



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE
ARTIODACTILOS EN EL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

BRENDA ALINE PÉREZ FELICIANO

DIRECTOR: DR. GERARDO SÁNCHEZ ROJAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
Licenciatura en Biología
Coordinación Adjunta



M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO
DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR, UAEH

PRESENTE

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado a la pasante de Licenciatura en Biología **Brenda Aline Pérez Feliciano** quien presenta el trabajo recepcional de tesis intitulado **“Modelo de distribución de especies de artiodáctilos en el estado de Hidalgo, México”**, después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

PRESIDENTE: M. en C. Jesús Martín Castillo Cerón
PRIMER VOCAL: Dra. María del Consuelo Cuevas Cardona
SEGUNDO VOCAL: M. en C. Magdalena Meza Sánchez
TERCER VOCAL: Dr. Gerardo Sánchez Rojas
SECRETARIO: M. en C. Miguel Ángel Cabral Perdomo
PRIMER SUPLENTE: Dr. Víctor Manuel Bravo Cuevas
SEGUNDO SUPLENTE: Dra. Iriana Leticia Zuria Jordan

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi más atenta consideración.

ATENTAMENTE
“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”
Mineral de la Reforma, Hidalgo a 16 de Agosto de 2014

M. en C. Magdalena Meza Sánchez
Coordinador Adjunto de la Licenciatura en Biología



c.c.p. Archivo

Ciudad Universitaria Carretera Pachuca – Tulancingo Km. 4.5 C.P. 42184
Col. Carboneras, Mineral de la Reforma Hidalgo.
Tel. 017717172000 Ext. 6600 Fax ext. 6602
Correo electrónico: mmeza@uaeh.edu.mx



Alguien me dijo un día.

Brinda:

Somos lo que hacemos, si tu das una caricia, eres amor; si das un abrazo, eres confianza;
si das una palabra de aliento, eres esperanza.
También somos lo que soñamos, nos convertimos en nuestros sueños.
Y hasta hoy lo comprobé.

GIRALUNA

Hay quien sueña con los ríos que conduzcan a El dorado, hay quien sueña con las
fuentes de la Eterna juventud, hay quien sueña con el Oro del Bzeerro idolatrado y quien
sueña con la Alquimia que haga del viejo virtud...

Pero yo que no pretendo fortalezas ni fortuna, sólo un sueño soñaría...entre un mar de
girasoles buscaría un Giraluna que velara y desvelara cada noche la otra cara de la
luna... gira, gira, Giraluna, gira, gira, gira, luna gira, gira y mírame...

Hay quien sueña con el Trueno de la Caja de Pandora, hay quien sueña con el Rayo
redentor del Santo Grial, hay quien sueña con Olimpos donde no entre el Mal de Aurora y
que sueña con Androides más allá del Bien y el Mal...

Hay quien sueña con el tacto de la mano del Rey Midas, hay quien sueña con la Piedra
del Poder Filosofal, hay quien sueña con Cruzadas contra infieles en guaridas y quien
sueña con harenas en la Mecca Celestial...

Pero yo que no pretendo fortalezas ni fortuna, sólo un sueño soñaría...entre un mar de
girasoles buscaría un Giraluna que velara y desvelara cada noche la otra cara de la
luna... gira, gira, Giraluna, gira, gira, gira, luna gira, gira y mírame...

Haz que vea el haz de luz gira, gira, Giraluna, gira, gira, gira, luna gira, gira de la cara de
tu cruz.

LUIS EDUARDO AUTE

Quien no sueña, está dormido.

El lazo que une nuestros sueños con la realidad es la voluntad, siempre que hay voluntad
hay solución.

Las soluciones llegan en forma de preguntas y de respuestas. La respuesta solo es
importante cuando la pregunta es la adecuada: ¿Cuál es mi próximo sueño?..?

DEDICATORIA

A mi familia:

Por la inspiración y el apoyo que me han brindado. Y a mis padres por el amor y la guía que me han ofrecido a lo largo de toda mi vida.

A mi mami:

Mi eterna amiga viajera

A mi papá...

A mis hermanos...

A mi bichito...

A todas las personas que crecieron en mí...

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por acompañarme todos los días y por darme la oportunidad de vivir y así lograr otra meta más en mi vida.

A mi familia

Principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo mamá y papá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén a mi lado.

Mami

Si hay algo que sé hacer bien es por ti, y cuando llega la recompensa por un esfuerzo no puedo dejar de recordar tu creencia, complicidad, devoción... tu ejemplo. Que esta sea la recompensa a tantos años de entrega, desvelos, apoyo y amor: Estamos juntas. TE AMO con todo mi corazón.

Papi

Detrás de este logro estás tú, tu apoyo, confianza y cariño. Nada podría ser mejor. Gracias por darme la oportunidad de hacer realidad este sueño, por alentarme a hacer lo que quiero y ser como soy. Te quiero mucho.

Hermanitos

Toni por ser el mejor hermano, cuidarme, soportarme y apoyarme siempre, te quiero hermanito.

Ulysés ¿adivina qué? Que te gané y también tienes cara de panqué, jaja, si que si, TE GANEEEEEEEEE. **Jorgito** gracias por molestarme y hacerme enojar, sin ti, mi vida sería muy aburrida, solo te pido una cosita Y A NO CREZCAS, jajaja te quiero mokito. Mi bebe **Amir**, gracias hermanito, por llegar a nuestras vidas eres un angelito de Dios, siempre seré tu mami Brenda y mientras pueda te daré lo mejor del mundo chaparrito, amoo uehooo, cuin.

Dr. Gerardo Sánchez Rojas. Mil gracias por permitirme ser parte del LCB, por su paciencia y opiniones sirvieron para que me sienta satisfecha con este resultado. Gracias también por su sincera amistad y sabios consejos que me brindo en todo momento.

A mis sinodales, M. en C. Jesús M. Castillo, Dra María del Consuelo Cuevas, M. en C. Magdalena Meza, M. en C. Miguel a. Cabral, Dr. Víctor M. Bravo y a la Dra. Iriana L. Zuria, les agradezco los consejos y recomendaciones para mejorar esta tesis.

A todos mis profes no solo los de la carrera sino de toda la vida, mil gracias porque de alguna manera forman parte de lo que ahora soy.

Gracias a mi BiChito (Sergio S. Mtz.)

Por tu apoyo, comprensión y por tanto amor, que me permites sentir poder lograr lo que me proponga. Gracias por escucharme y por tus consejos. Gracias por ser parte de mi vida. TE AMOOOO!!!! CUIN =).

A la familia Sigrra Martínez. Por brindarme su valiosa amistad y apoyo,

Sra. Juli (suegris) no perdió un hijo, gana una hija, jeje! la quiero mucho, Alma (cuñis), Hugo (cuñis), Carlos (cuñis) y Oscar (cuñis banano), también los quiero mucho.

A mi mejor amiga **Berz**, gracias nena por todo el apoyo y amistad incondicional que siempre me has brindado te quiero mucho, tu no me abandones y huyas lejos como chachita jaja.

Y **Chachis** pues a pesar de no vernos seguido se que en el momento que nos necesitemos estaremos juntas gracias por tantos años de amistad sincera y tantos momentos llenos de risas te extraño chachita...

Gracias a mis compañeros del LCB (Laboratorio de Conservación Biológica) **ALC, CRIS, PATI, GONZO, JESSI, SERGIO, ANATHI, ANABEL, FER Y AMIGUITO DANTE** por hacer que cada pedazo de tiempo fuera ameno. No voy a olvidar sus consejos, enseñanzas y ayuda durante el lapso de mi tesis. Sobre todo **Jessi y Sergio** les agradezco de corazón todo el apoyo pues aunque ustedes tenían otras cosas que hacer se daban tiempo para echarme la mano.

A todos mis amigos, compañeros de la **UACH**, formaron parte de esta aventura: **Evz, Emanuel, Magen, Jessi, Pepe, Smith, Amalia, Olguita, Wendy, Marifran, Omar, Armando, Víctor, Pati, Cris**, a la XV generación del turno matutino por los que se me olviden y a **Marisela** del turno vespertino por su compañía en el servicio social. Siempre se quedarán en mis recuerdos.

Y así son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y mi corazón. Sin importar en donde estén o si alguna vez llegaran a leer esto quiero darles las gracias por formar parte de mi, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Finalmente...

Agradezco el apoyo otorgado
por el Proyecto FOMIX-FIGO-2008 titulado:
"Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo (segunda fase)"
Clave: 95828



Índice

	Página
RESUMEN	5
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Artiodáctilos en Hidalgo.....	6
1.2 Utilización de la fauna	11
2. ANTECEDENTES	12
2.1 Concepto de nicho ecológico	12
2.2 Modelado del nicho ecológico	13
2.3 Utilidad de los modelos para estimar el área de distribución potencial	14
2.4 El desarrollo sustentable	16
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. OBJETIVOS	19
4.1 Objetivo general.....	19
4.2 Objetivos particulares	19
5. ÁREA DE ESTUDIO	20
5.1 Altitud	21
5.2 Clima	21
5.3 Hidrología.....	23
5.4 Vegetación	24
5.5 Eco-regiones.....	25
5.6 Geografía	27
6. MATERIAL Y MÉTODO	29
6.1 Selección de especies.....	29
6.2 Construcción de los modelos	30

6.2.1 Modelos Maxent.....	30
6.2.2 Mapa de presencia-ausencia.....	33
6.2.3 Mapas de uso de suelo.....	33
6.2.4 Mapas de presencia-ausencia y uso de suelo	34
6.2.5 Mapa de influencia humana.....	34
7. RESULTADOS.....	38
7.1 Selección de especies.....	38
7.2 Descripción de los modelos.....	42
7.2.1 Mapas de <i>Tayassu tajacu</i>	42
7.2.2 Mapas de <i>Odocoileus virginianus</i>	47
7.2.3 Mapas de <i>Mazama americana</i>	52
7.2.4 Áreas de solapamiento de las tres especies dentro del estado de Hidalgo.....	57
8. DISCUSIÓN.....	59
8.1 Los modelos de distribución potencial	61
9. CONCLUSIONES.....	64
10. LITERATURA CITADA.....	65
11. ANEXOS.....	74

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Variables ambientales	32
Cuadro 2. Datos geográficos usados para generar el índice de influencia humana.	35
Cuadro 3. Resumen de las puntuaciones del índice de influencia humana por territorio y bioma.	37
Cuadro 4. Registros de artiodáctilos en las provincias biogeográficas.....	38

Índice de Figuras

Figura 1. Especies de artiodáctilos en el estado de Hidalgo.....	8
Figura 2. Modelo de nicho ecológico	14
Figura 3. Ubicación geográfica del estado de Hidalgo	20
Figura 4. Mapa de elevación del estado de Hidalgo	21
Figura 5. Mapa de tipos de climas en el estado de Hidalgo.....	23
Figura 6. Vegetación de Hidalgo.....	24
Figura 7. Mapa de Ecorregiones del estado de Hidalgo	26
Figura 8. Provincias biogeográficas donde se ubica el Estado de Hidalgo	27
Figura 9. Gráfica de la frecuencia con la que se encuentra el índice de influencia humana en el estado de Hidalgo.	36
Figura 10. Ubicación de los registros de <i>Odocoileus virginianus</i> (venado cola blanca) en las provincias biogeográficas	39
Figura 11. Ubicación de los registros de <i>Mazama americana</i> (temazate) en las provincias biogeográficas.	40
Figura 12. Ubicación de los registros de <i>Tayassu tajacu</i> (pecarí de collar) en las provincias biogeográficas.	41
Figura 13. Modelo de distribución potencial para <i>Tayassu tajacu</i> (pecarí de collar) en Hidalgo.....	42
Figura 14. Modelo de presencia ausencia generado mediante la mínima omisión para <i>Tayassu tajacu</i> (pecarí de collar).	43
Figura 15. Mapa que muestra la distribución de los tipos de hábitat donde se ha registrado a <i>Tayassu tajacu</i> (pecarí de collar).....	44
Figura 16. Modelo de presencia ausencia (mínima omisión) y uso de suelo (vegetación) para <i>Tayassu tajacu</i> (pecarí de collar).....	45
Figura 17. Mapa de Índice de Influencia Humana para <i>Tayassu tajacu</i> (pecarí de collar).....	46
Figura 18. Modelo de distribución potencial para <i>Odocoileus virginianus</i> (venado cola blanca)..	47

Figura 19. Modelo de presencia para <i>Odocoileus virginianus</i> (venado cola blanca).	48
Figura 20. Mapa que muestra la distribución de los tipos de hábitat donde se ha registrado a <i>Odocoileus virginianus</i> (venado cola blanca).	49
Figura 21. Modelo de presencia ausencia (mínima omisión) y uso de suelo (vegetación) para <i>Odocoileus virginianus</i> (venado cola blanca).	50
Figura 22. Mapa de Índice de Influencia Humana para <i>Odocoileus virginianus</i>	51
Figura 23. Modelo de distribución potencial para <i>Mazama americana</i> (temazate, chacal o cuachacal).	52
Figura 24. Modelo de presencia ausencia generado mediante la mínima omisión para <i>Mazama americana</i> (temazate, chacal o cuachacal).	53
Figura 25. Mapa que muestra la distribución de los tipos de hábitat donde se ha registrado a <i>Mazama americana</i> (temazate, chacal o cuachacal).	54
Figura 26. Modelo de presencia ausencia (mínima omisión) y Uso de Suelo (vegetación) para <i>Mazama americana</i> (temazate, chacal o cuachacal).	55
Figura 27. Mapa de Índice de Influencia Humana para <i>Mazama americana</i> (temazate, chacal o cuachacal).	56
Figura 28. Mapa de solapamiento entre <i>Odocoileus virginianus</i> y <i>Tayassu tajacu</i> en el estado de Hidalgo.	57
Figura 29. Mapa de solapamiento entre <i>Mazama americana</i> y <i>Tayassu tajacu</i> en el estado de Hidalgo.	58
Figura 30. Mapa de solapamiento entre <i>Mazama americana</i> , <i>Tayassu tajacu</i> y <i>Odocoileus virginianus</i> en el estado de Hidalgo.	58

Índice de Anexos

Anexo 1. Base de datos de <i>Tayassu tajacu</i>	74
Anexo 2. Base de datos de <i>Odocoileus virginianus</i>	75
Anexo 3. Base de datos de <i>Mazama americana</i>	79

RESUMEN

Para conocer dónde se encuentran las condiciones ambientales adecuadas dentro del estado de Hidalgo para las tres especies de artiodáctilos que se distribuyen en el, se utilizaron modelos basados en el nicho ecológico, para estimar su distribución potencial. Las tres especies de artiodáctilos son: el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el temazate (*Mazama americana*). Se recopiló una base de datos de 157 registros pertenecientes a las tres especies. Con esta información y con las 19 capas de datos climáticos de WorldClim se realizaron las estimaciones, utilizando el algoritmo Maxent (fundamentado en el concepto de Máxima Entropía), el cual requiere de al menos cinco registros para generar modelos confiables. Debido a la falta de datos dentro del estado de Hidalgo para estas especies, se generaron los modelos con base en las provincias biogeográficas que incluye el estado. Además de la información climática, se obtuvo la información de la vegetación donde habitan, así como el índice de huella humana. Se obtuvieron cinco mapas con características distintas para cada especie; 1) el modelo de Maxent que nos da un valor probabilístico, 2) un mapa de presencia-ausencia que tiene valores categóricos, 3) un mapa que indica según la literatura los tipos de vegetación donde se ha registrado la especie, 4) un mapa que recorta la presencia-ausencia con los tipos de vegetación, y por último, 5) el mapa final, donde se combina el mapa cuatro con un mapa del índice de influencia humana y muestra las condiciones óptimas para cada especie. El último mapa se consideró como el modelo final, quedando áreas de distribución potencial más restringidas para los artiodáctilos. Estos modelos son de gran utilidad para la planeación estratégica que permita no sólo la preservación de estas especies sino que, a su vez, se conviertan en herramientas de manejo para impactar en los procesos de conservación en general.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Artiodáctilos en Hidalgo

En el estado de Hidalgo sólo se han registrado tres especies del orden Artiodactyla, (Mejenes-López *et al.*, 2010), a pesar de que éste es uno de los órdenes más diversos entre los mamíferos a nivel mundial. Existen 10 familias y alrededor de 220 especies, que incluyen a cerdos, pecaríes, jabalíes, hipopótamos, camellos, venados y jirafas (Ceballos y Oliva, 2005).

La característica principal del orden es la presencia de un número par de dedos en las extremidades. La mayoría de las especies de artiodáctilos son herbívoras y pocas especies como los pecaríes son omnívoras (Ceballos y Oliva, 2005). Este grupo ha proporcionado recursos a los seres humanos durante mucho tiempo, por lo que están ligados a procesos de producción primaria desde un punto de vista económico, de hecho la explotación de los cérvidos con fines cinegéticos ha sido la base de cambios muy importantes en la producción de cárnicos en el norte del país (Retana, 2006).

Las especies del estado de Hidalgo son las siguientes:

Mazama americana (temazate, chacal o cuachacal): es el venado más pequeño de Norteamérica, presenta astas sin ramificar (Figura 1a). Se distribuye desde México hasta Sudamérica. Su límite de distribución es la vertiente del Golfo, desde el sur de Tamaulipas hasta el suroeste del país, abarcando toda la península de Yucatán y toda la costa del Pacífico, de Chiapas hasta una porción de Oaxaca (Ceballos y Oliva, 2005).

Existen pocos registros para el temazate en el estado de Hidalgo y es uno de los cérvidos menos estudiados en México. Esta especie es más sensible a los cambios en su hábitat y muchas veces no responde al manejo en cautiverio, pues su nivel poblacional y su capacidad reproductiva es muy baja, aun en ambientes naturales (Ojasti, 1993).

Rejón (1995), menciona en su estudio que el venado temazate es muy difícil de criar en cautiverio, ya que tiene hábitos alimenticios muy específicos, además de que los criadores prefieren animales con buenas astas, buen talle y porte como el venado cola blanca. Debido a lo anterior, se puede explicar el escaso interés para criar temazate y por tanto, es necesario profundizar en aspectos generales de la biología de esta especie, incluyendo su distribución.

Odocoileus virginianus (venado cola blanca): ciervo caracterizado por presentar un mechón de pelos blancos en la base de la cola, que se eriza cuando está excitado o en huida (de ahí su nombre). Sólo los machos presentan astas, sus orejas son de gran tamaño (aproximadamente el 50% de la longitud de la cabeza), su cuerpo es de color grisáceo en invierno y rojizo en verano. La cola es color café o gris en su cara externa, con los bordes y la cara interna rodeados de largos pelos blancos (Figura 1b). *Odocoileus virginianus* es la especie de cérvido con más amplia distribución en México (Leopold, 2000). A pesar de que se distribuye en la mayor parte del país, en la actualidad muchas de sus poblaciones han desaparecido, por lo que es necesario saber dónde se encuentran las poblaciones relictuales.

Tayassu tajacu (pecarí de collar): es un cerdo silvestre de un tamaño aproximado de 50 cm a la cruz. El cuerpo es robusto, la cola vestigial y la cabeza grande; las

extremidades son cortas, delgadas y terminan en pezuñas (Figura 1c). En México se encuentra presente en la mayor parte del territorio nacional, aunque está ausente en la Península de Baja California y en sólo una parte de la Altiplanicie Central (Ceballos y Oliva, 2005).



Figura 1. Especies de artiodáctilos en el estado de Hidalgo: a) *Mazama americana* (temazate, cuachacal o chacal) imagen tomada de www.cerfs.free.fr. b) *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) imagen tomada de www.enature.com, c) *Tayassu tajacu* (pecarí de collar) imagen tomada de www.crebellacazamayor.com.ar.

