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	-0.106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	-0.313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	-0.218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	-0.343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	-0.201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0.113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	-0.177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0.194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	-0.084	0.4	-0.4	0.4	0.4	0.4	-0.4	-0.4	0.4	0.4	-0.4	0.4
bio_6	-0.231	-0.65	0.65	-0.65	-0.65	-0.65	0.65	0.65	-0.65	-0.65	0.65	-0.65
bio_7	0.18	-0.646	0.646	-0.646	-0.646	-0.646	0.646	0.646	-0.646	-0.646	0.646	-0.646
bio_8	-0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	-0.275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0.048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	-0.024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	-0.138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
bio_6	-0.65	0.65	-0.65	0.65	0.65	-0.65	0.65	0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65
bio_7	-0.646	0.646	-0.646	0.646	0.646	-0.646	0.646	0.646	-0.646	-0.646	-0.646	-0.646
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 6. Matriz de valores del análisis ENFA para *Lynx rufus* en Norteamérica.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.309	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.292	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	-0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0.146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.076	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	-0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	-0.029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0.061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0.37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.329	0.401	-0.401	0.401	-0.401	0.401	0.401	-0.401	-0.401	-0.401	0.401	-0.401
bio_6	0.298	-0.767	0.767	-0.767	0.767	-0.767	-0.767	0.767	0.767	0.767	-0.767	0.767
bio_7	-0.194	-0.501	0.501	-0.501	0.501	-0.501	-0.501	0.501	0.501	0.501	-0.501	0.501
bio_8	0.173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0.177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0.045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	-0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	-0.401	0.401	-0.401	-0.401	0.401	-0.401	-0.401	-0.401	0.401	0.401	0.401	-0.401
bio_6	0.767	-0.767	0.767	0.767	-0.767	0.767	0.767	0.767	-0.767	-0.767	-0.767	0.767
bio_7	0.501	-0.501	0.501	0.501	-0.501	0.501	0.501	0.501	-0.501	-0.501	-0.501	0.501
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 7. Matriz de valores del análisis ENFA para *Panthera onca* en México.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.344	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0.059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0.086	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0.006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	-0.295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.061	-0.4	0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.4	-0.4	0.4	0.4	-0.4	0.4
bio_6	0.359	0.65	-0.65	0.65	-0.65	0.65	0.65	0.65	-0.65	-0.65	0.65	-0.65
bio_7	-0.324	0.646	-0.646	0.646	-0.646	0.646	0.646	0.646	-0.646	-0.646	0.646	-0.646
bio_8	0.186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	-0.232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	-0.033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.086	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.4	0.4	0.4	-0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	-0.4	0.4
bio_6	-0.65	-0.65	-0.65	0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	-0.65	0.65	-0.65
bio_7	-0.646	-0.646	-0.646	0.646	-0.646	-0.646	-0.646	-0.646	-0.646	-0.646	0.646	-0.646
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 8. Matriz de valores del análisis ENFA para *Panthera onca* en la región Neotropical.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0.108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0.097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0.133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.233	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0.185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	-0.159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.185	0.32	0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	0.32	-0.32	-0.32	0.32
bio_6	0.277	-0.699	-0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	-0.699	0.699	0.699	-0.699
bio_7	-0.21	-0.639	-0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	0.639	-0.639	0.639	0.639	-0.639
bio_8	0.234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	-0.135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0.172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0.019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	-0.006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.32	0.32	-0.32	-0.32	0.32	0.32	-0.32	0.32	-0.32	0.32	0.32	-0.32
bio_6	-0.699	-0.699	0.699	0.699	-0.699	-0.699	0.699	-0.699	0.699	-0.699	-0.699	0.699
bio_7	-0.639	-0.639	0.639	0.639	-0.639	-0.639	0.639	-0.639	0.639	-0.639	-0.639	0.639
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 9. Matriz de valores del análisis ENFA para *Puma concolor* en México.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.266	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.039	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0.126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	-0.259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	-0.028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0.128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0.024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	-0.195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.218	0.4	-0.4	-0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
bio_6	0.257	-0.65	0.65	0.65	0.65	-0.65	0.65	-0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
bio_7	-0.124	-0.646	0.646	0.646	0.646	-0.646	0.646	-0.646	0.646	0.646	0.646	0.646
bio_8	0.197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	-0.355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0.045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	-0.176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.527	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.4	0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.4	0.4	-0.4	0.4
bio_6	-0.65	-0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	-0.65	0.65	-0.65	-0.65	0.65	-0.65
bio_7	-0.646	-0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	-0.646	0.646	-0.646	-0.646	0.646	-0.646
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 10. Matriz de valores del análisis ENFA para *Puma concolor* en América.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.276	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	-0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0.042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0.123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0.426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.325	-0.322	-0.322	-0.322	0.322	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322	0.322	-0.322	0.322
bio_6	0.267	0.774	0.774	0.774	-0.774	0.774	0.774	0.774	0.774	-0.774	0.774	-0.774
bio_7	-0.187	0.546	0.546	0.546	-0.546	0.546	0.546	0.546	0.546	-0.546	0.546	-0.546
bio_8	0.134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0.281	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0.022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	-0.046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0.088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	-0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	-0.322	-0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322
bio_6	0.774	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774	0.774	0.774	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774	-0.774
bio_7	0.546	-0.546	-0.546	-0.546	-0.546	0.546	0.546	-0.546	-0.546	-0.546	-0.546	-0.546
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 11. Matriz de valores del análisis ENFA para *Puma yagouaroundi* en México.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.299	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.341	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0.185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	-0.024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0.166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	-0.021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	-0.048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	-0.273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.072	-0.4	0.4	0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.4	0.4	-0.4	-0.4	0.4
bio_6	0.334	0.65	-0.65	-0.65	0.65	-0.65	0.65	0.65	-0.65	0.65	0.65	-0.65
bio_7	-0.291	0.646	-0.646	-0.646	0.646	-0.646	0.646	0.646	-0.646	0.646	0.646	-0.646
bio_8	0.178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.257	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	-0.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	-0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	-0.077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	-0.026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