Las especies con mayor rango de distribución geográfica en América son el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), los cuales habitan en muy diversos tipos de vegetación en las regiones neártica y neotropical (Hall, 1981; Eisenberg, 1989)

Las tres especies (*Mazama americana*, *Odocoileus virginianus* y *Tayassu tajacu*) han tenido y tienen un papel importante en la economía de los pueblos indígenas y mestizos, debido al consumo de su carne, al uso de sus pieles para elaborar prendas de vestir y artesanías. Son utilizados en la caza furtiva y en la de subsistencia y actualmente la cacería deportiva se ha extendido a muchas regiones del país, produciendo importantes beneficios económicos. Esta industria es una actividad nueva, creciente y cada vez más importante, que genera empleos e ingresos económicos a quienes se dedican a ello. La cacería ha sido una actividad recreativa tradicional, que está enraizada con la historia misma de los seres humanos, su práctica depende fundamentalmente de la presencia de vida silvestre (Guajardo y Martínez, 2004).

En la actualidad, para el venado cola blanca y el pecarí de collar, se han disminuido notablemente sus áreas de distribución, incluso se ha presentado la erradicación de algunas poblaciones locales (Weber y González, 2003), ya que se consideran piezas de caza mayor y pueden estar asociados a una industria muy importante que Pérez Gil y colaboradores (1996) estimaron en 500 millones de pesos. En comunidades rurales marginadas el principal uso es el alimentario y también son cazados porque llegan a dañar los cultivos (Gallegos *et al.*, 2004).

Las causas principales de la disminución de las poblaciones de estas tres especies de artiodáctilos son la caza no controlada, aunada a la pérdida y

fragmentación del hábitat. Sánchez-Rojas *et al.* (2009) enfatizan la importancia de las UMAs como estrategia complementaria de conservación y uso sostenible de estas especies.

Respecto a los venados temazates no se cuenta con la información suficiente para conocer su estado de conservación (Medellín, 2005; Gallina, 2005), mientras que los venados cola blanca y el pecarí de collar son especies que no están en peligro y su aprovechamiento es posible bajo ciertas restricciones y dentro del esquema de UMA (Galindo-Leal y Weber, 2005; March y Mandujano, 2005). En relación al venado cola blanca, Sánchez-Rojas *et al.* (2009) señala que las UMAs han ayudado a la conservación y uso sustentable de esta especie en áreas forestales del centro del país.

Si bien el número de estudios con estas tres especies de artiodáctilos se ha incrementado notablemente en los últimos años a lo largo del país, aún persisten huecos de información importantes en relación a su distribución (Weber y González, 2003; Mandujano, 2004; Gallina, 2005; Gallina *et al.*, 2007)

Desde una perspectiva biológica, los cérvidos son especies claves dentro de la naturaleza, al formar parte de una red alimenticia como herbívoros dispersores de las semillas de las diversas plantas que comen, y como presas de carnívoros como el puma, el coyote, el gato montés y algunos otros (Fulbright y Ortega-S., 2007).

Para el temazate, el venado cola blanca y el pecarí de collar es posible que su mejor apuesta para la conservación sea el que se conviertan en un recurso importante para ser utilizado en los ambientes rurales de México.

1.2 Utilización de la fauna

En los últimos 20 años se ha implementado la idea básica de que la explotación de las especies debe regularse con el propósito de evitar su extinción (que es el principio básico de sustentabilidad). Por esta razón, en México se dirigen acciones para el establecimiento de estrategias que conduzcan a la conservación de la vida silvestre (LGEEPA, 2001).

La principal estrategia que se ha implementado para la utilización de los recursos no maderables son las Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAs), que de acuerdo a la Ley General de Vida Silvestre (2010) en su Artículo 3º, Fracción XLV, las define como “*predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen*”. Por lo que una UMA, es una extensión de territorio ya sea federal, privado o comunal, donde se permite el uso racional de la vida silvestre, mediante el manejo y uso de los recursos naturales, el cual presenta un componente extensivo y uno intensivo. El primero se refiere a la conservación *in situ* mediante programas de manejo de las especies nativas silvestres, mientras que el intensivo permite un aprovechamiento *ex situ* de especies en cautiverio (Weber *et al.*, 2006; Valdez *et al.*, 2006).

Esta estrategia que se ha implementado con las UMAs está innovando el aprovechamiento de vida silvestre en México y hay casos que muestran su viabilidad, como lo es el estudio realizado por González-Marín *et al.*, (2003). Sin embargo, desde el punto de vista de la conservación de la vida silvestre, los resultados de su operación son poco convincentes (Gallina-Tessaro *et al.*, 2009). Las estadísticas sobre las

especies manejadas actualmente indican que una alta proporción de UMAs tiene centrada su atención en el manejo de especies de valor cinegético, quedando desatendidas muchas otras especies de vida silvestre que pueden ser afectadas por las acciones destinadas a favorecer a las poblaciones de especies con interés económico (Guajardo y Martínez, 2004).

2. ANTECEDENTES

2.1 Concepto de nicho ecológico

Como se mencionó anteriormente, para poder generar mapas de distribución potencial, una herramienta muy poderosa es el concepto del nicho ecológico, de ahí que sea muy importante explicarlo. En 1957, Hutchinson evaluó el nicho en términos matemáticos y sugirió que el ambiente puede verse como un gran número de dimensiones que representan un recurso o factor de importancia, en el cual cada especie mantendrá una distribución particular de frecuencias. De aquí que el nicho esté definido por el rango total de variables ambientales a las que una especie puede adaptarse y bajo las cuales vive y se reproduce indefinidamente; de esta manera el término nicho se define como *“la suma de todos los factores que actúan en un organismo, como un hipervolumen n-dimensional”* (Hutchinson, 1957).

Las variables pueden ser físicas o biológicas (el conjunto de condiciones ambientales bajo las cuales las poblaciones de una especie pueden sobrevivir indefinidamente sin la necesidad de inmigración). El nicho no se debe considerar como el espacio (geográfico), sino como el conjunto de las propiedades del medio ambiente que satisfacen las necesidades de los organismos (Milesi y López de Casenave, 2005).

No obstante que el concepto aún se debate, es importante mencionar que el concepto de Hutchinson (1957) proporcionó un método para poder medir el nicho como un volumen en el multiespacio, gracias a las técnicas multivariadas que permiten estimarlo cuantitativamente (Lavergne *et al.* 2010).

2.2 Modelado del nicho ecológico

El modelado del nicho ecológico, es un instrumento que permite analizar las poblaciones de las diferentes especies, así como los factores ecológicos asociados que las influyen en distintos grados y modos (Figura 2). Esta información puede ser analizada por distintos tipos de algoritmos, muchos de los cuales posibilitan proyectar de manera espacialmente explícita y, por tanto, a nivel geográfico, el área potencial que ocupa la especie (Illoldi-Rangel y Escalante, 2008).

La relación entre las condiciones ambientales y las localidades conocidas del nicho ecológico de un taxón puede ser una forma de explicar los patrones distribucionales. Sin embargo, dado el esfuerzo inmenso que implica conocer con detalle los requerimientos de hábitat particulares de cada especie, se han desarrollado recientemente algoritmos y herramientas informáticas que generan distribuciones potenciales, basadas en el conjunto de registros individuales de una especie. Tales registros se relacionan con las variables ambientales presentes en dichas localidades (Carroll *et al.*, 1999; Manel *et al.*, 1999a; Cowley *et al.*, 2000). Por lo tanto, ahora tenemos la posibilidad de construir mapas con cierto nivel de incertidumbre de la distribución de las especies, que llenan huecos de conocimiento y muestreo, lo que aumenta enormemente las potencialidades de análisis e interpretación en la ecología

(Peterson *et al.*, 2002b), la biogeografía (Peterson y Cohoon, 1999; Anderson *et al.*, 2002), la conservación (Godown y Peterson, 2000; Peterson *et al.*, 2000; Liebig *et al.*, 2001), el manejo de especies de importancia económica (Sánchez-Cordero y Martínez-Meyer, 2000; Peterson y Vieglais, 2001) y el entendimiento de la distribución de enfermedades (Beard *et al.*, 2002; Peterson *et al.*, 2002a).

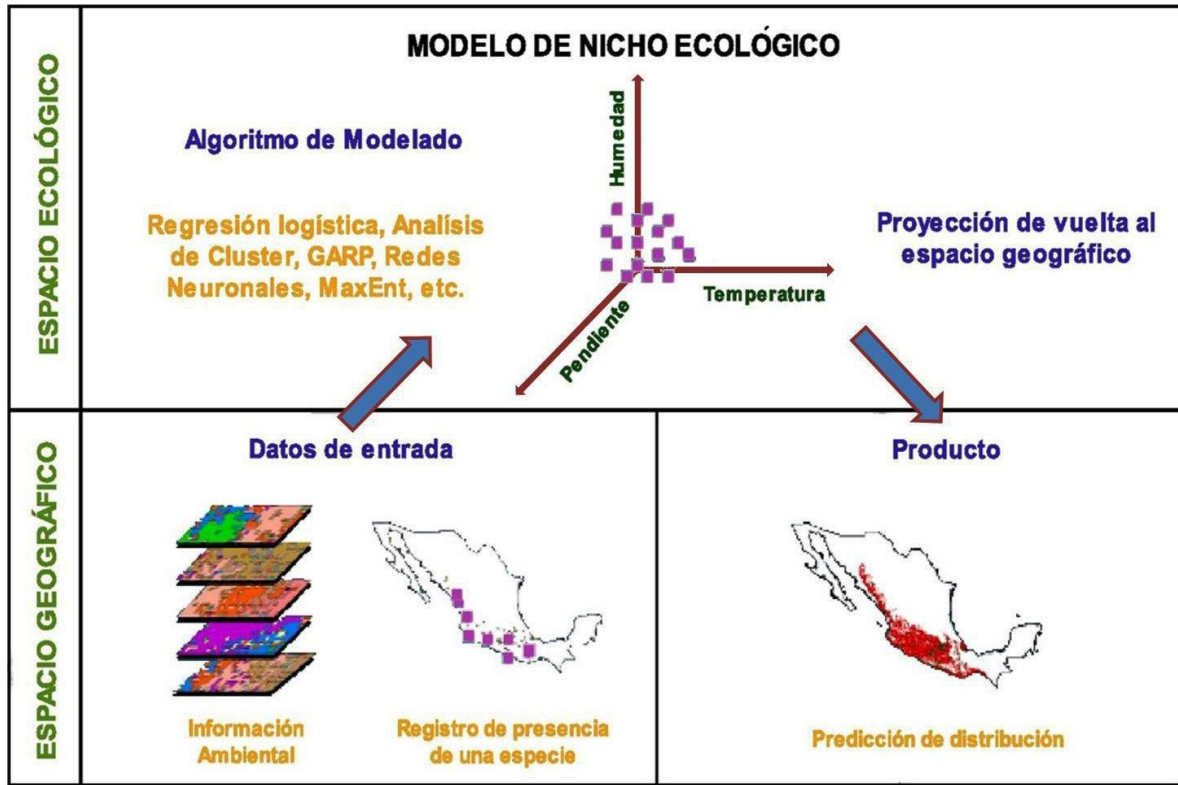


Figura 2. Modelo de nicho ecológico: de inicio en el espacio geográfico tenemos las diecinueve variables climáticas y los registros de presencia de la especie, que son los datos de entrada. Posteriormente, en el espacio ecológico es la aplicación del algoritmo, en este caso Maxent, que al término de la aplicación proyecta al espacio geográfico un mapa con el área potencial donde podría encontrarse la especie.

2.3 Utilidad de los modelos para estimar el área de distribución potencial

Para estudios enfocados a la conservación, como son los de regionalización biogeográfica o determinación de áreas importantes para las especies, no es suficiente la información sobre la distribución conocida (Ramírez y Vargas, 1992). La

regionalización biogeográfica puede resultar imprecisa y las áreas importantes para la conservación de las especies pueden presentar lagunas, al ignorar algunas zonas habitadas por las especies. Este problema puede solucionarse en gran medida al determinar la distribución potencial de las especies, a partir del análisis de su distribución conocida (Ceballos y Rodríguez, 1993; Ceballos *et al.*, 1998; Sánchez-Cordero y Martínez-Meyer, 2000; Sánchez-Cordero *et al.*, 2001).

Estos modelos de distribución espacialmente explícitos, permiten estimar la distribución potencial de las especies, gracias a que se han modelado las condiciones del clima para diferentes momentos en el tiempo (www.worldclim.org). La predicción de la distribución de las especies con base en variables ambientales se fundamenta en la Teoría de Nicho, formalizada por Hutchinson (1957) y por consecuencia, las predicciones que se hacen sobre la distribución de las especies bajo estos escenarios, son llamados Modelos de Nicho Ecológico (Lawley *et al.*, 2006). Estos modelos permiten estimar, y por lo tanto presentar hipótesis de la distribución geográfica de las especies, los cuales son de gran utilidad para abordar diferentes preguntas biológicas (Guisan y Thuiller, 2005). De este modo, la modelación de la distribución permite predecir la presencia o ausencia de las especies en áreas no colectadas previamente (Sánchez-Cordero *et al.*, 2001). Recientemente, también se ha utilizado la modelación para seleccionar sitios adecuados para reintroducir especies, como es el caso del lobo mexicano *Canis lupus baileyi* en el norte de México (Martínez-Meyer *et al.*, 2006).

El determinar áreas potenciales dentro del estado de Hidalgo para *Mazama americana*, *Odocoileus virginianus* y *Tayassu tajacu* puede ser el inicio de una planeación estratégica a largo plazo. El área de distribución potencial será la inferencia

acerca de cuál es el área de mayor probabilidad en la que las condiciones climáticas sean favorables para estas especies.

2.4 El desarrollo sustentable

La estrategia de conservar la biodiversidad basada en el aprovechamiento sustentable ha probado ser muy eficiente en México y en el mundo. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (2001), en su artículo 3° fracción XI define al Desarrollo Sustentable como *"El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras "*.

Como ejemplo de que la fauna silvestre es importante en el desarrollo sustentable, tenemos que en algunos estados del norte del país como Tamaulipas, Chihuahua, Sinaloa, Sonora y Baja California se ha implementado su aprovechamiento mediante la cacería deportiva, ya que los ingresos que genera esta actividad sirven para mejorar las condiciones económicas de la región (Guajardo y Martínez, 2004).

En México, esta actividad se considera como emergente y algunos estudios la consideran como de alto potencial económico de acuerdo con la Secretaría de Turismo (SECTUR, 2002). Cabe destacar que el deporte de la cacería ha sido catalogado por la Secretaría de Turismo (SECTUR, 2002) como turismo cinegético, la actividad que desarrolla un cazador deportivo nacional o extranjero y que hace uso de servicios logísticos y turísticos para hacer más fácil la práctica de este deporte, en un marco de

conservación y sustentabilidad de la vida silvestre (Guajardo y Martínez, 2004). En el país, la cacería es legal cuando se practica en estricto apego a las disposiciones contenidas en la Ley General de Vida Silvestre y otras disposiciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Las acciones de conservación se deben planificar de acuerdo a la identificación y selección de una red de áreas para la conservación de la biodiversidad, junto con el desarrollo de planes de manejo adecuados para dichas áreas, que las alejen de los procesos que las deterioran y amenazan; para lo cual se han implementado protocolos que utilizan diferentes herramientas computacionales y algoritmos matemáticos (Margules y Sarkar, 2009).

3. JUSTIFICACIÓN

Las especies de artiodáctilos potencialmente pueden convertirse en un recurso económico en zonas rurales del estado de Hidalgo, por lo que un conocimiento más detallado de estas especies permitiría hacer un mejor manejo y al mismo tiempo ayudaría a su conservación. Un primer paso para hacer un manejo sostenible es saber en dónde se encuentran las condiciones adecuadas para que habiten las especies y por tal motivo, en este trabajo se determinaron las áreas de distribución potencial para *Mazama americana*, *Odocoileus virginianus*, y *Tayassu tajacu* con base en modelos de nicho ecológico.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Generar y analizar los modelos de distribución potencial de las especies *Mazama americana*, *Odocoileus virginianus*, y *Tayassu tajacu*, en Hidalgo, en función de su posible presencia en el estado.

4.2 Objetivos particulares

- Generar una base de datos con las georreferencias de las tres especies de artiodáctilos registradas para el estado de Hidalgo y las regiones biogeográficas que lo integran.
- Elaborar los mapas de distribución potencial de las tres especies de artiodáctilos presentes en el estado de Hidalgo, utilizando los registros conocidos, y mediante algoritmo basado en el concepto de nicho.
- Analizar los patrones de distribución de las tres especies en el estado de Hidalgo.

5. ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Hidalgo se encuentra localizado en la zona centro-este de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas extremas: 19° 35' 52" -21° 25' 00" latitud N y 97° 57' 27"- 99°51' 51" longitud O (Figura 3). Posee una extensión territorial de 20, 813 Km², representa el 1.1% de la superficie nacional. Colinda al Norte con Querétaro y San Luis Potosí, al Este con Veracruz y Puebla, y al Sur con Puebla, Tlaxcala y el Estado de México, mientras que al Oeste colinda con una parte del Estado de México y Querétaro (INEGI, 1999).



Figura 3. Ubicación geográfica del estado de Hidalgo
(Tomado de <http://www.hidalgo.gob.mx/hidalgo.html>, 2011.)

5.1 Altitud

Con base en los modelos de elevación digital (INEGI, 1999), en el estado de Hidalgo la altitud media es de 1660 msnm, la máxima es de 3492 msnm y la mínima de 18 msnm (Figura 4).

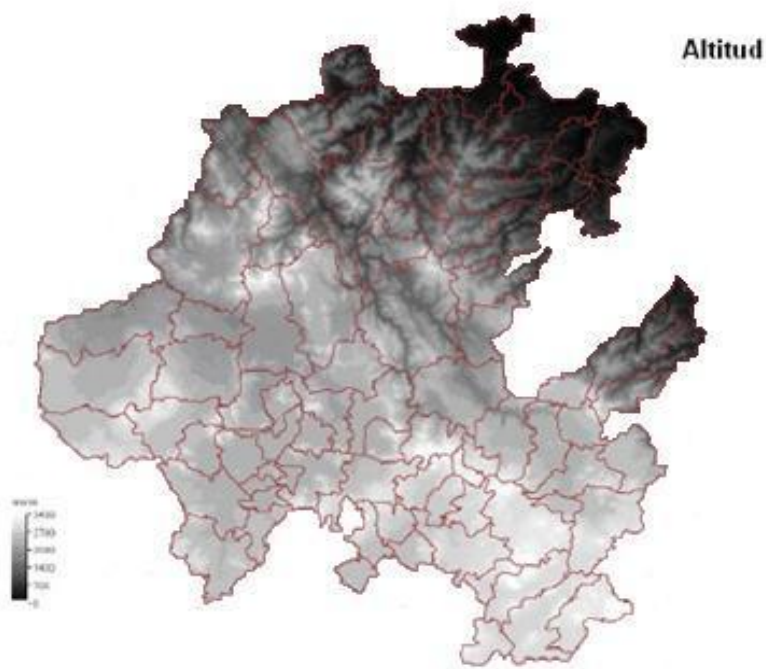


Figura 4. Mapa de elevación del estado de Hidalgo, modificado de Bravo-Cadena, 2008.

5.2 Clima

En el estado se distinguen 27 tipos de climas (CONABIO, 1995), agrupados en tres zonas climáticas: zonas de climas cálidos y semicálidos de la huasteca Hidalguense (Af, Am), zona de climas templados de la Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico (Cf, Cw); y zona de climas secos y semisecos de la Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico (BSk, BSh). La temperatura media anual es de 16° C. La temperatura mínima del mes más frío, enero, es alrededor de 4°C y la máxima se presenta en abril y

mayo que en promedio es de 27°C. La lluvia se presenta en verano, del mes de junio a septiembre, la precipitación media del estado es de 800 mm anuales (INEGI, 1992).

Zona de climas cálidos y semicálidos de la Huasteca Hidalguense: se localiza en la parte norte del estado, concentrándose al noreste en la porción que corresponde a la vertiente del golfo; y se caracteriza por tener abundantes lluvias.

Zona de climas templados de la Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico: se distribuyen en las partes del centro y sur de la entidad, registrando variantes de precipitación y temperatura, debidas principalmente a alternancias de altitud entre los llanos, valles y serranías que conforman a la Sierra madre Oriental y Eje Neovolcánico Transversal.

Zona de climas secos y semisecos de la Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico: Estas zonas se alternan con los templados, concentrándose en el oeste sobre las llanuras y lomeríos, estas zonas se encuentran menos expuestas a la acción de los vientos húmedos (INEGI 1992).

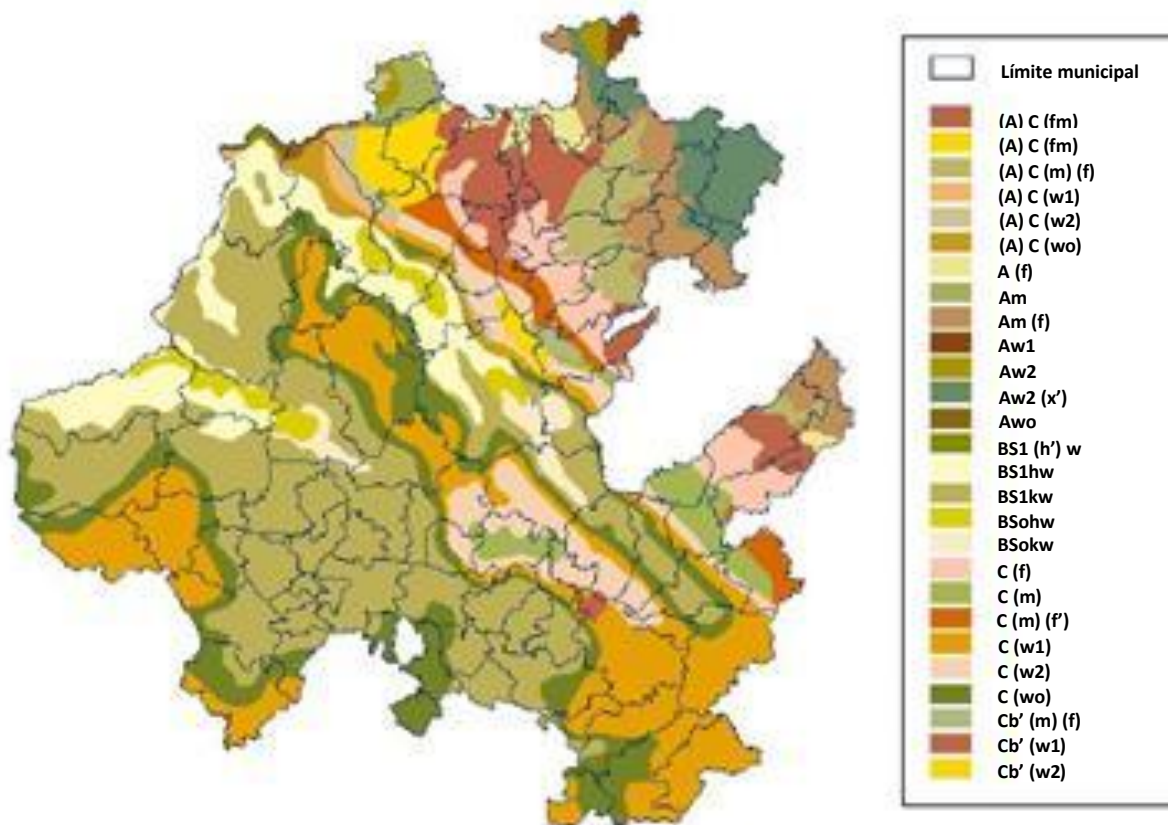


Figura 5. Mapa de tipos de climas en el estado de Hidalgo basado en CONABIO, 1995 (Tomado de Bravo-Cadena, 2008).

5.3 Hidrología

Hidalgo está conformado por dos regiones hidrológicas, la región del río Pánuco con una cuenca (río Moctezuma) y la región Tuxpan-Nautla con tres cuencas (río Tecolutla, río Cazonas y río Tuxpan). La Región del río Pánuco es la más importante, ya que comprende casi todo el estado de Hidalgo, con una superficie aproximada de 19,793.60 km², mientras que en la región Tuxpan–Nautla sólo ocupa un área de 1,111.52 km² (INEGI, 1999)

5.4 Vegetación

La heterogeneidad topográfica y climática del estado provoca que Hidalgo presente una gran variedad de tipos de vegetación (Villavicencio *et al.*, 1993). Los bosques tropicales perennifolios, subcaducifolio, caducifolio y las partes bajas del bosque mesófilo de montaña se localizan en las áreas de climas cálidos y semicálidos. Los bosques de coníferas, bosques de encinos y las partes altas del bosque de montaña predominan en las áreas con climas templados. Por último, el bosque tropical caducifolio, los bosques espinosos y el matorral xerófilo se encuentran principalmente en las zonas de climas áridos y semiáridos (Martínez-Morales *et al.*, 2007; Figura 5).

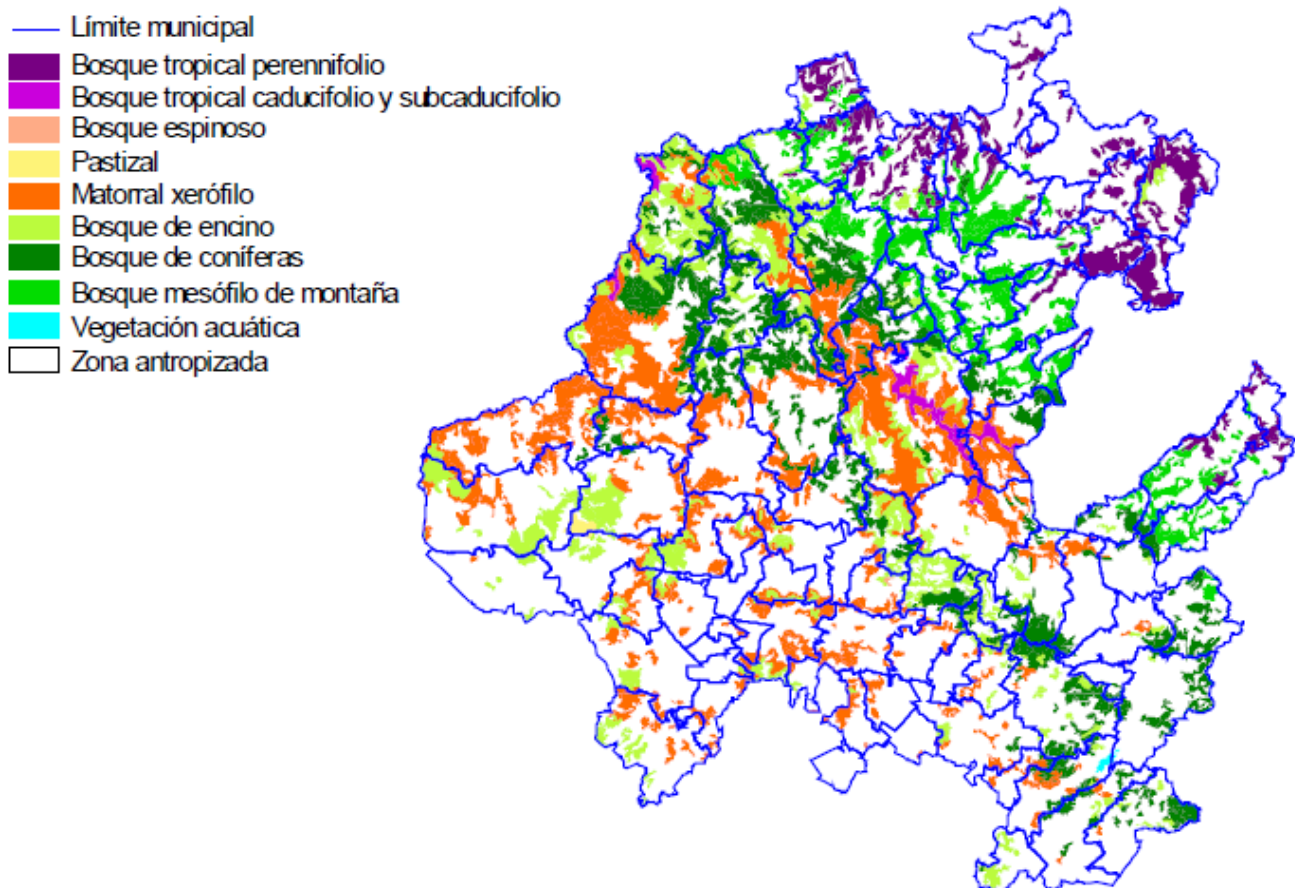


Figura 6. Vegetación de Hidalgo con base en la nomenclatura de Rzedowski (1981) y la información del Inventario Forestal Nacional, 2000 (Velázquez *et al.* 2002).

El matorral xerófilo es el tipo de vegetación predominante en el estado, tiene una extensión de 253,519 has, seguido del bosque de coníferas con 189,260 has, el bosque de encino con 150,096 has, bosque mesófilo de montaña con 114,782 has, bosque tropical perennifolio con 83,352 has, bosque tropical caducifolio y subcaducifolio con 14,630 has, pastizal con 2,122 has, vegetación acuática con 869 has y el bosque espinoso con 279 has (Martínez-Morales *et al.* 2007).

5.5 Eco-regiones

En el estado existen seis eco-regiones (CONABIO, 1999), la predominante es la de Matorrales Xerófilos del Sur de la Meseta Central (MXSMC), la segunda región son los Bosques de Coníferas y Encinos de la Sierra Madre Oriental (BCESMO), seguida por la región de Bosques Mesófilo de Montaña de Veracruz (BMMV), la región de Selvas Húmedas de la Planicie Costera de Veracruz (SHPCV), Bosque de Coníferas y Encinos del Sistema Neovolcánico Transversal (BCESNT) y una pequeña porción de las Selvas Secas de la Planicie Costera de Tamaulipas (SSPCT). Esta última región, está representada por una muy pequeña superficie al noroeste del estado, en el municipio de Pacula (Martínez-Morales *et al.* 2007).

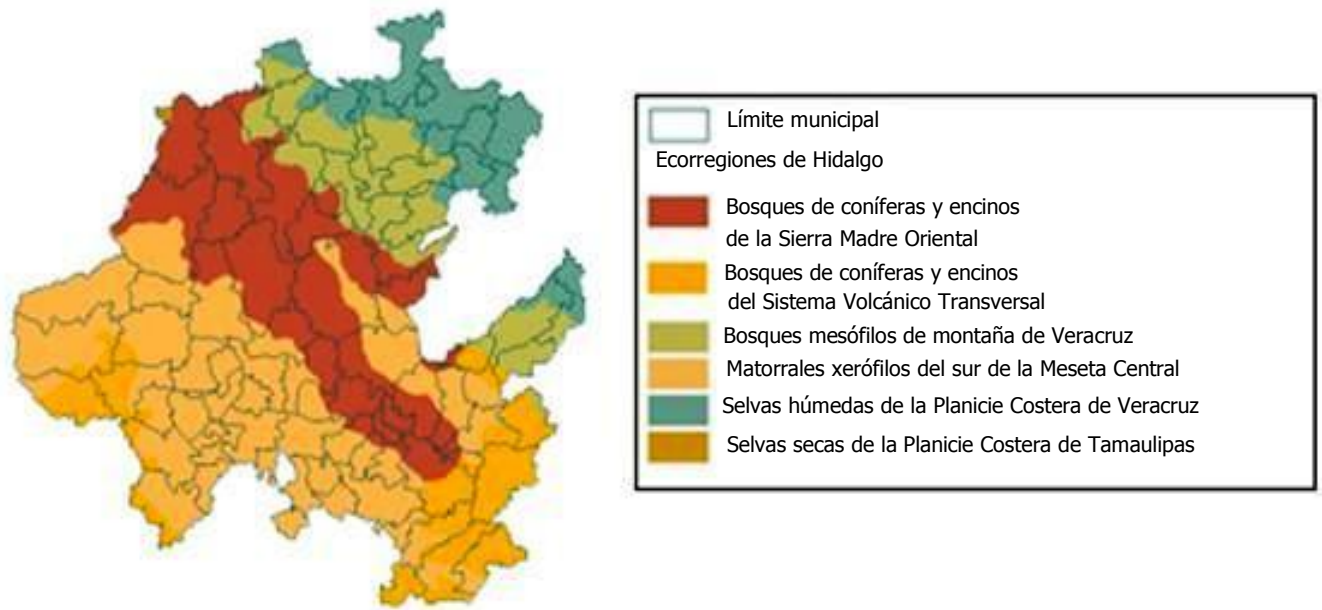


Figura 7. Mapa de Ecorregiones del estado de Hidalgo basado en CONABIO, 1999 (Tomado de Bravo-Cadena 2008).

5.6 Geografía

El territorio estatal se encuentra afectado por cuatro provincias biogeográficas (Figura 8), que son el Eje Volcánico, el Altiplano sur (Zacatecano-Potosino), la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México (CONABIO, 1997).

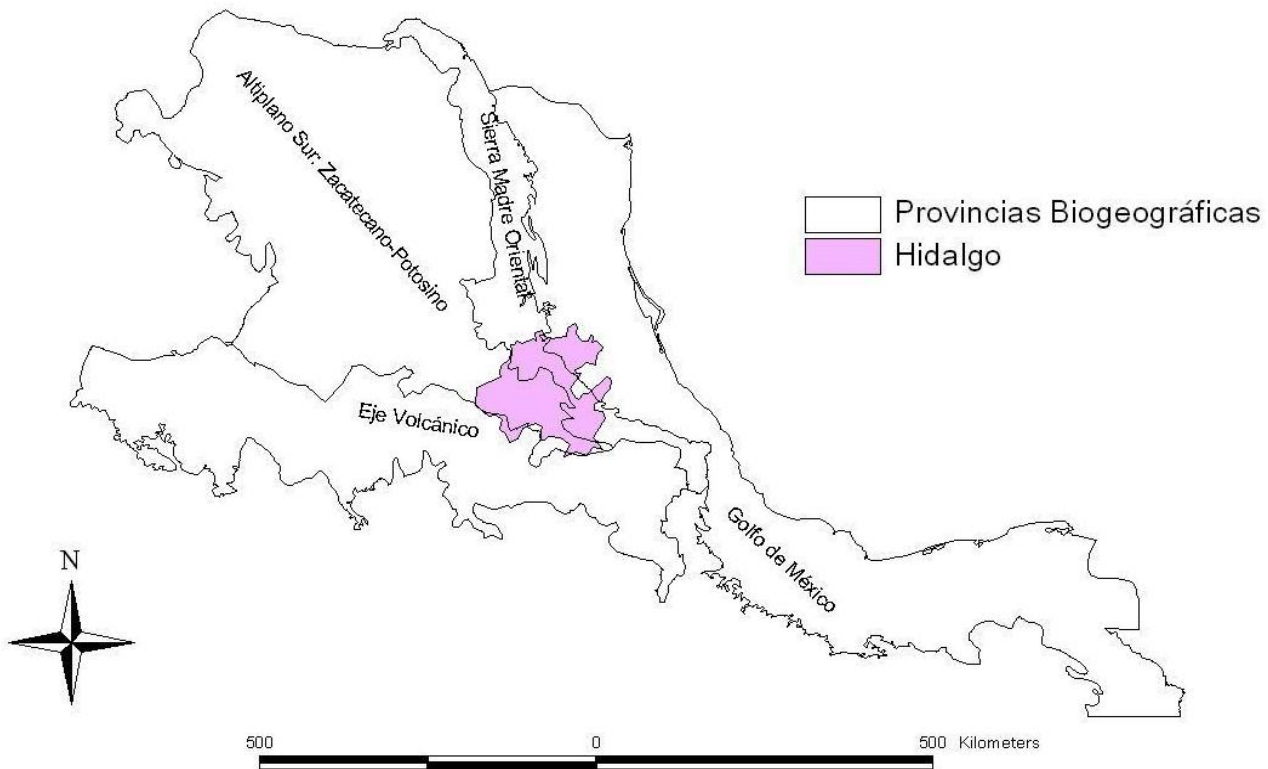


Figura 8. Provincias biogeográficas donde se ubica el Estado de Hidalgo.

El Eje Volcánico cubre la parte sur del estado, se ubica en el centro del País, abarcando el Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro Tlaxcala y Veracruz. Sus coordenadas

extremas aproximadas son: 18°40' - 20° 55' latitud N y 96° 30' - 105° 20' longitud O, y atraviesa el país de costa a costa. Se encuentra entre los 1000 y poco más de 5000 msnm, predominando altitudes entre los 1500 y 2500 metros sobre nivel del mar (Ferrusquía- Villafranca, 1993). Se compone predominantemente por rocas volcánicas terciarias y cuaternarias; la topografía es variada aunque no llega a ser tan accidentada como la Sierra Madre Oriental.

El Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino) abarca gran parte del desierto de Chihuahua, parte de los estados de Coahuila, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo (CONABIO, 1997).

La Sierra Madre Oriental se localiza en el noreste de México, hacia los 97° 24' - y los 19° 43' 48" – 25° 45' latitud N, 102° 15' 36" longitud O, ocupando un área de 60 978.34 km², que equivale aproximadamente al 3% del territorio nacional, en un intervalo altitudinal entre los 200-3600 msnm y con altitudes predominantes entre los 1500-2000 msnm (Luna *et al.*, 2004). Ocupa la mayor parte del territorio estatal y está constituida principalmente por rocas sedimentarias, continentales y marinas; la topografía de esta provincia es muy accidentada debido a su historia geológica (Luna *et al.*, 2004).

El Golfo de México se localiza en el este del país, en los estados de Veracruz, Tabasco, Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Chiapas y Campeche, Belice y el norte de Guatemala, sólo cubre en una pequeña parte del noroeste del estado y está constituida por rocas sedimentarias de origen marino (INEGI, 1999).

6. MATERIAL Y MÉTODO

6.1 Selección de especies

Para determinar las especies de artiodáctilos que habitan en el estado de Hidalgo, se recopilaron los registros disponibles en bases de datos electrónicas en línea: Biodiversity Data Portal GBIF (2010), Unidad de Informática para la Biodiversidad UNIBIO (2010), Colección de fotocolectas biológicas: Instituto de Biología-UNAM (2010) y en la Comisión Nacional para el conocimiento de la Biodiversidad (2010): Colecciones de la Red Mundial De Información Sobre Biodiversidad REMIB (2010), la cual hace disponibles a los usuarios datos de 20 instituciones en México. La nomenclatura de las especies se utilizó con base a Wilson y Reader (2005).

Debido a que los registros de los artiodáctilos en Hidalgo son escasos, se amplió la búsqueda de registros para las regiones biogeográficas, lo anterior con la finalidad de que los modelos generados para el estado de Hidalgo resultarán más confiables.

A consecuencia de que existían muchos registros en las fuentes consultadas que no poseían coordenadas geográficas, pero sí los datos de la localidad, fue necesario georreferenciarlos, esto se realizó utilizando el SIG ArcView versión 3.3, mediante una base de localidades de México (INEGI, 2000).

6.2 Construcción de los modelos

6.2.1 Modelos Maxent

El proceso de modelado consiste en dos pasos: 1) modelar el nicho ecológico de la especie y 2) proyectar el modelo de nicho a un paisaje geográfico para identificar áreas potenciales de su distribución (Illoldi-Rangel y Escalante, 2008).

Los modelos se obtuvieron con el algoritmo Maxent, fundamentado en el concepto de máxima entropía, esto significa que asimila una distribución uniforme, además de que sólo utiliza datos de presencia para la construcción de los modelos. Se ha comprobado que brindan una mayor precisión en los resultados al identificar áreas potenciales de distribución (Hernández, *et al.*, 2006; Elith, *et al.*, 2006) y sobre todo le da peso a las variables ambientales que resultan ser importantes para la interpretación de los resultados (Phillips *et al.*, 2006).