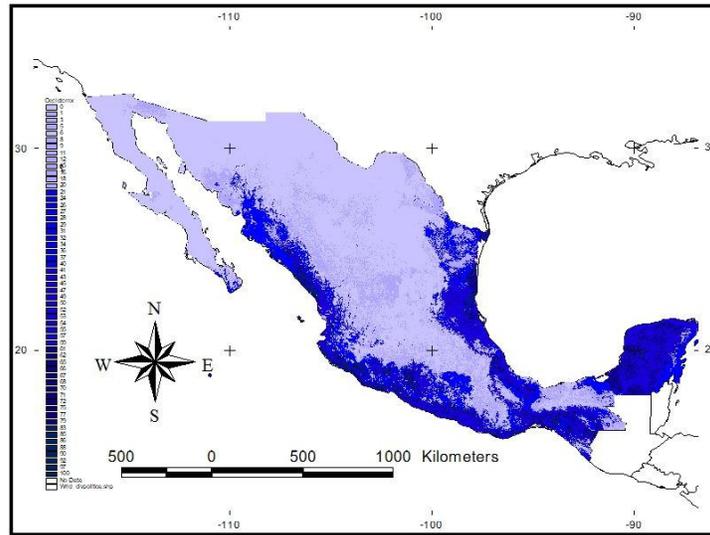
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	-0.4	-0.4	0.4	0.4	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.4	-0.4	0.4	-0.4
bio_6	0.65	0.65	-0.65	-0.65	-0.65	0.65	-0.65	0.65	-0.65	0.65	-0.65	0.65
bio_7	0.646	0.646	-0.646	-0.646	-0.646	0.646	-0.646	0.646	-0.646	0.646	-0.646	0.646
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 12. Matriz de valores del análisis ENFA para *Puma yagouaroundi* en la región Neotropical.**