Se utilizaron 19 variables ambientales para realizar los modelos, las cuales se obtuvieron de WorldClim (disponible en línea: <http://worldclim.org/>). Esta base de datos realizada por Hijmans *et al.* (2005), es un conjunto de capas climáticas globales con una resolución espacial de un kilómetro cuadrado, pueden ser utilizados para la asignación y el modelado espacial en un Sistema de Información Geográfica (SIG) u otros programas informáticos (Cuadro 1). Se eligieron estas variables debido a que han sido ampliamente utilizadas para predecir la distribución de mamíferos con resultados confiables (Peterson *et al.*, 2002a; Sánchez-Cordero *et al.*, 2005; Martínez-Meyer *et al.*, 2006).

La modelación se realizó utilizando una máscara de las cuatro provincias biogeográficas que integran el estado de Hidalgo, que son el Eje Volcánico, el Altiplano

sur (Zacatecano-Potosino), la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México (disponible en línea <http://www.conabio.gob.mx>). Posteriormente se cortó el polígono correspondiente al estado de Hidalgo. Lo anterior, debido a que los modelos se alimentaron con datos de Hidalgo y de las provincias biogeográficas que se encuentran dentro de su territorio a consecuencia de la escasez de registros.

Se configuró el programa Maxent para que realizara 10 réplicas por cada especie, y así mismo, se ajustó para que se llevara a cabo una evaluación y validación para los modelos de las tres especies de artiodáctilos, esto quiere decir que del 100% de los datos, el 60% fue ocupado para la realización de los modelos y con el 40% restante el algoritmo realiza la validación.

Cuadro 1. Variables ambientales utilizadas para generar los modelos de distribución potencial de los artiodáctilos. Obtenidas del WorldClim, en donde la variable 3. Isotermalidad: se calcula utilizando los valores de la media del rango diario (variable 2) entre el rango de temperatura anual (variable 7), mientras que la variable 7 se obtiene de la temperatura máxima (variable 5) menos la temperatura mínima del mes más frío (variable 6).

Variables	
Climáticas	
1.	Temperatura media anual
2.	Media del rango diario (media mensual (temp max-temp min))
3.	Isotermalidad (P2/P7)(*100)
4.	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar * 100)
5.	Temperatura máxima del mes más caliente
6.	Temperatura mínima del mes más frío
7.	Rango de temperatura anual (p5-p6)
8.	Temperatura media del cuarto más húmedo
9.	Temperatura media del cuarto más seco
10.	Temperatura media del cuarto más caliente
11.	Temperatura media del cuarto más frío
12.	Precipitación anual
13.	Precipitación del mes más húmedo
14.	Precipitación del mes más seco
15.	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
16.	Precipitación del cuarto más húmedo
17.	Precipitación del cuarto más seco
18.	Precipitación del cuarto más caliente
19.	Precipitación del cuarto más frío

6.2.2 Mapa de presencia-ausencia

De los mapas obtenidos por Maxent, se seleccionó el mapa AVG (promedio) para cada especie, posteriormente se indicó al software que los mapas resultantes tuvieran un formato reconocible en *grids* para posteriormente abrir y procesar los mapas en un SIG (Sistema de Información Geográfica) en este caso ArcView GIS 3.3. Donde se realizó la eliminación de la sobre predicción, puesto que el modelo arroja los mapas con un rango de valores de distribución potencial que varía para cada especie, por lo que es necesario convertirlos en mapas que muestren solo presencia y ausencia. Para esto, se utilizaron dos criterios diferentes, el primero fue realizando el corte con el porcentaje de probabilidad mayor o igual de 0.5, pues este criterio ha sido utilizado en diferentes trabajos, sin embargo, como los resultados obtenidos con este método arrojaron mapas con un gran número de errores de omisión, se determinó utilizar un segundo método denominado “mínima omisión” que consiste en hacer el corte de presencia en el valor donde todos los puntos de registros se encuentren dentro del área predicha por el modelo.

6.2.3 Mapas de uso de suelo

Posteriormente y a partir de la bibliografía, se generó una base de datos por especie de los tipos de vegetación donde se han registrado y mediante el mapa de uso de suelo de la CONABIO (1999), se generó un corte sólo con los tipos de vegetación (uso de suelo) donde se podría encontrar la especie. Este mapa no está relacionado con los modelos de nicho y sólo se usa como predictor de las especies al tipo de vegetación.

6.2.4 Mapas de presencia-ausencia y uso de suelo

Adicionalmente se sobrepuso digitalmente el mapa de mínima omisión con el mapa de vegetación (uso de suelo), con el objeto de descartar las zonas o lugares donde por el tipo de vegetación no se encuentran las especies estudiadas, ajustando sus límites de distribución.

6.2.5 Mapa de influencia humana

Por último, se delimitó el área obtenida en el mapa anterior, sobreponiendo la máscara de influencia humana, obtenida de The Center for International Earth Science Information Network (disponible en web: http://www.ciesin.columbia.edu/wild_áreas/), la cual está a escala planetaria y se recortó para el estado de Hidalgo. El índice de influencia humana se calcula tomando en cuenta cinco tipos de datos: densidad demográfica, transformación de la tierra, accesibilidad e infraestructura de energía eléctrica y los biomas estandarizados (Sanderson *et al.*, 2002 ver cuadro 2). La presencia humana tiene influencia sobre los nichos de los artiodáctilos que habitan en un determinado lugar, ya que las especies reaccionan a la perturbación. En la Figura 9 se muestra la frecuencia de los valores del índice de influencia humana para el estado de Hidalgo, siendo importante resaltar que Sanderson *et al.* (2002 ver cuadro 3) indican que para los ambientes de Norteamérica el valor del índice humano para los ambientes de Hidalgo está entre el 10 y 21, por lo que Hidalgo tiene valores mayores de esta huella humana al menos con respecto a Norteamérica.

Cuadro 2. Datos geográficos usados para generar el índice de influencia humana. Modificado de Sanderson *et al.*, 2002

Tipo de dato	Nombre del dato	Año	Fuente	Referencia
Densidad demográfica	Distribución de la población en el mundo	1995	CIESIN	CIESIN 2000
transformación de la tierra	uso global de la tierra/ Versión de la cubierta de la tierra 2	1992-1993	NIMA	Loveland <i>et al.</i> 2000
	Mapas del vector niveles de 0 centros urbanos	1960s-1990s	NIMA	NIMA 1997
	Mapa del vector de nivel 0 núcleos de población	1960s-1990s	NIMA	
	Mapa del vector de nivel 0 Caminos y Ferrocarriles	1960s-1990s	NIMA	
accesibilidad	Mapa del vector de nivel 0 Caminos y Ferrocarriles	1960s-1990s	NIMA	NIMA 1997
	Mapa del vector de nivel 0 línea costera			
	Mapa del vector de nivel 0 ríos (ríos principales definidos como los ríos representados por el continuos polígonos a el mar)			
infraestructura de energía eléctrica	Satélites Meteorológicos de Defensa, Programa, luz estable	1994-1995	NOAA/NGDC	Elvidge <i>et al.</i> 1997 ^a
biomas estandarizados	Biomas terrestres	2001	WWF	Olson <i>et al.</i> 2001
	regiones biogeográficas terrestres	2001	WWF	

CIESIN, Centro para la Red Internacional de Información Ciencias de la Tierra, Universidad de Columbia, CCI, Centro Común de Investigación de la Comisión Europea; NGDC, National Geophysical Data Center, las imágenes NIMA, Agencia Nacional de Cartografía, NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration; UNL, la Universidad de Nebraska, Lincoln, USGS, Servicio Geológico de EE.UU., WWF, Fondo Mundial para la Naturaleza, Estados Unidos **Nota:** Aunque el nivel de mapa vectorial 0, ed. 3, conjuntos de datos fueron publicados en 1997, las bases de datos en los que se basa se derivan de la Defensa Mapeo de la Agencia Operacional cartas náuticas desarrollado a partir de mediados de 1960 hasta principios de 1990.

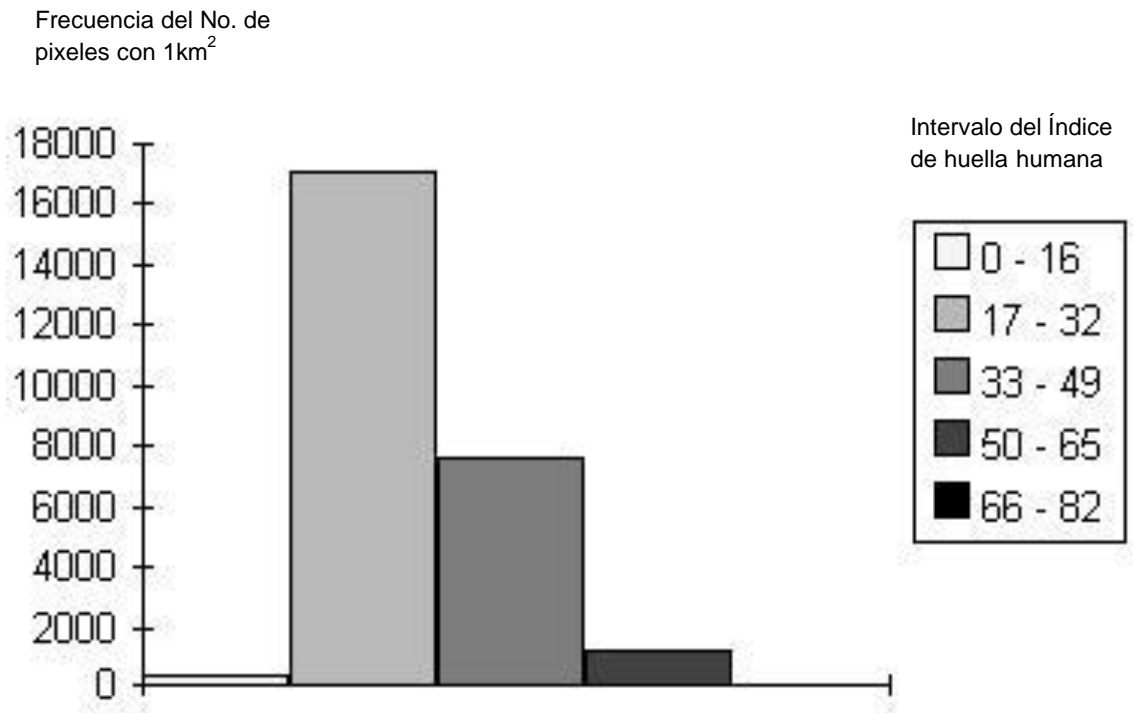


Figura 9. Gráfica de la frecuencia con la que se encuentra el índice de influencia humana en el estado de Hidalgo.

Cuadro 3. Resumen de las puntuaciones del índice de influencia humana por territorio y bioma. Modificado de Sanderson *et al.*, 2002.

Territorio	Biomás	Área (km ²)	Mínima	Máxima	Media o Promedio	Desviación Estándar	10% prístino
Norte América	Bosques secos tropicales y subtropicales de hoja ancha	51,009	0	54	14.71	8.41	6
Norte América	Bosques tropicales y subtropicales de coníferas	288,921	0	46	10.28	5.31	5
Norte América	Bosques templados latifoliados y bosques mixtos	2,838,104	0	68	17.79	9.50	7
Norte América	Pastizales tropicales y subtropicales sabanas y matorrales	80,595	0	72	21.86	9.73	7
Norte América	Praderas sabanas y matorrales	3,092,350	0	68	13.75	8.27	7
Norte América	Matorral mediterránea	121,268	0	64	16.93	11.45	6
Norte América	Desiertos y matorral xerófilo	2,322,298	0	64	9.55	6.52	6
Norte América	Manglares	5,004	5	52	19.20	5.96	10
NOTA: El 10% más prístino está integrado dentro de las áreas más conservadas.							

7. RESULTADOS

7.1 Selección de especies

Las tres especies de artiodáctilos presentes en el estado de Hidalgo fueron *Odocoileus virginianus*, *Mazama americana* y *Tayassu tajacu* y para los cuales se contó con cinco o más registros a nivel de las provincias biogeográficas, en las Figuras 10, 11 y 12; se observan los puntos (registros) de las tres especies de artiodáctilos, así como el número de veces que se obtuvieron estos registros, se consideraron todos pues fueron registrados en diferentes fechas, ya que a nivel estado son muy escasos, además de que cinco es el número mínimo de datos que permiten generar modelos confiables con Maxent (Phillips *et al.*, 2006). La especie con más registros fue *Odocoileus virginianus* con 109, seguido por *Mazama americana* con 27 y para *Tayassu tajacu* solamente se recabaron 21 registros (Cuadro 4).

Cuadro 4. Registros de artiodáctilos en las provincias biogeográficas.

Nombre Científico	Nombre Común	Registros
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	109
<i>Mazama americana</i>	Temazate, cuachacal o chacal	27
<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar	21

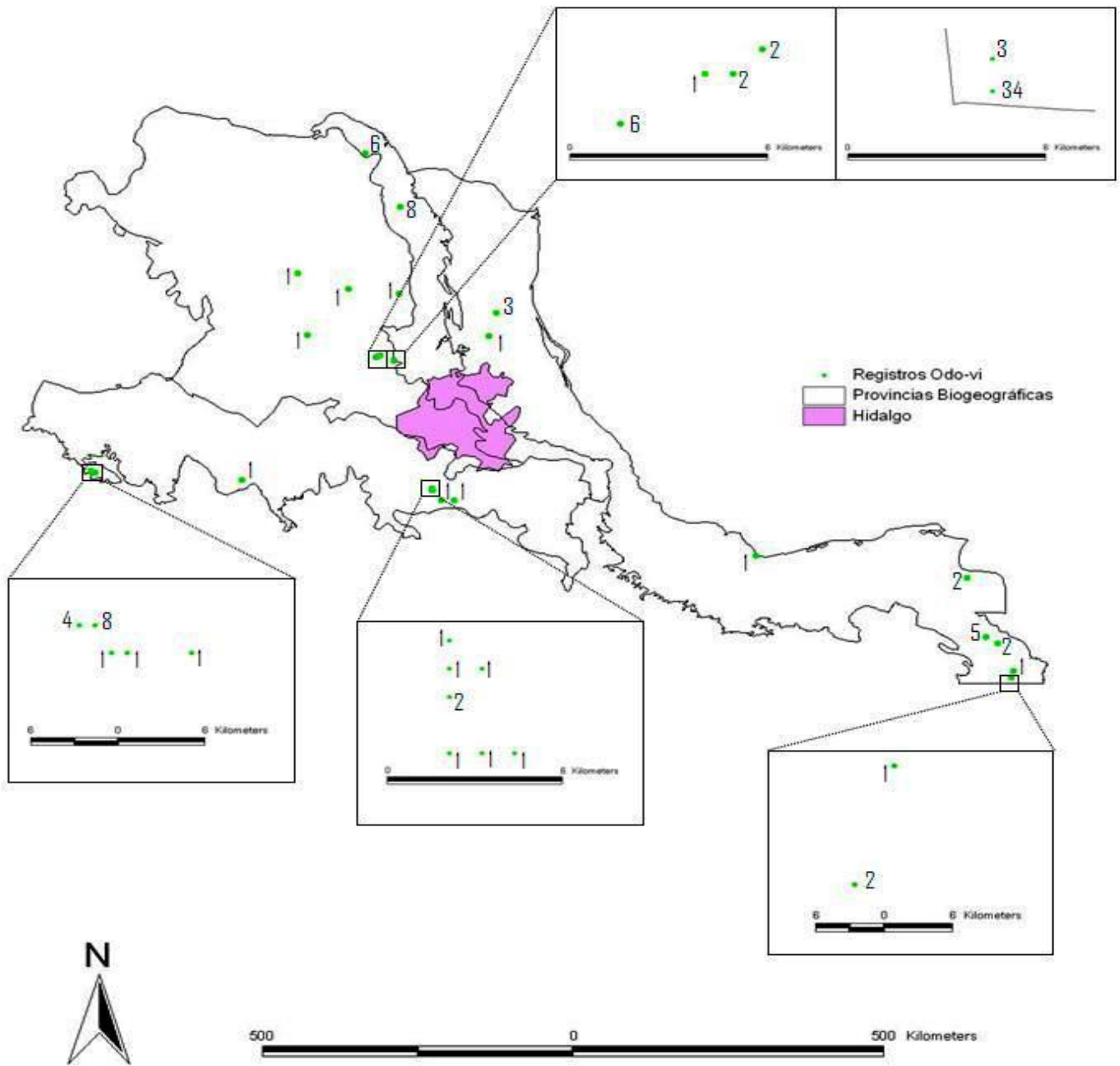


Figura 10. Ubicación de los registros de *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) en las provincias biogeográficas.

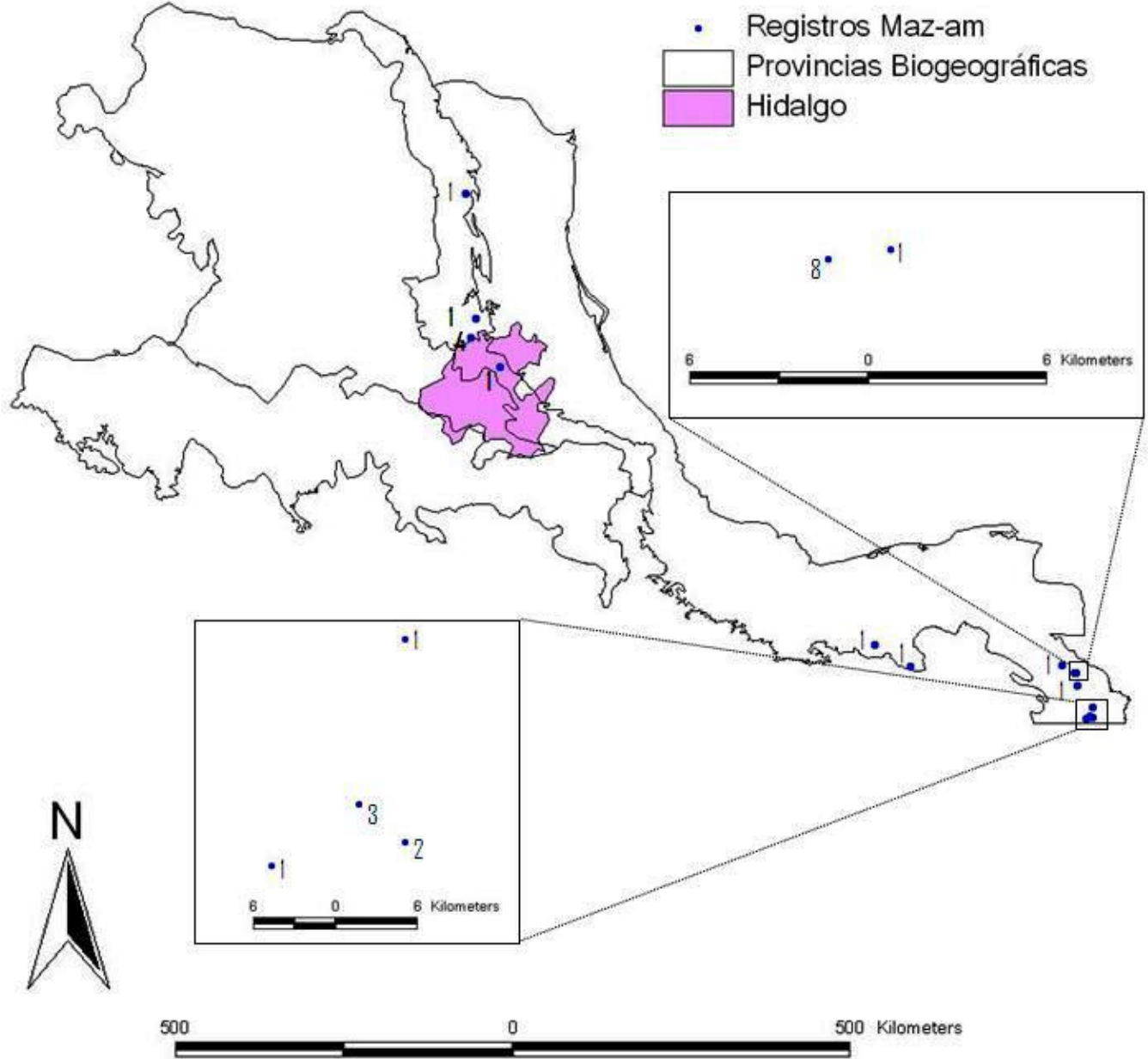


Figura 11. Ubicación de los registros de *Mazama americana* (temazate) en las provincias biogeográficas.