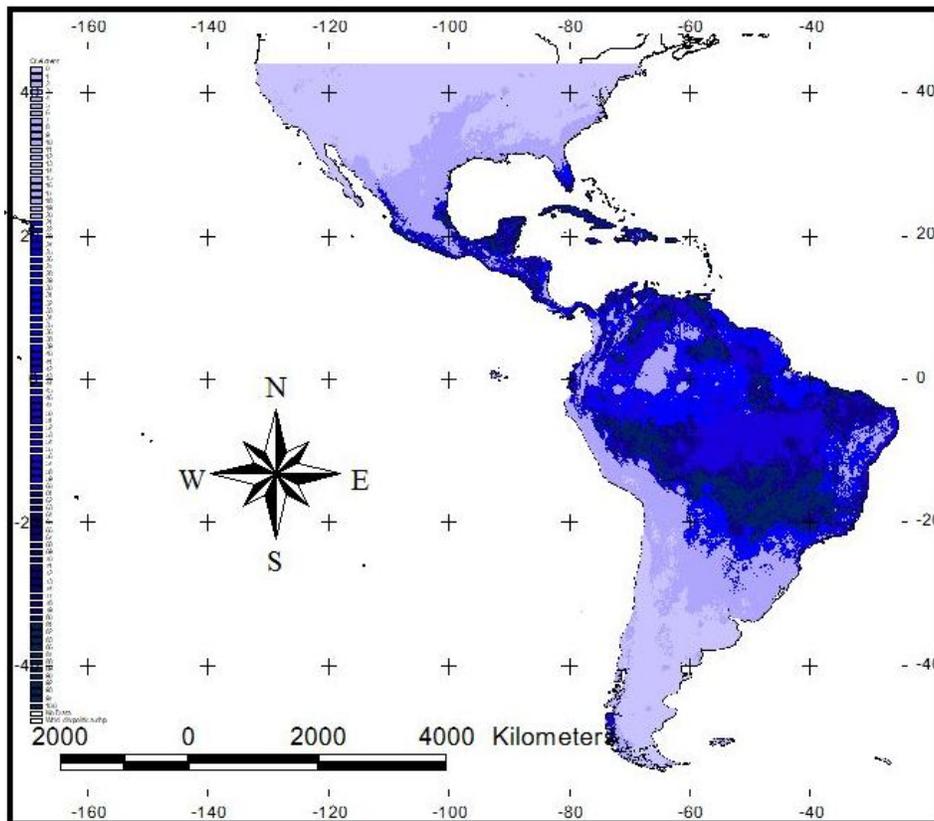
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
bio_1	0.334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0.279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	-0.071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	-0.139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0.313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0.068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	-0.133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0.278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	-0.252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	-0.072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	-0.138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.269	-0.32	0.32	0.32	-0.32	-0.32	-0.32	0.32	-0.32	0.32	-0.32	-0.32
bio_6	0.251	0.699	-0.699	-0.699	0.699	0.699	0.699	-0.699	0.699	-0.699	0.699	0.699
bio_7	-0.139	0.639	-0.639	-0.639	0.639	0.639	0.639	-0.639	0.639	-0.639	0.639	0.639
bio_8	0.37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0.195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	-0.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	-0.017	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	-0.065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	-0.033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
bio_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_5	0.32	0.32	0.32	-0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	-0.32	-0.32	0.32
bio_6	-0.699	-0.699	-0.699	0.699	-0.699	-0.699	-0.699	-0.699	-0.699	0.699	0.699	-0.699
bio_7	-0.639	-0.639	-0.639	0.639	-0.639	-0.639	-0.639	-0.639	-0.639	0.639	0.639	-0.639
bio_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
bio_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_dem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowacc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_flowdir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_slope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h_topoind	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ANEXO 13. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de *Leopardus pardalis*.**

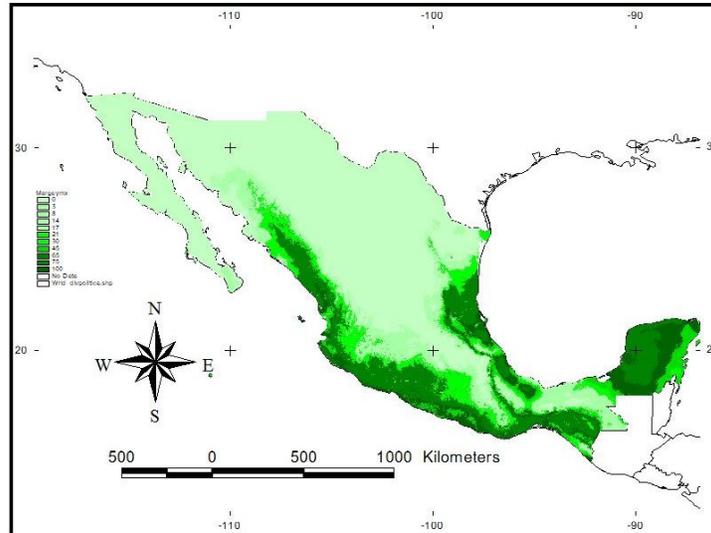


Modelo de nicho ecológico de *L. pardalis* construido en México.

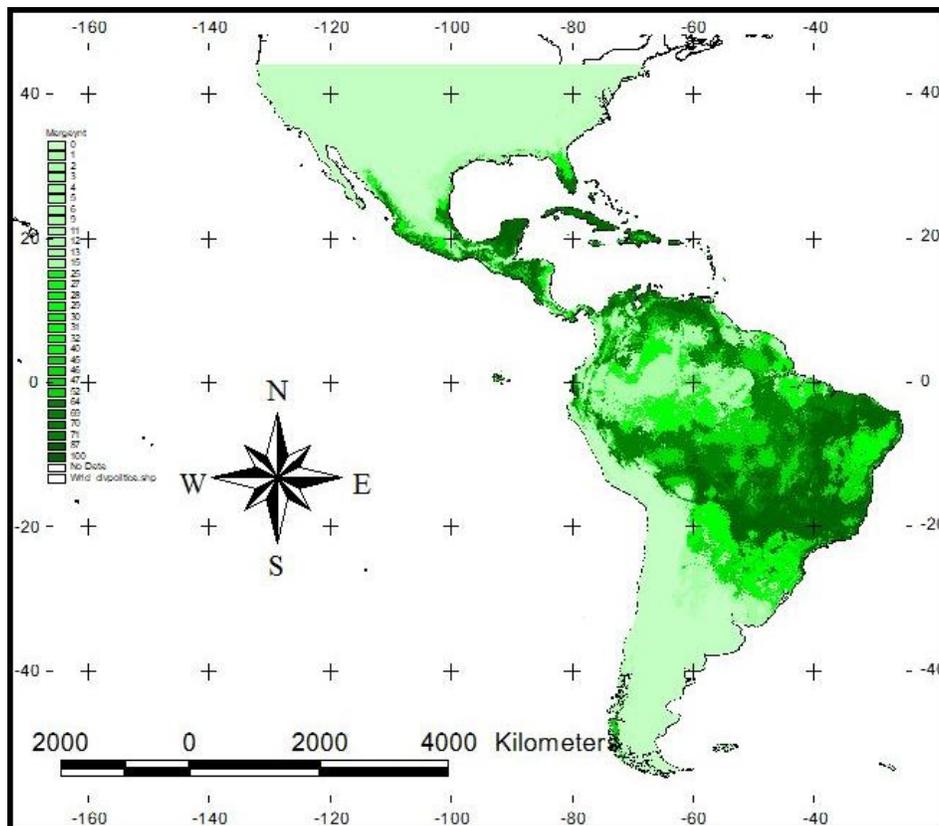


Modelo de nicho ecológico de *L. pardalis* realizado en la región neotropical.