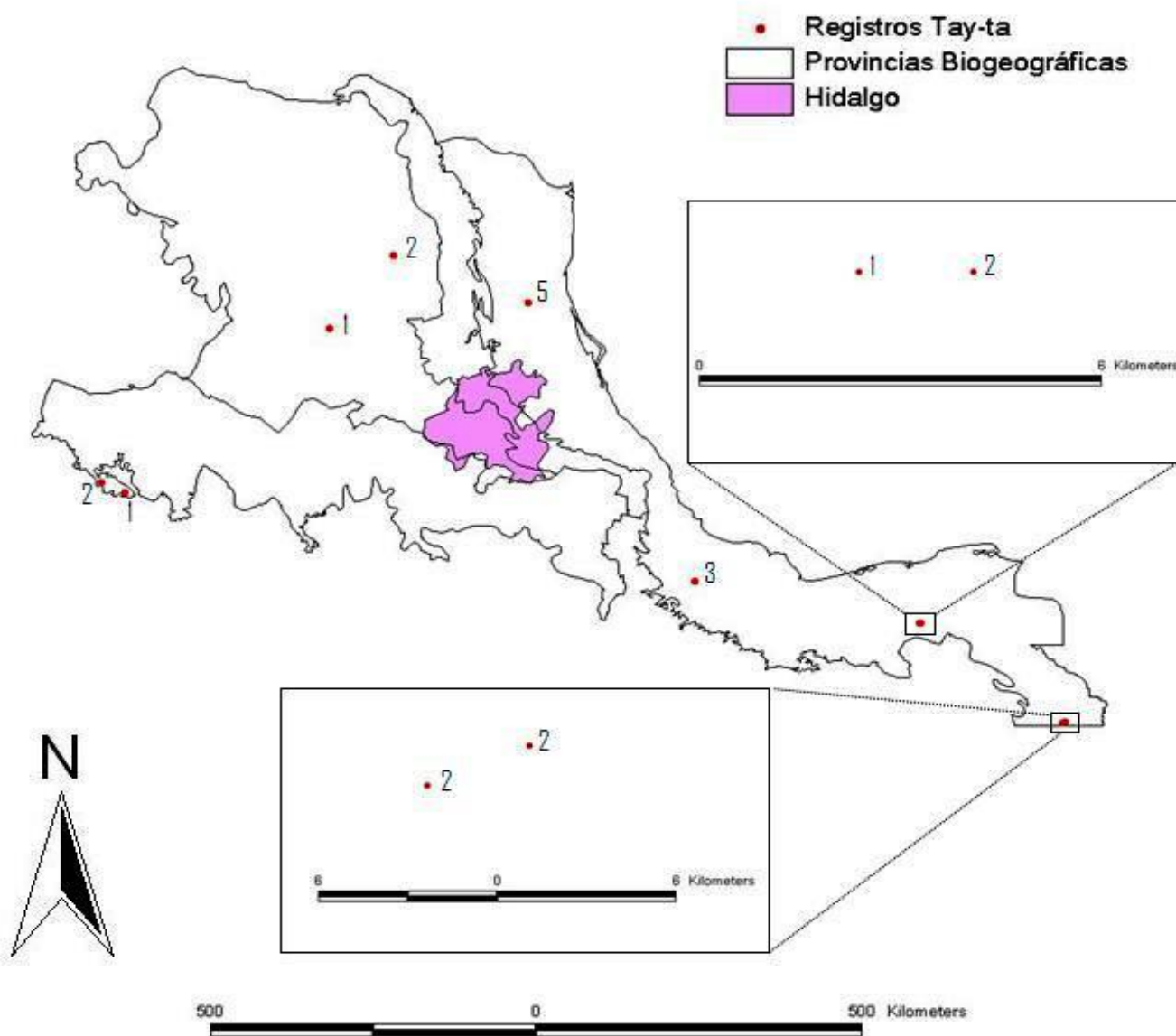


Figura 12. Ubicación de los registros de *Tayassu tajacu* (pecarí de collar) en las provincias biogeográficas.

7.2 Descripción de los modelos

7.2.1 Mapas de *Tayassu tajacu*

En el modelo de distribución potencial generado mediante la herramienta Maxent para la especie *Tayassu tajacu*, el color más intenso indica los sitios donde se encuentran las condiciones ambientales para su distribución (Figura 13). Aunque esta especie puede adecuarse prácticamente a cualquier ambiente del estado, se observa que las condiciones más favorables se ubican al Noreste. Así mismo se observa que en la parte oeste y noroeste del estado no puede estar la especie, pues no se presentan condiciones favorables (Figura 13).

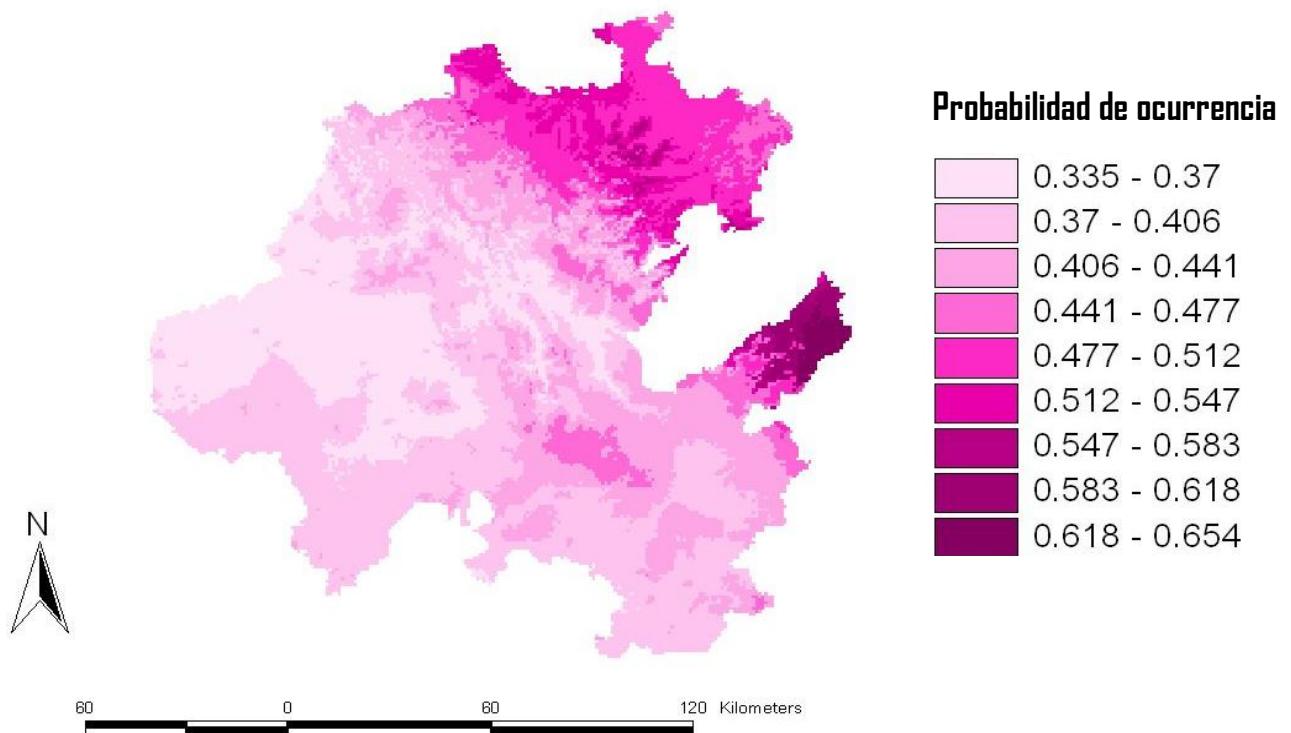


Figura 13. Modelo de distribución potencial para *Tayassu tajacu* (pecarí de collar) en Hidalgo. Se muestra la probabilidad de ocurrencia que va del color más claro al más intenso, siendo en los colores más intensos los sitios donde se encuentran las condiciones ambientales para su posible distribución.

Así mismo, en el modelo de presencia-ausencia, generado mediante la mínima omisión, se observa que disminuye el área potencial de distribución, ya que en este mapa sólo se toman valores de 0 y 1, esto quiere decir, 0 cuando no están las condiciones y 1 cuando se presentan las condiciones óptimas (definidas por el modelo), (Figura 14). En el mapa se observa que en la parte oeste y noroeste del estado no puede estar la especie, pues no se presentan ambientes adecuados.

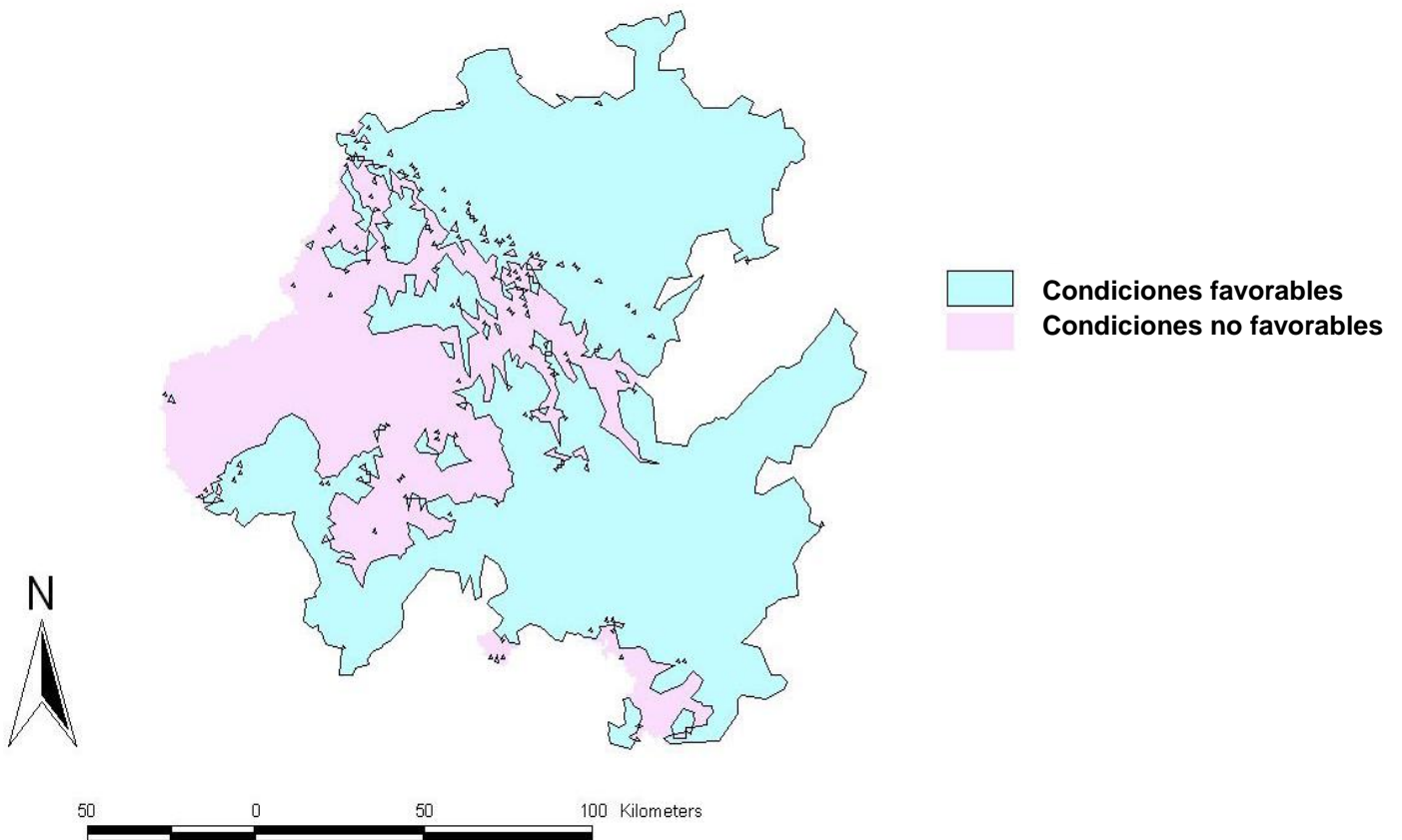


Figura 14. Modelo de presencia ausencia generado mediante la mínima omisión para *Tayassu tajacu* (pecarí de collar). En color azul se encuentran presentes las condiciones ambientales para que la especie pueda subsistir y en color lila no están estas condiciones.

El mapa de uso de suelo, generado mediante los tipos de vegetación, predice que existe una distribución muy amplia que abarca prácticamente todo el estado donde aún hay vegetación nativa (Figura 15).



Figura 15. Mapa que muestra la distribución de los tipos de hábitat donde se ha registrado a *Tayassu tajacu* (pecarí de collar). El color morado es la vegetación óptima y los pequeños fragmentos color lila son vegetación no favorable para la especie.

Posteriormente en el modelo donde se sobrepone el mapa de Presencia-Ausencia (mínima omisión) y el de uso de suelo (vegetación), se muestra un área mayormente restringida, pero con las condiciones óptimas para que la especie pueda subsistir (Figura 16).

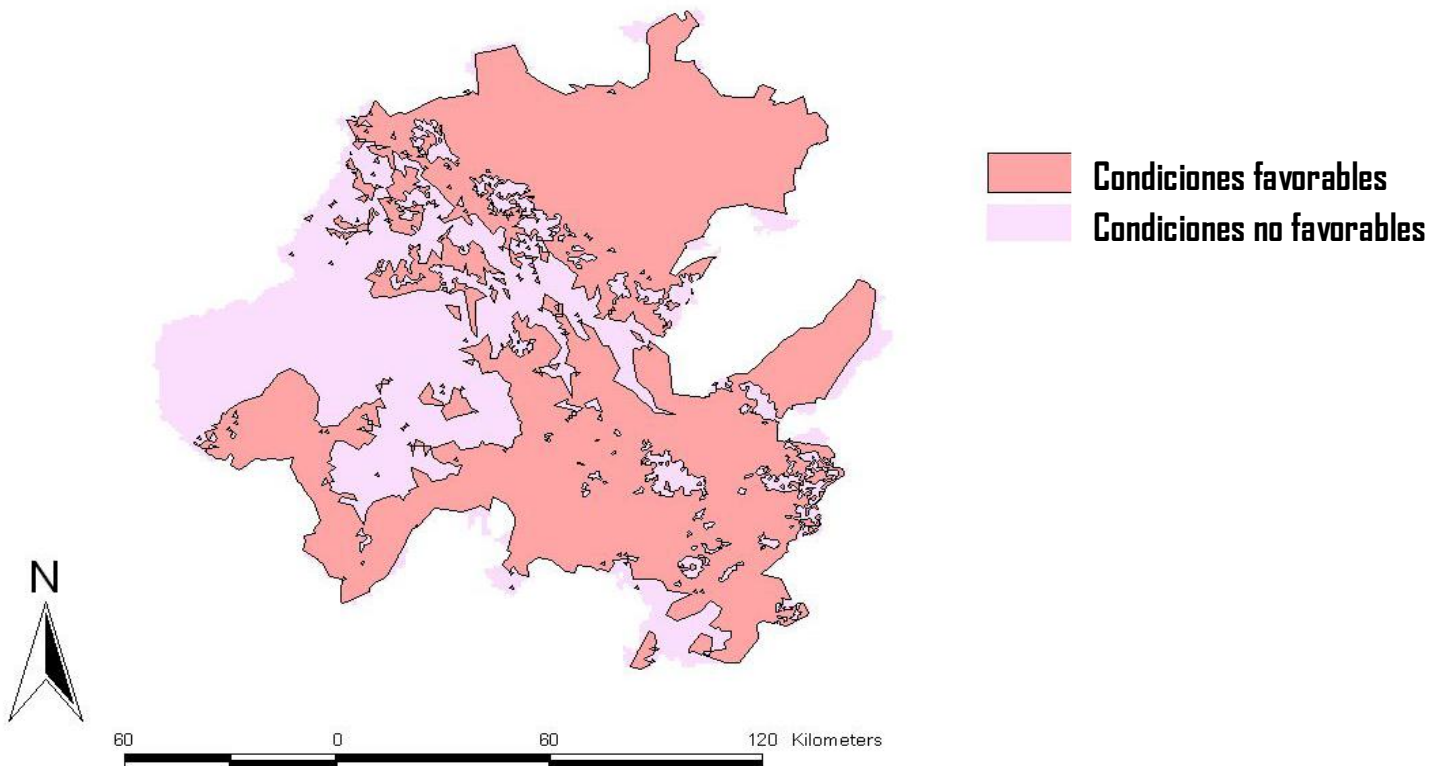


Figura 16. Modelo de presencia ausencia (mínima omisión) y uso de suelo (vegetación) para *Tayassu tajacu* (pecarí de collar). El color rosa muestra el área de distribución potencial para la especie y en color lila el área donde no existen las condiciones apropiadas.

Por último, se generó un mapa de Índice de Influencia Humana, éste puede considerarse como el modelo final, en el que las áreas delimitadas por color verde representan los sitios potenciales de distribución de *Tayassu tajacu*, así mismo las zonas de color gris más intenso representan los asentamientos humanos o las zonas de mayor influencia antropogénica (Figura 17). Es de deducir que aunque éstas se encuentren dentro de la zona delimitada por el modelo y existan las condiciones óptimas para el desarrollo de *Tayassu tajacu*, la actividad antropogénica reduce las zonas potenciales de distribución a las zonas de color gris claro.

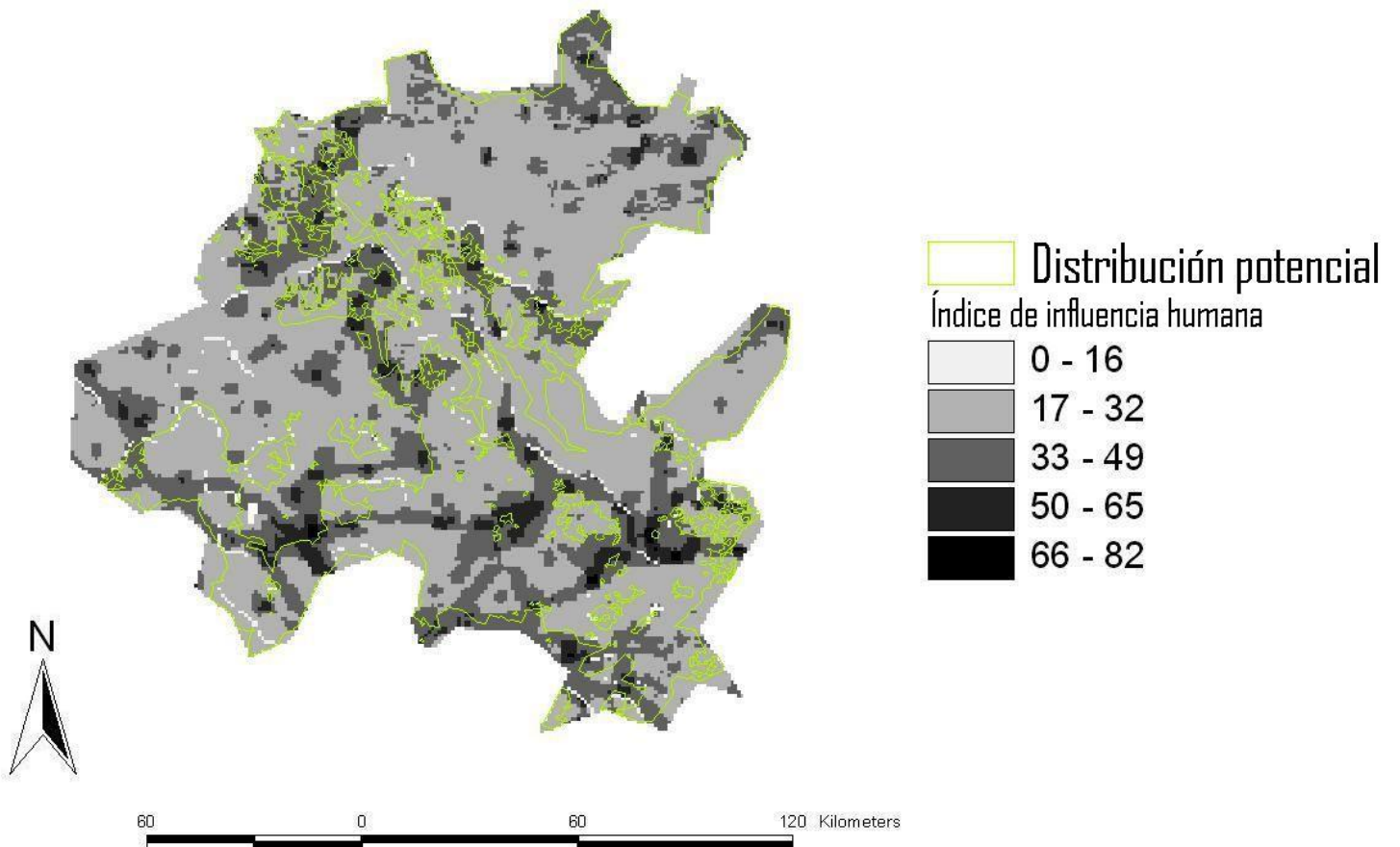


Figura 17. Mapa de Índice de Influencia Humana para *Tayassu tajacu* (pecarí de collar). Las áreas delimitadas por color verde representan los sitios potenciales de distribución y el color gris más intenso representa los asentamientos humanos o las zonas de mayor influencia antropogénica.