**ANEXO 14. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de *Leopardus wiedii*.**

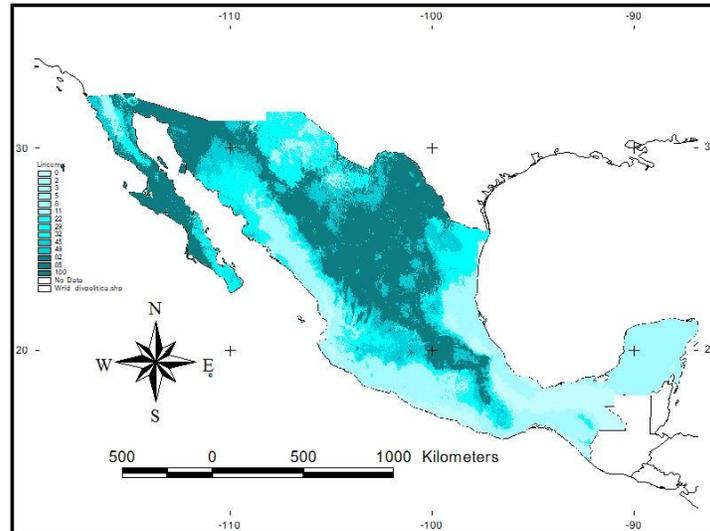


Modelo de nicho ecológico de *L. wiedii* generado en México.

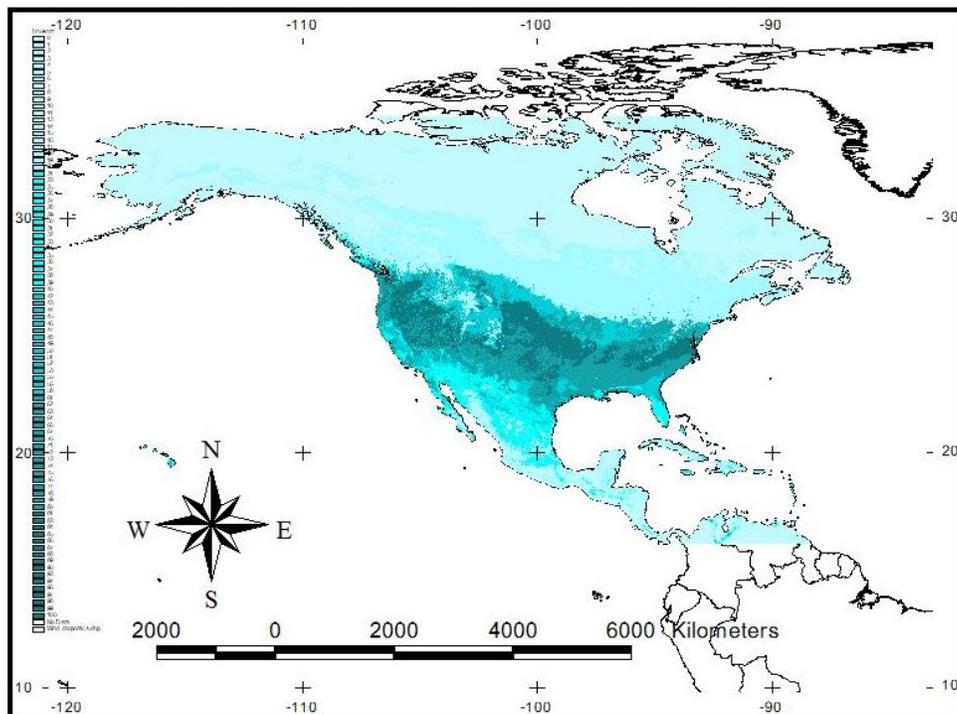


Modelo de nicho ecológico de *L. wiedii* realizado en la región Neotropical.

**ANEXO 15. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de *Lynx rufus*.**

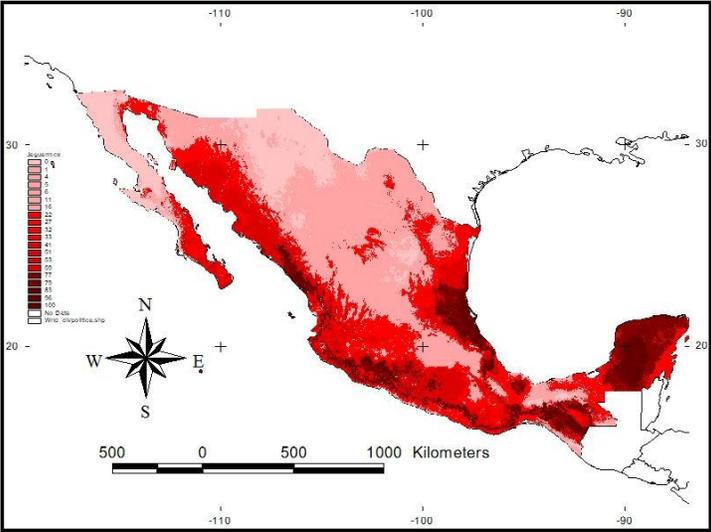


Modelo de nicho ecológico de *L. rufus* elaborado en México.

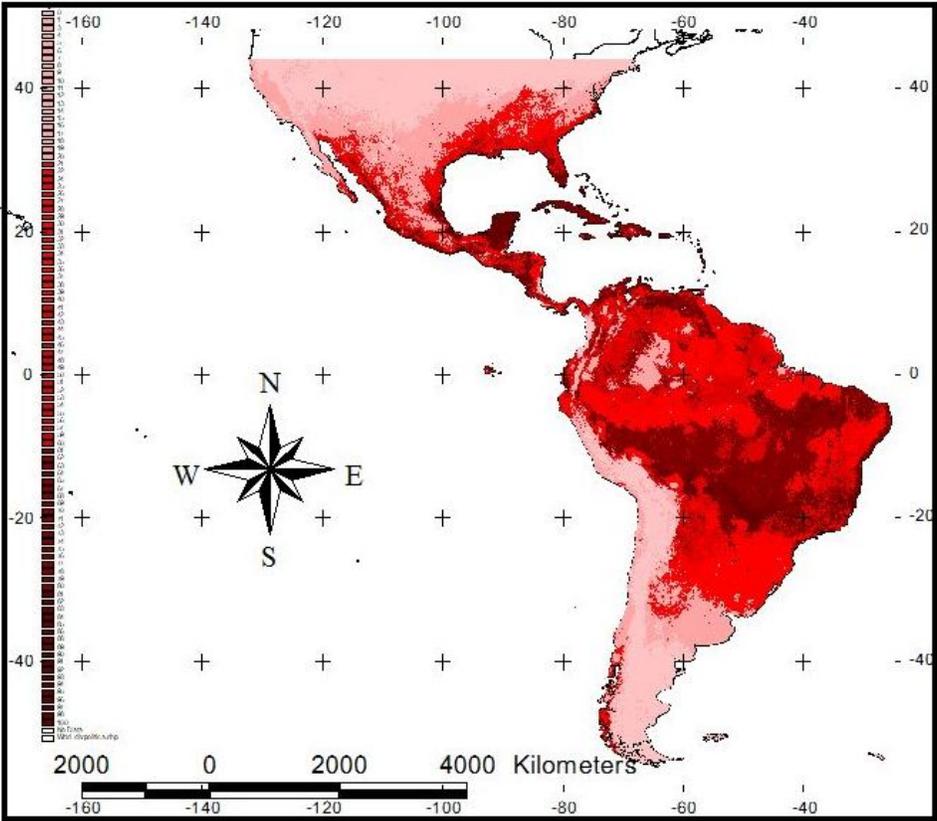


Modelo de nicho ecológico de *L. rufus* evaluado en Norteamérica.