7.2.2 Mapas de *Odocoileus virginianus*

Para la especie *Odocoileus virginianus*, el modelo de distribución potencial generado mediante la herramienta Maxent se indica en las zonas de color más intenso. Esta especie al igual que el pecarí de collar podría vivir prácticamente en cualquier lugar del estado (Figura 18).

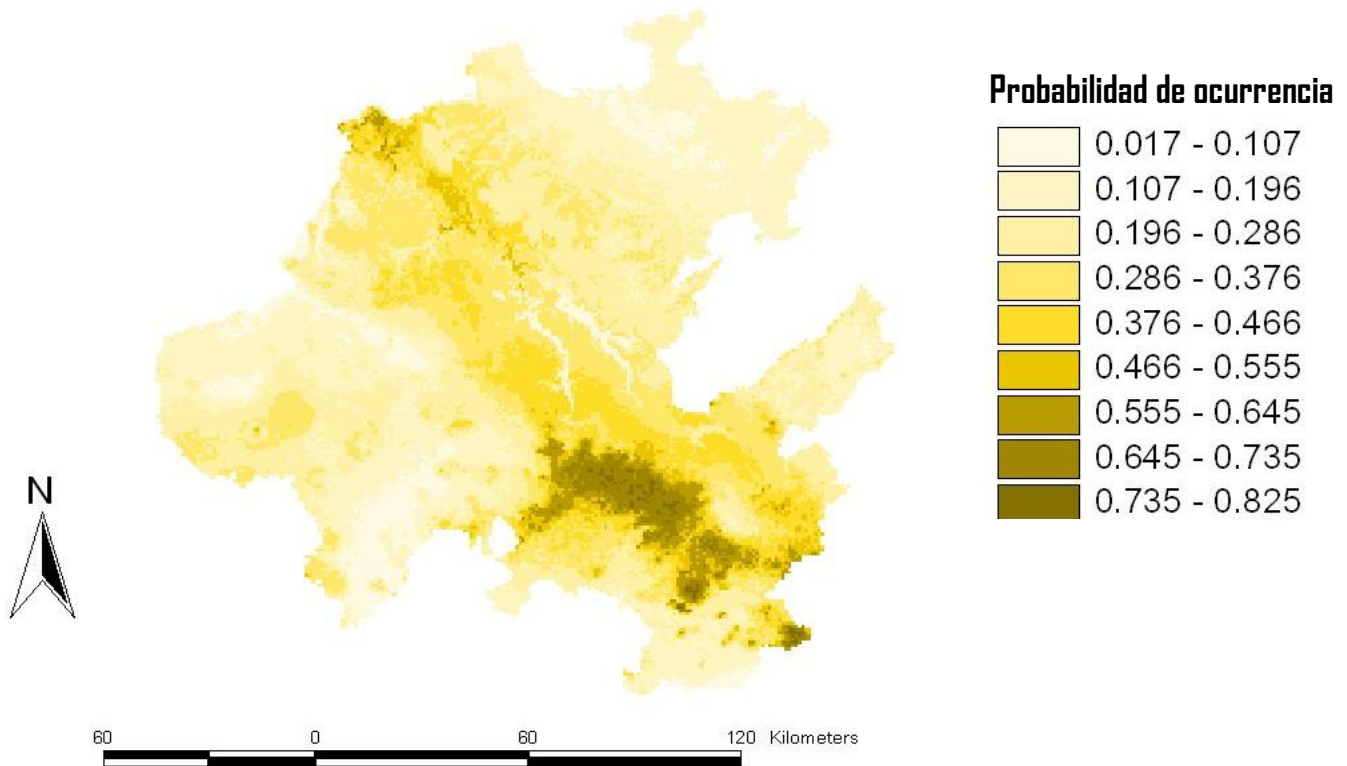


Figura 18. Modelo de distribución potencial para *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca). Donde se muestra la probabilidad de ocurrencia que va del color más claro al más intenso, siendo en los colores más intensos los sitios donde se encuentran las condiciones ambientales para su distribución.

Para el modelo de Presencia-Ausencia, generado mediante la mínima omisión donde están o no están las condiciones ambientales, el resultado muestra que las zonas de color rosa es donde se presentan las condiciones, al noroeste, sureste, zona centro y unos fragmentos en el suroeste del estado (Figura 19).

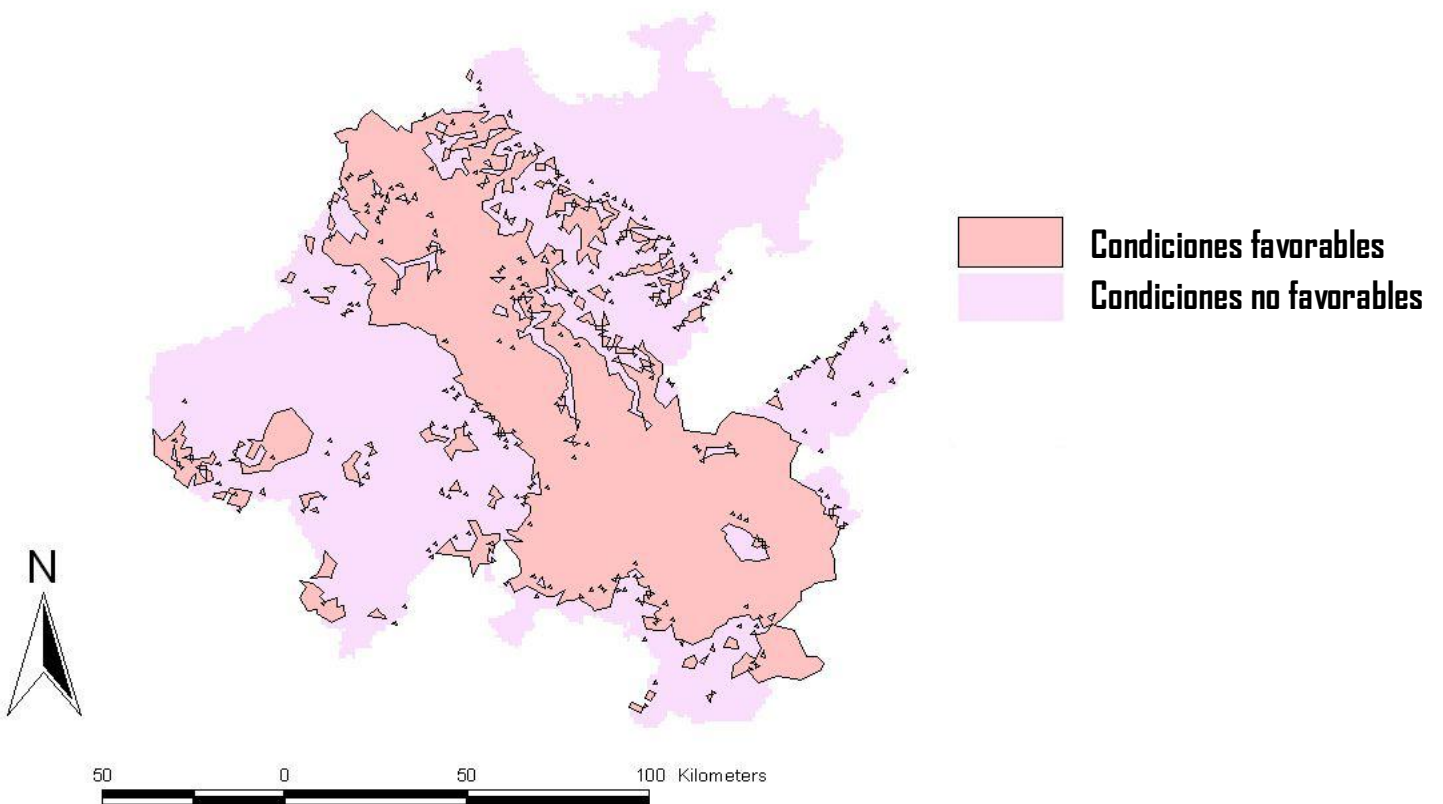


Figura 19. Modelo de presencia para *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca). En color rosa se encuentran presentes las condiciones ambientales para que la especie pueda subsistir y en color lila no se presentan estas condiciones.

En el mapa de uso de suelo (vegetación), generado mediante los tipos de vegetación, muestra que *Odocoileus virginianus* presenta una distribución dispersa en todo el estado (Figura 20).

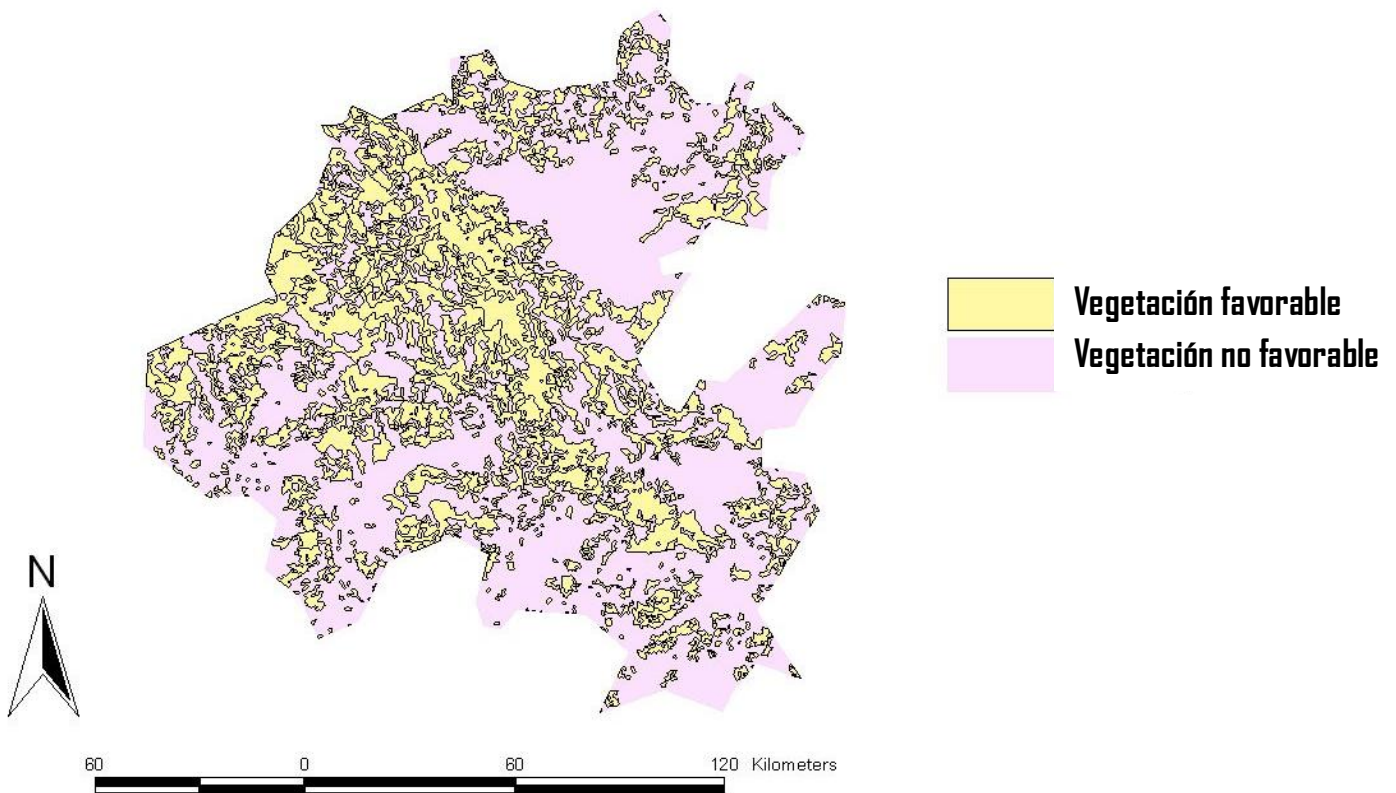


Figura 20. Mapa que muestra la distribución de los tipos de hábitat donde se ha registrado a *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca). El color amarillo muestra la vegetación óptima y color lila presenta vegetación no favorable para la especie.

Posteriormente, el modelo donde recorta el mapa de presencia-ausencia (mínima omisión), con el de Uso de Suelo (vegetación), da como resultado un área más restringida comparada con los mapas anteriores, donde existen las condiciones óptimas para que la especie pueda subsistir y resulta una distribución poco dispersa que va del noroeste, centro y sureste del estado con pequeños fragmentos en el suroeste (Figura 21).

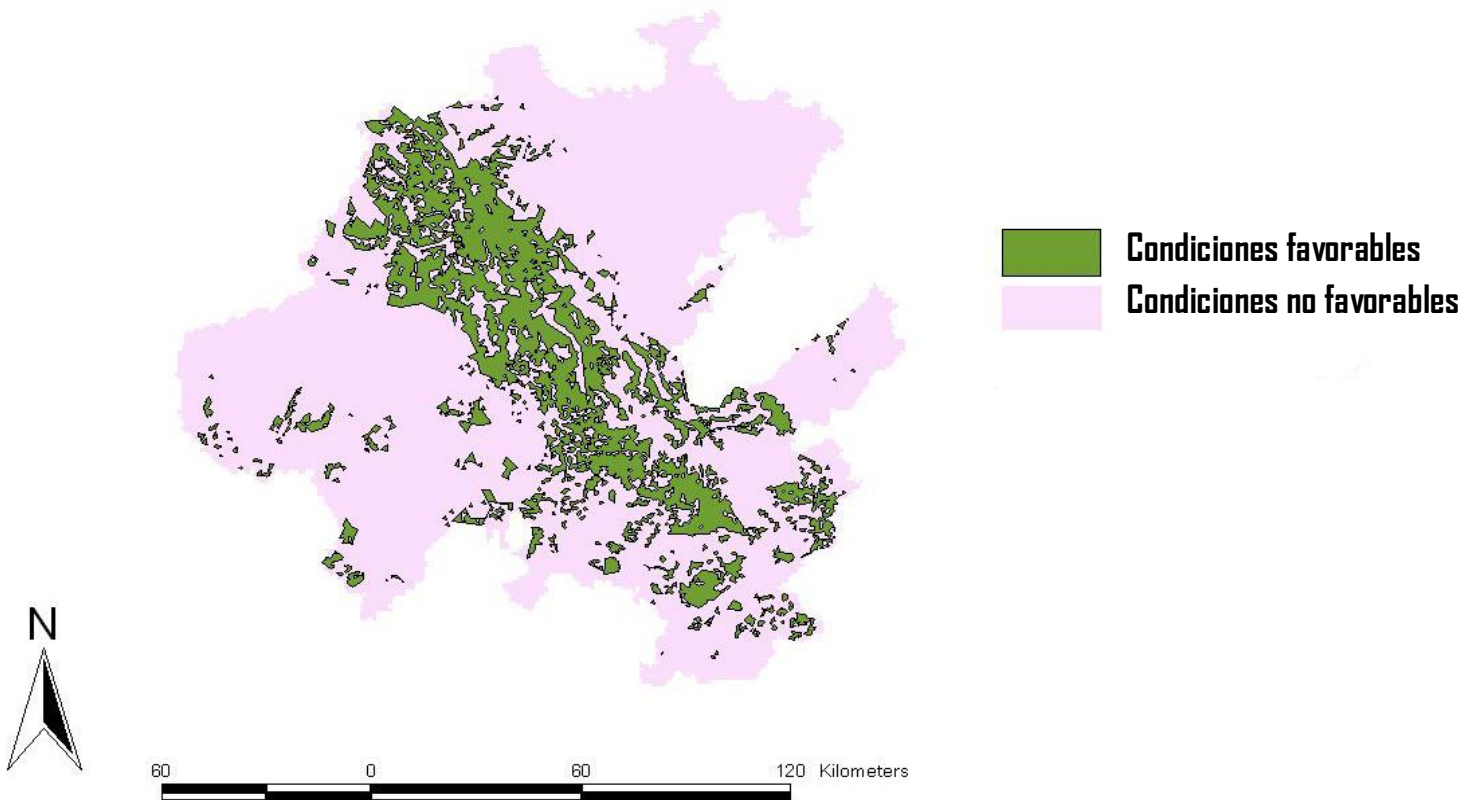


Figura 21. Modelo de presencia ausencia (mínima omisión) y uso de suelo (vegetación) para *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca). El color verde muestra el área de distribución potencial para la especie y en color lila el área donde no existen las condiciones apropiadas.

Por último se generó un mapa de Índice de Influencia Humana. Donde las áreas delimitadas por color amarillo representan los sitios potenciales de distribución de *Odocoileus virginianus*, así mismo se observa que las zonas de color gris más intenso representan los asentamientos humanos o las zonas de mayor influencia antropogénica (Figura 22). Se puede observar que la distribución potencial delimitada por el modelo, donde existan las condiciones óptimas para el desarrollo de *Odocoileus virginianus*, la actividad antropogénica reduce las zonas potenciales de distribución a las zonas de color más claras.

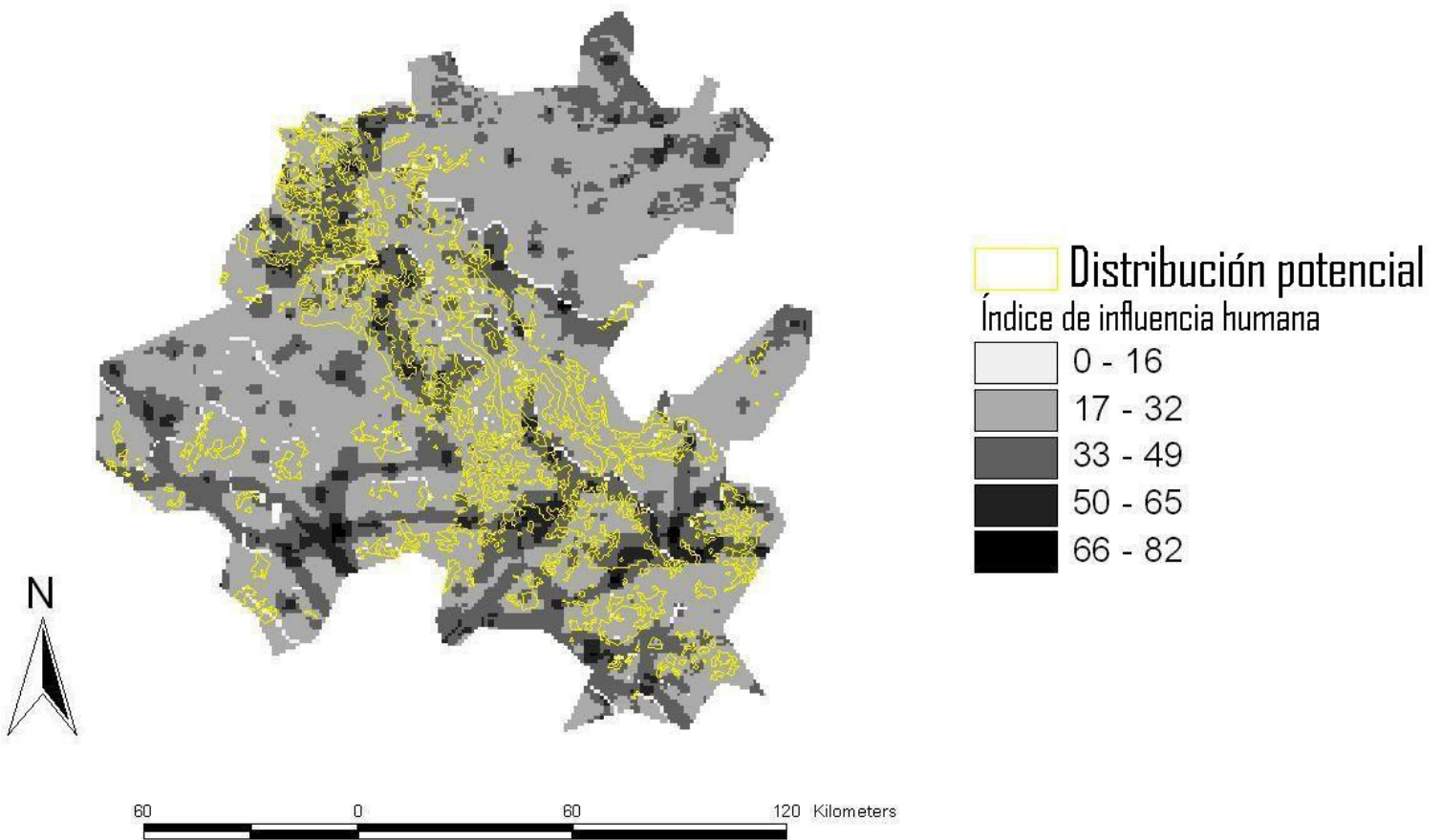


Figura 22. Mapa de Índice de Influencia Humana para *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca). Las áreas delimitadas por color amarillo representan los sitios potenciales de distribución y el color gris más intenso representan los asentamientos humanos o las zonas de mayor influencia antropogénica.

7.2.3 Mapas de *Mazama americana*

Por último, para la especie *Mazama americana*, se observa que las zonas de color más intenso son los sitios donde se encuentran las condiciones ambientales para su distribución, de acuerdo con el método de distribución potencial generado por Maxent (Figura 23). Cabe mencionar que de las tres especies de artiodáctilos, ésta es la más sensible a los cambios de su hábitat y tiene hábitos alimenticios muy específicos, por lo que tiene una distribución restringida comparada con el pecarí de collar y el venado cola blanca.

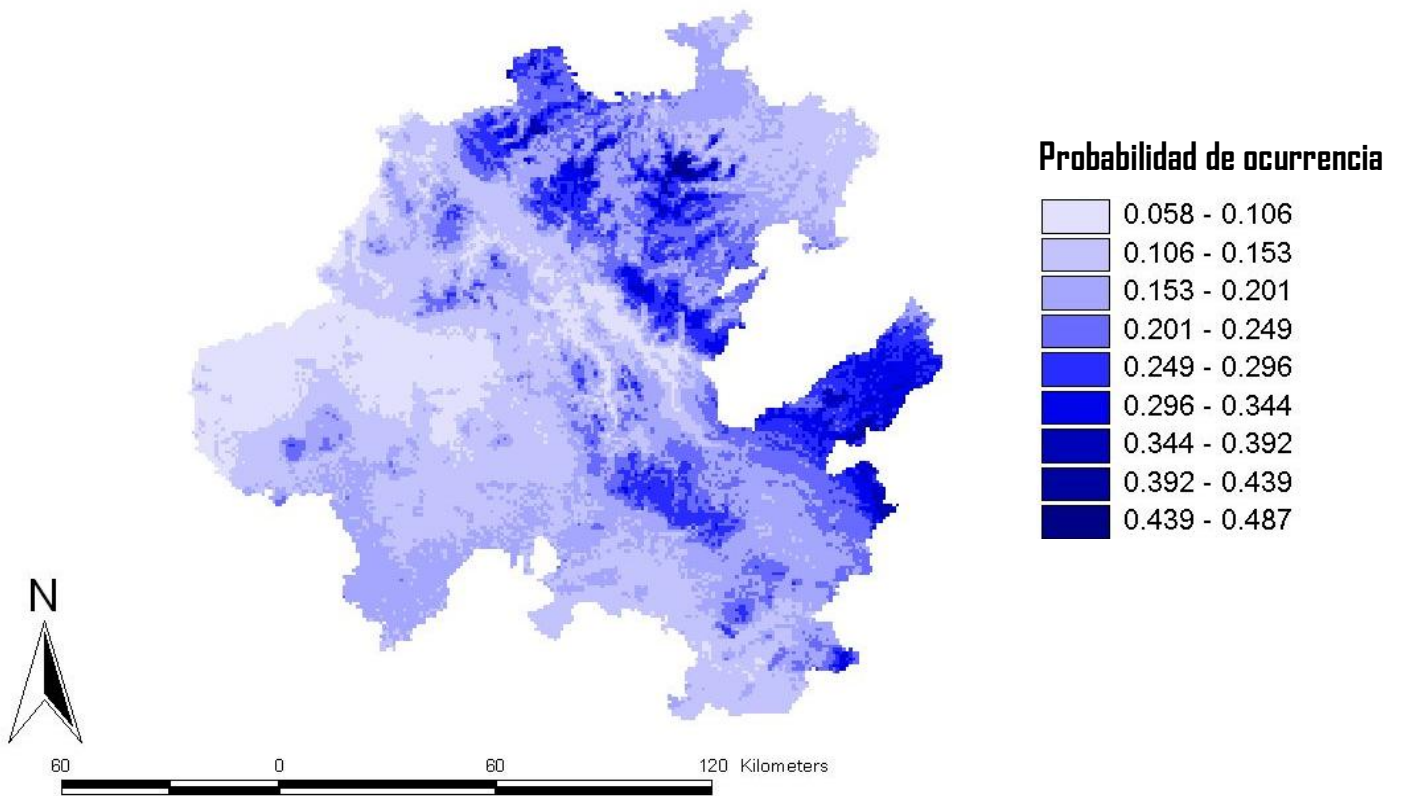


Figura 23. Modelo de distribución potencial para *Mazama americana* (temazate, chacal o cuachacal). La probabilidad de ocurrencia va del color más claro al más intenso, siendo en los colores más intensos los sitios donde se encuentran las condiciones ambientales para su distribución.

Así mismo, en el modelo de presencia-ausencia generado mediante la mínima omisión, se observa que disminuye el área potencial de distribución. Las condiciones más óptimas se encuentran desde la parte centro-norte, hasta el sureste del estado (Figura 24).

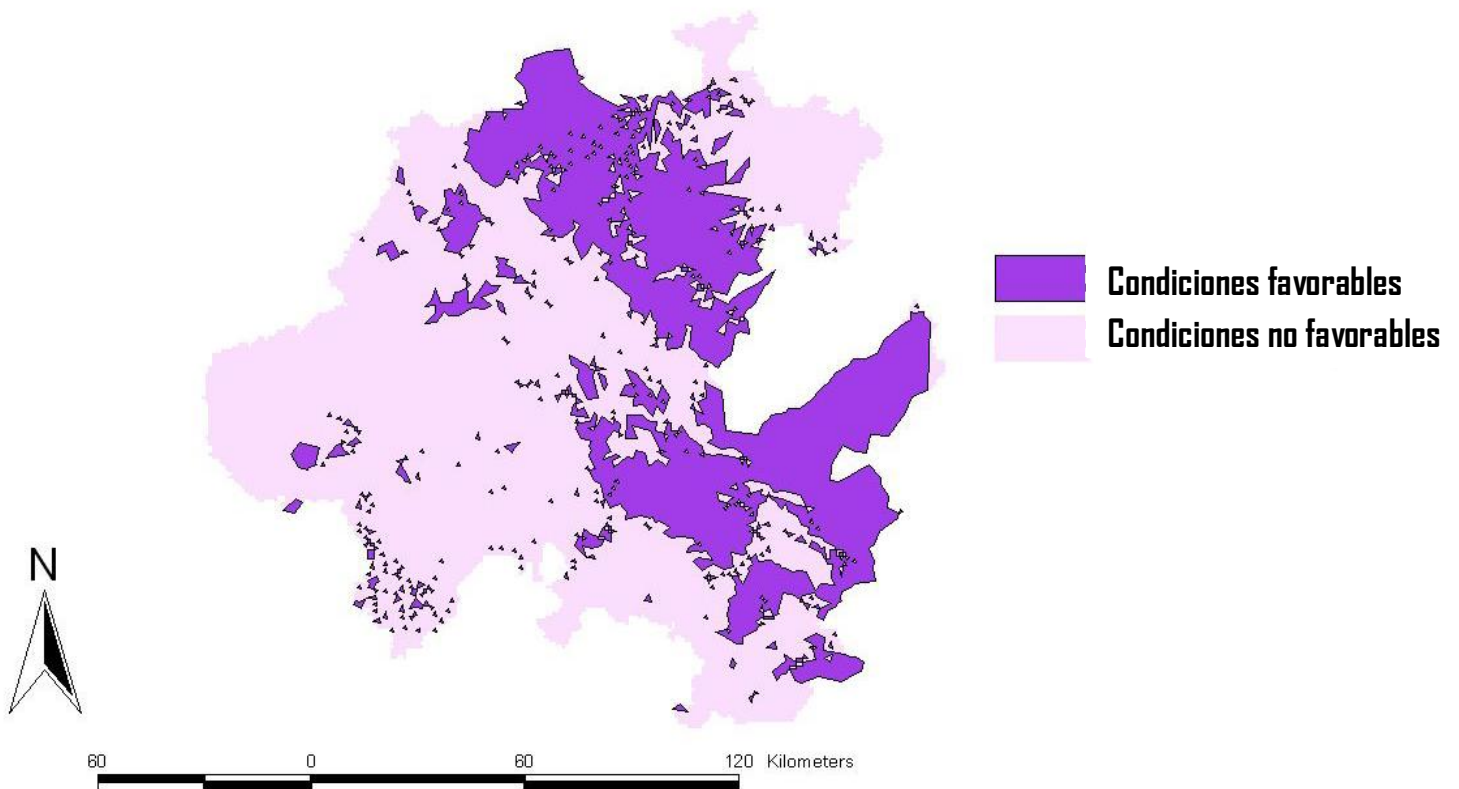


Figura 24. Modelo de presencia ausencia generado mediante la mínima omisión para *Mazama americana* (temazate, chacal o cuachacal). En color morado se encuentran las condiciones ambientales para que la especie pueda subsistir y en color lila no se presentan estas condiciones.

El mapa de uso de suelo generado mediante los tipos de vegetación, predice que existe una distribución más amplia que el mapa anterior (Figura 25).

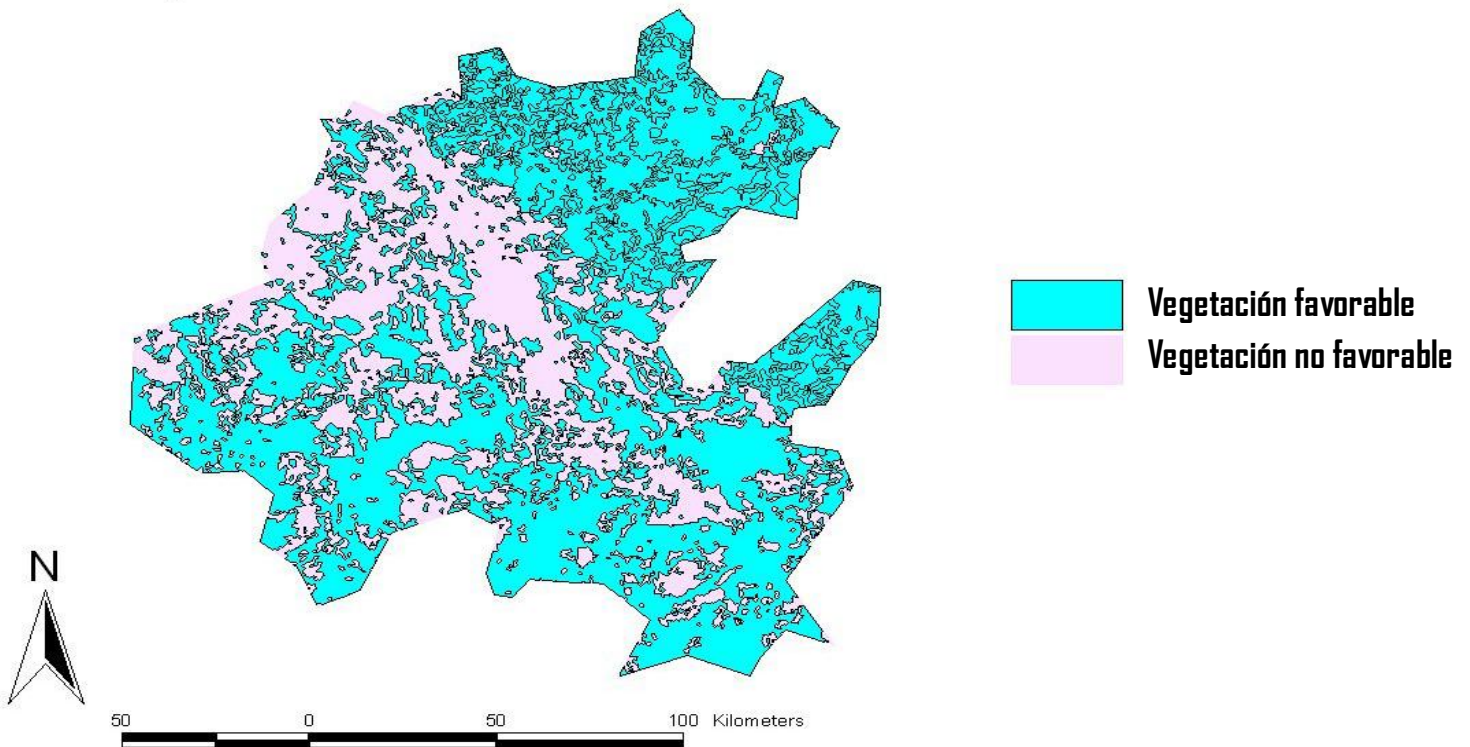


Figura 25. Mapa que muestra la distribución de los tipos de hábitat donde se ha registrado a *Mazama americana* (temazate, chacal o cuachacal). El color azul muestra la vegetación óptima y el color lila presenta vegetación no favorable para la especie.

Mapa de Presencia-Ausencia (mínima omisión) y el de Uso de Suelo (vegetación), el área se restringe a zonas donde las especie pueda subsistir, estas zonas son más visibles en la parte norte noroeste hasta el este y parte del sureste del estado, en donde se presenta un vegetación de bosque mesófilo de montaña.

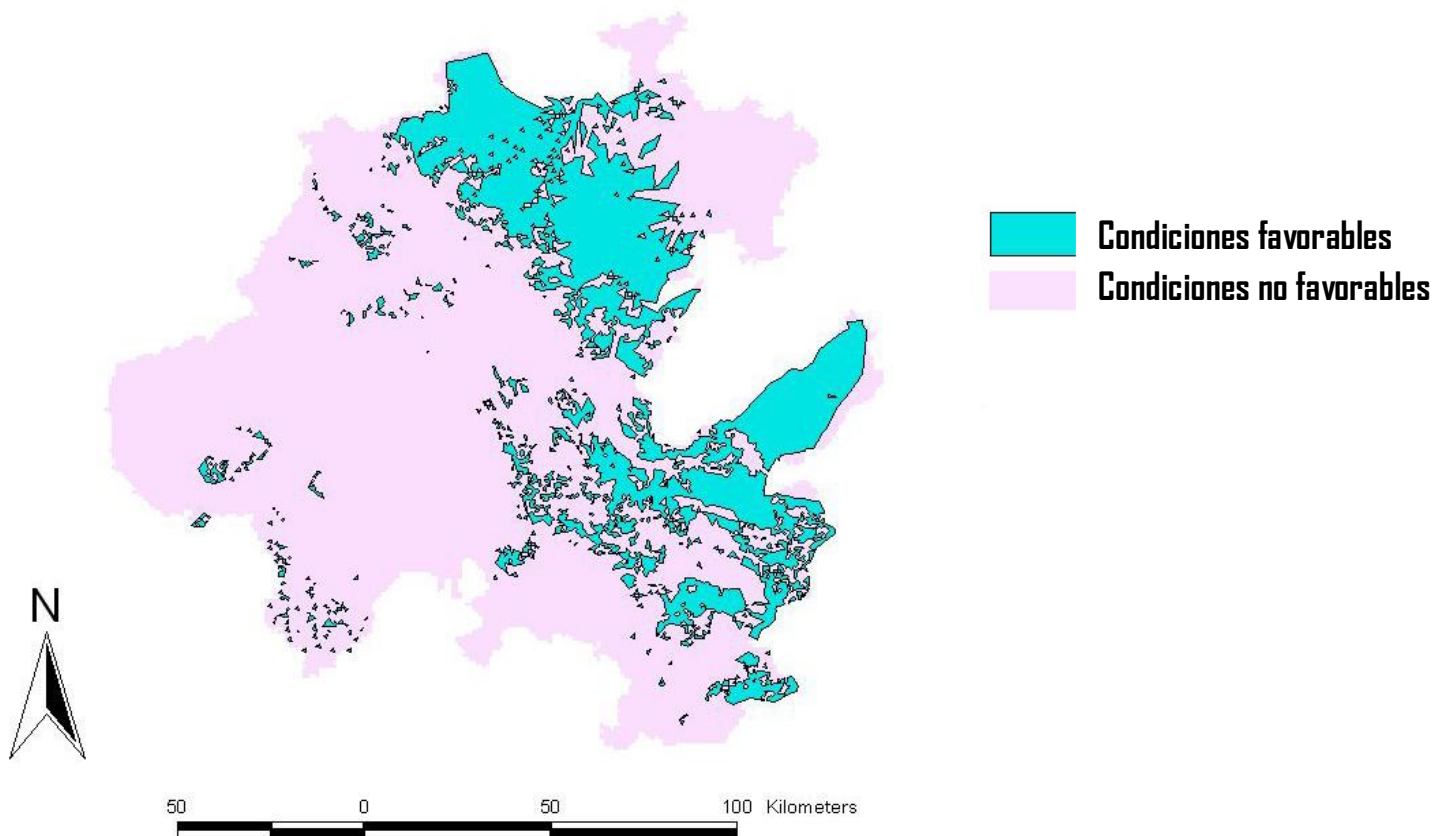


Figura 26. Modelo de presencia ausencia (mínima omisión) y Uso de Suelo (vegetación) para *Mazama americana* (temazate, chacal o cuachacal). El color azul muestra el área de distribución potencial para la especie y el color lila el área donde no existen las condiciones apropiadas.