**ANEXO 16. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de *Panthera onca*.**

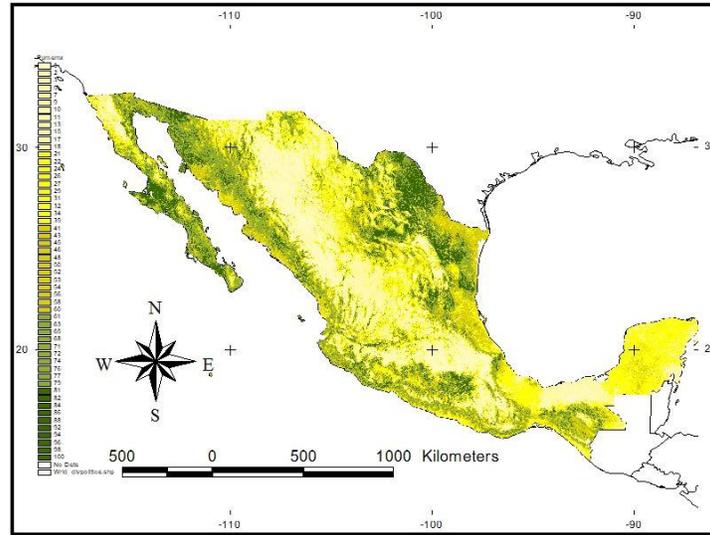


Modelo de nicho ecológico de *P. onca* evaluado en México.

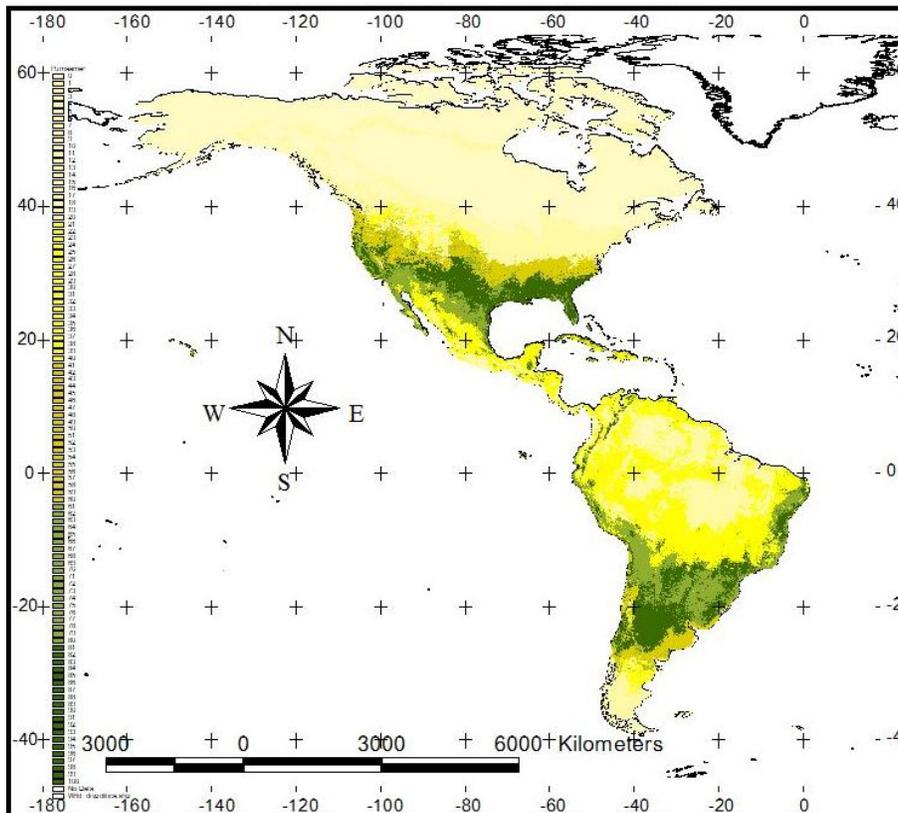


Modelo de nicho ecológico de *P. onca* elaborado en la región neotropical.

**ANEXO 17. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de *Puma concolor*.**

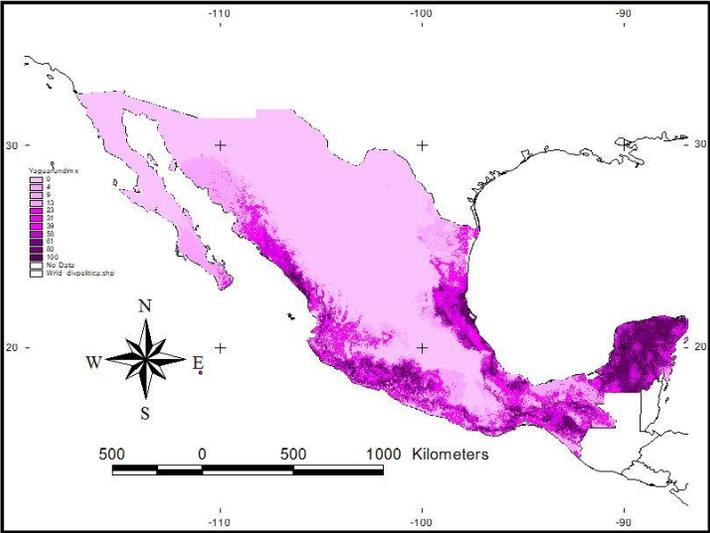


Modelo de nicho ecológico de *P. concolor* realizado en México.

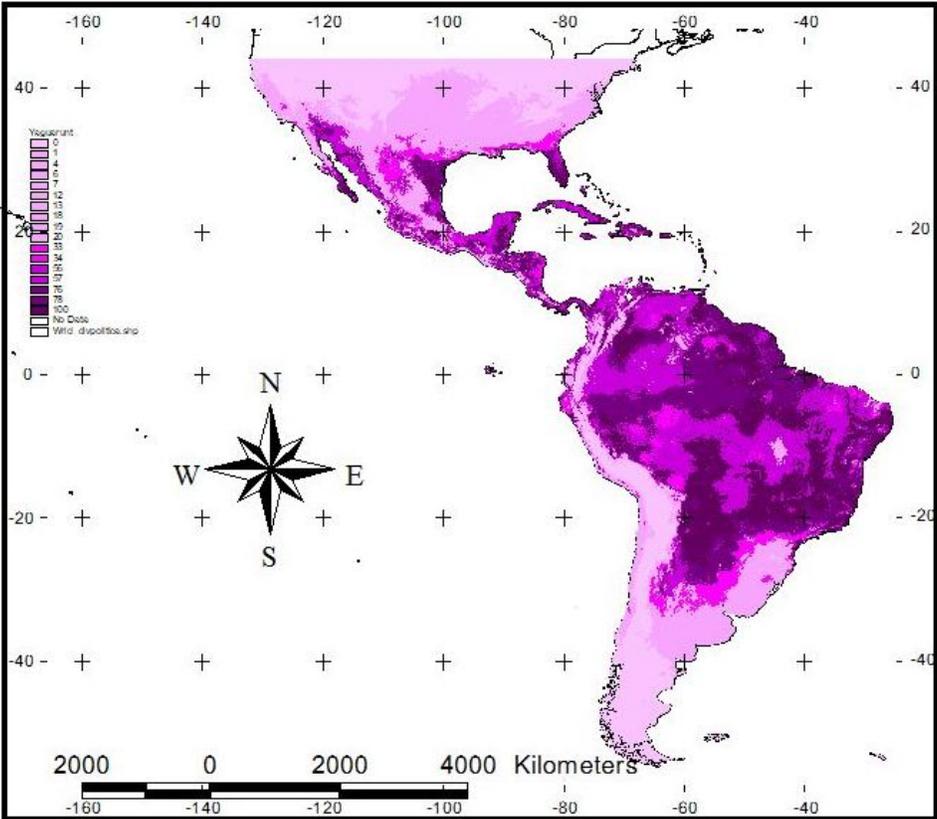


Modelo de nicho ecológico de *P. concolor* generado en América.

**ANEXO 18. Proyección geográfica de los modelos de nicho ecológico de *Puma yagouaroundi*.**



Modelo de nicho ecológico de *P. yagouaroundi* elaborado en México.



Modelo de nicho ecológico de *P. yagouaroundi* construido en la región neotropical.