Por último se generó un mapa de Índice de Influencia Humana. Este puede considerarse como el modelo final, en el que las áreas delimitadas por color rojo representan los sitios potenciales de distribución de *Mazama americana*, así mismo se observa que las zonas de color gris más intenso representan los asentamientos humanos o las zonas de mayor influencia antropogénica; por lo que es de deducir que aunque estén dentro de la zona delimitada por el modelo y existan las condiciones óptimas para el desarrollo de *Mazama americana*, la actividad antropogénica reduce las zonas potenciales de distribución a las zonas de color más claras.

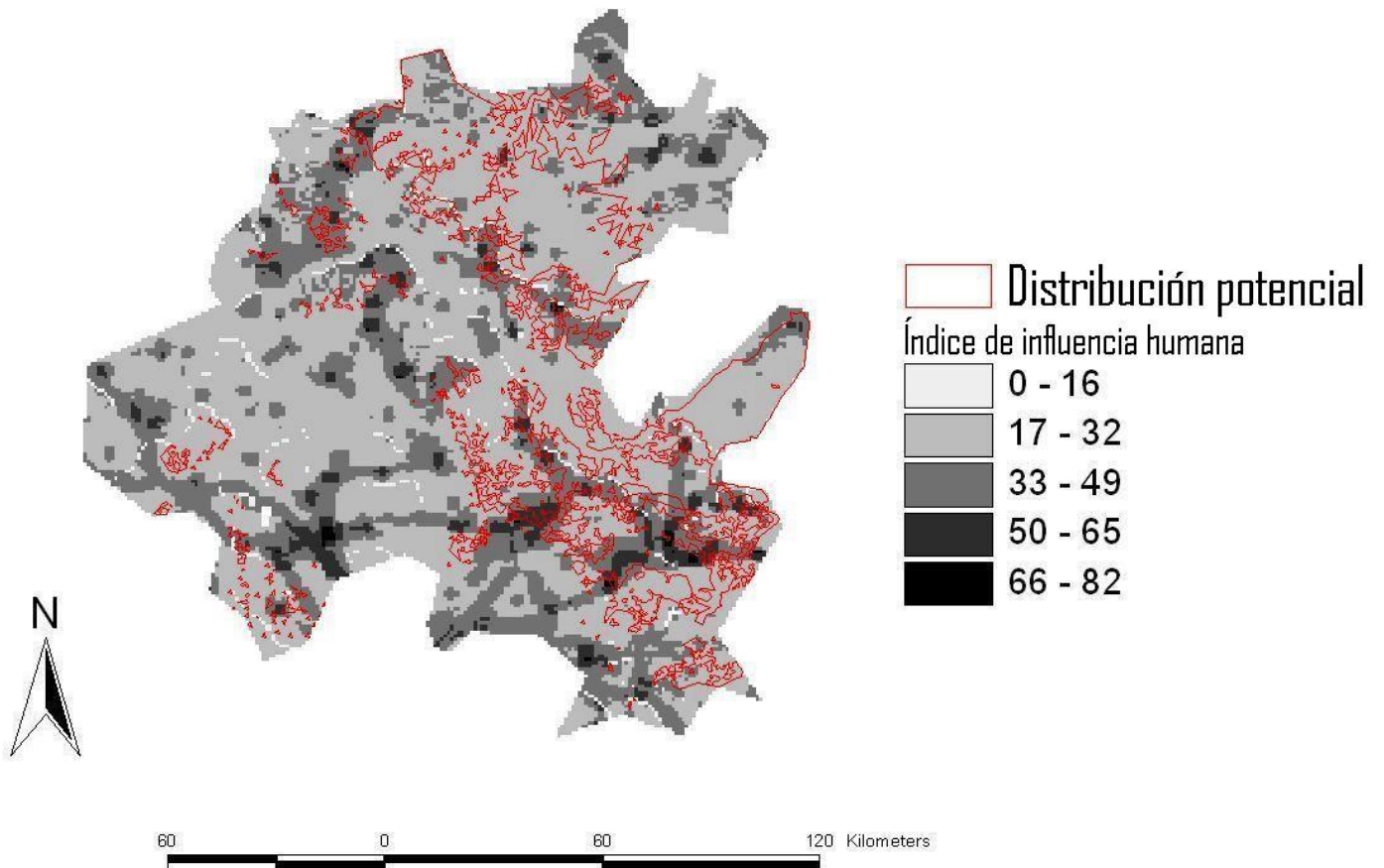


Figura 27. Mapa de Índice de Influencia Humana para *Mazama americana* (temazate, chacal o cuachacal). Las áreas delimitadas por color rojo representan los sitios de distribución potenciales y el color gris más intenso representa los asentamientos humanos o las zonas de mayor influencia antropogénica.

7.2.4 Áreas de solapamiento de las tres especies dentro del estado de Hidalgo

En estos mapas se muestra el área de solapamiento entre las tres especies de artiodáctilos en el estado de Hidalgo, en la figura 28 se presenta el solapamiento entre *Odocoileus virginianus* y *Tayassu tajacu*, el área de coincidencia es muy notoria ya que estas especies se caracterizan por su amplia distribución y tanto el venado cola blanca como el pecarí son especies que pueden adaptarse cualquier tipo de vegetación. En la figura 29 se muestra el área de coincidencia para *Mazama americana* y *Tayassu tajacu*, el área es visible por la amplia distribución de pecarí, ya que el área correspondiente al temazate es más restringida, pues al solapar el área de las tres especies, en la figura 30 vemos que las dos especies de venados cola blanca y temazate prácticamente no presentaron coincidencia en su distribución, pues no comparten los mismos tipos de vegetación por ende se reduce el área de solapamiento.

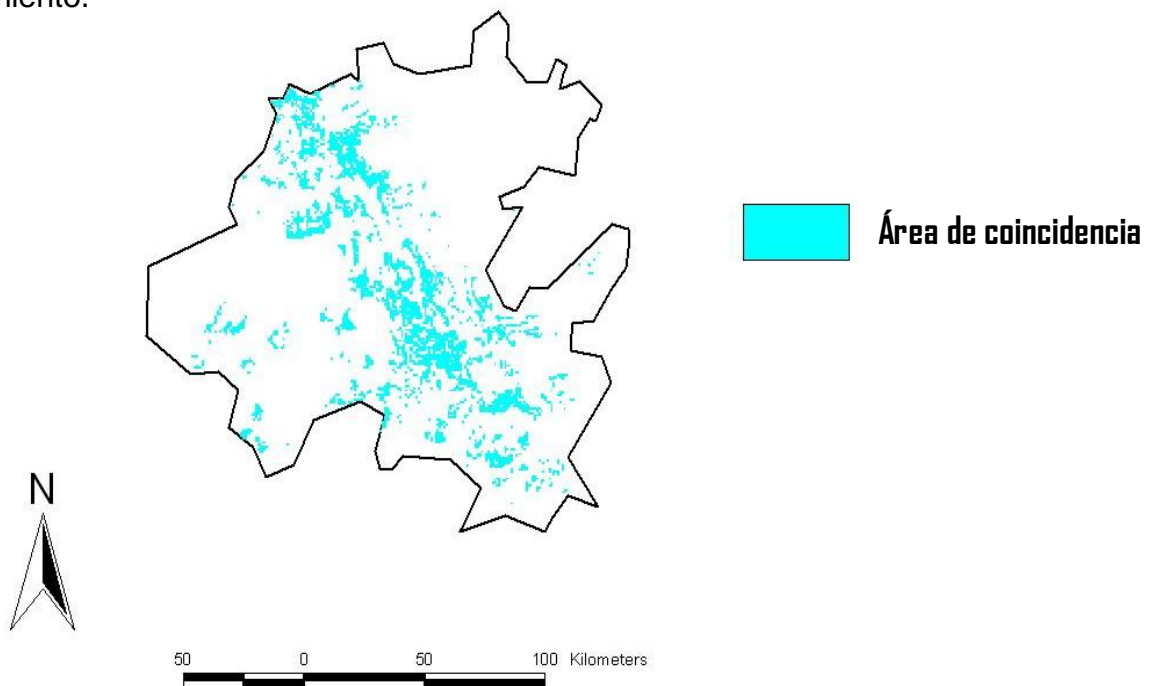


Figura 28. Mapa de solapamiento entre *Odocoileus virginianus* y *Tayassu tajacu* en el estado de Hidalgo.

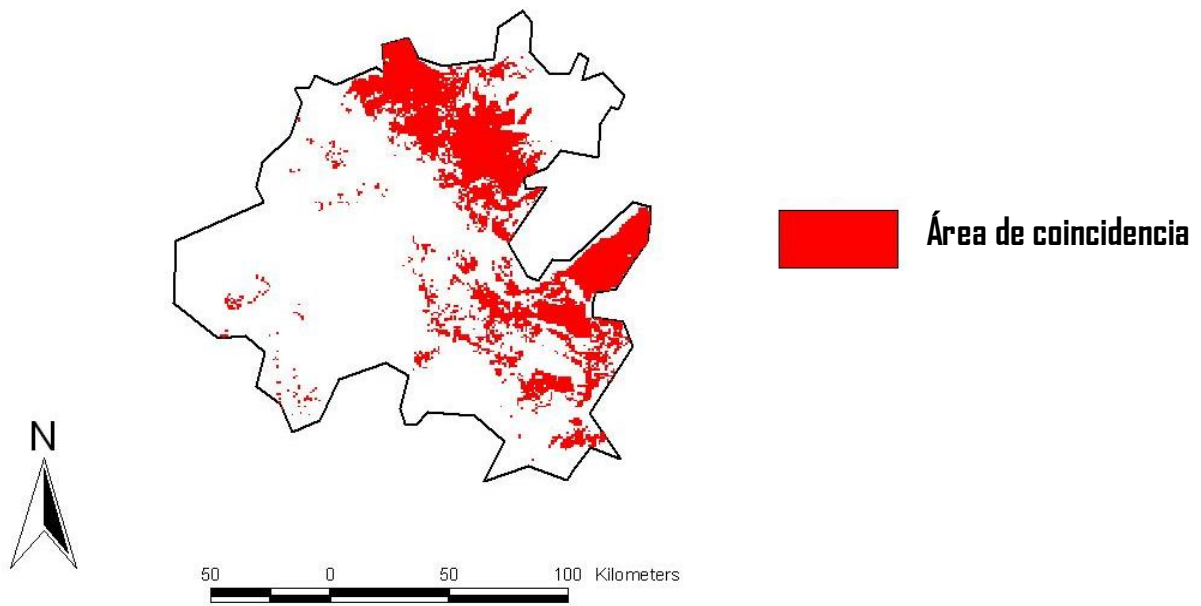


Figura 29. Mapa de solapamiento entre *Mazama americana* y *Tayassu tajacu* en el estado de Hidalgo.

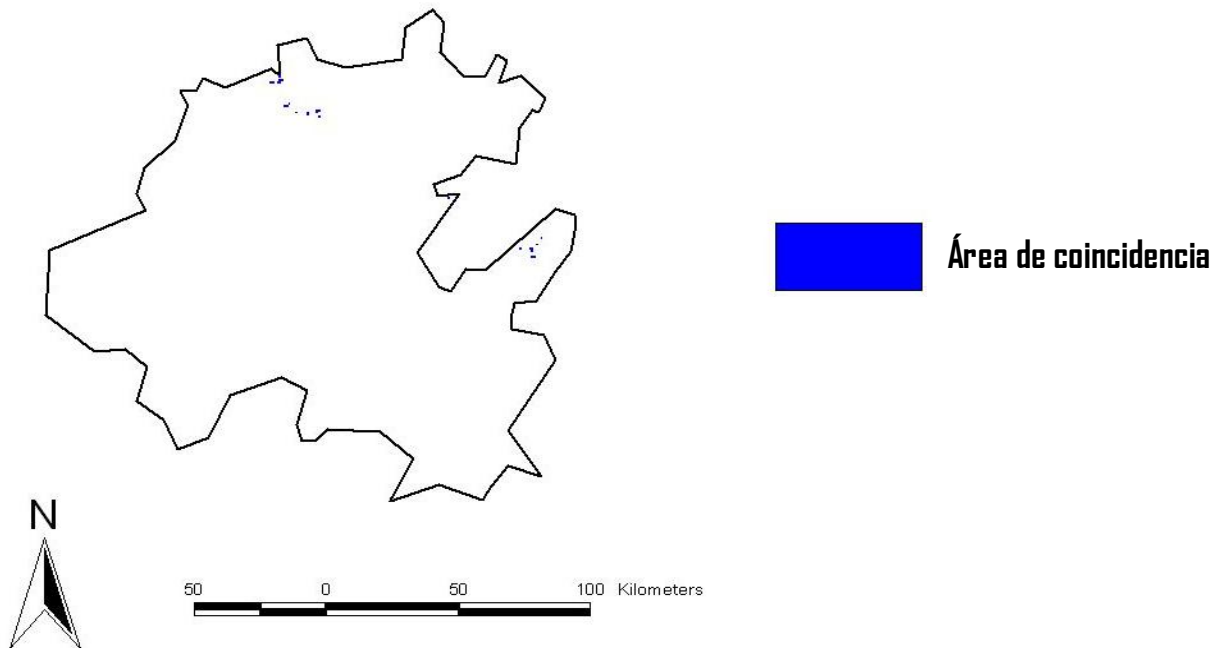


Figura 30. Mapa de solapamiento entre *Mazama americana*, *Tayassu tajacu* y *Odocoileus virginianus* en el estado de Hidalgo.

8. DISCUSIÓN

Un aspecto de importancia a considerar en este trabajo, es la limitada información sobre los artiodáctilos en el estado de Hidalgo, pues no obstante que se realizó una búsqueda exhaustiva en prácticamente todas fuentes disponibles, se recabaron solamente 2 registros para el temazate. Además de la carencia de información para las especies, algunos de los registros encontrados en bases electrónicas carecían de coordenadas e incluso de la localidad de referencia, por lo que se redujo aún más el uso de los registros en la modelación. Debido a la insuficiencia de información no fue posible modelar para el estado de Hidalgo, por lo que se realizaron los modelos para las provincias biogeográficas que conforman la entidad.

La principal fuente de información para el venado cola blanca fueron las fotocolectas biológicas del Instituto de Biología, mientras que para el pecarí de collar y el temazate fue el GBIF. Es importante resaltar la importancia que tiene la recopilación y revisión de la información contenida en diferentes fuentes, debido a que facilitan su uso para investigaciones futuras investigaciones de diversa índole.

Los resultados nos muestran que la especie con la distribución potencial más amplia es el pecarí, seguido del venado cola blanca y el temazate. Sin embargo, en los mapas generados se pueden apreciar áreas dentro del estado en los que existe hábitat adecuado para que estas especies pudieran persistir.

En el caso del pecarí y del venado cola blanca, se considera que los mapas generados con la metodología, son adecuados biológicamente, sin embargo, en el caso del temazate existe sin duda una importante sobre predicción en cuanto al área

potencial, pues evidentemente esta especie sólo se encuentra en la zona de la Sierra Madre Oriental y en las Planicies del Golfo (Ceballos y Oliva 2005).

En todos los casos, cuando incluimos en la estimación de distribución de especies la vegetación y el índice de huella humana, encontramos que su distribución disminuye y se fragmenta. Lo anterior es comprensible, debido a que los artiodáctilos en general se encuentran entre las especies más afectadas por las actividades humanas, ya que habitualmente son cazadas y se ven afectadas por la pérdida de remanentes con vegetación natural (Ceballos y Oliva 2005). Cabe destacar que las tres especies comparten un fragmento de distribución potencial en la zona norte y noreste del estado, aunque ésta es muy reducida.

En los mapas de solapamiento podemos discutir que las dos especies de venados cola blanca y temazate prácticamente no presentaron coincidencia en su distribución, y puede ser debido a que no comparten los mismos tipos de vegetación, Sin embargo, el pecarí de collar comparte grandes áreas de distribución con ambas especies de venados. Lo anterior puede ser explicado porque el pecarí de collar puede subsistir casi en cualquier ambiente y además no compite de manera importante con ninguna de las dos especies de venados, ya que es omnívoro y se alimentan de frutos de plantas y materia animal (Eisenberg, 1981), mientras que los venados son herbívoros.

Históricamente, el venado cola blanca y el pecarí de collar habitaron en todo el estado (Sánchez-Rojas, datos no publicados), sin embargo los registros recientes son muy raros ya que estas áreas se encuentran fragmentadas y con una fuerte influencia antropogénica, afectando negativamente la distribución de estas especies. En la

actualidad mayormente se encuentran en UMAs, a diferencia del temazate, cuyas poblaciones en vida libre aún sobreviven en el estado.

En este contexto, la creación y el buen funcionamiento de una mayor cantidad de UMAs para los artiodáctilos nativos del estado de Hidalgo, podrían significar acciones en pro de la conservación de estas especies, ya que son un instrumento que genera incentivos eficientes de corresponsabilidad de los ganaderos y el gobierno para cuidar la fauna. Y de esta corresponsabilidad se pueden derivar ahorros substanciales en fondos públicos para el cuidado y conservación del hábitat de las especies cinegéticas (Guajardo y Martínez, 2004).

8.1 Los modelos de distribución potencial

Los modelos de distribución potencial son sólo una herramienta para la investigación biológica, sin embargo, la información que se obtiene a partir de su uso es una aproximación de lo que podríamos encontrar en campo. La aproximación que las predicciones tengan hacia la realidad, depende en gran medida de la herramienta utilizada y de las características de las especies, pero también influye el número de registros con los que se cuenta y la representatividad que éstos tienen. Una mejor predicción se puede obtener con un mayor número de datos (Martínez-Meyer *et al.*, 2004), sin embargo, si los registros son pocos, pero representativos del área de distribución, se pueden generar modelos confiables (Lindermayer *et al.*, 1996; Peterson y Cohoon, 1999; Hirzel *et al.*, 2001).

Respecto al número de datos, Lindenmayer *et al.* (1996), señalan que si las localidades corresponden al intervalo de distribución completo de la especie, es decir,

que sean representativas, incluyendo los valores máximo y mínimo de los requerimientos ecológicos, es posible obtener un modelo de distribución óptimo (Anderson *et al.*, 2003). Así, en el caso *Tayassu tajacu*, que fue la especie que presentó menos registros, con 21, sus localidades correspondieron a un intervalo de distribución amplio, pues se incluyeron datos de cuatro provincias biogeográficas y una extensión territorial amplia y por consiguiente y de acuerdo a Lindenmayer *et al.* (1996), podríamos considerar que los modelos de distribución generados para esta especie se acercan a un nivel óptimo.

Por último, se puede considerar que los modelos de distribución obtenidos en este trabajo son buenos, ya que se encontraron las condiciones ambientales para que las especies estén presentes, y además, estos modelos fueron filtrados con los tipos de vegetación en donde se sabe habitan estas especies y también con un valor de huella humana y para ambas condiciones es conocida su influencia en la distribución de estas especies. Aunado a lo anterior, las distribuciones potenciales generadas en este trabajo para las tres especies (*Mazama americana*, *Odocoileus virginianus* y *Tayassu tajacu*), se asemejan a la distribución conocida y presentada por Ceballos y Oliva (2005).

Fortalezas: Es posible modelar distribuciones geográficas confiables para un gran número de especies con relativamente pocos datos. Es posible generar hipótesis espaciales en escenarios geográficos distintos en tiempo y espacio. El modelado de nichos y distribuciones es una disciplina en proceso de maduración, apoyada en un marco teórico robusto (Bravo *et al.*, 2011.).

Limitaciones: La incertidumbre en los datos de entrada y algoritmos es todavía muy alta, especialmente en las proyecciones en espacio y tiempo. No incorpora otros

aspectos relevantes de la distribución de las especies, como la capacidad de dispersión, interacciones bióticas, barreras biogeográficas y procesos históricos (Bravo *et al.*, 2011).

Resulta importante utilizar estos métodos que permiten establecer hipótesis de posibles escenarios de la distribución de estas especies de importancia económica para su manejo y conservación.

9. CONCLUSIONES

- ❖ Los modelos de distribución potencial generados para las tres especies de artiodáctilos se basaron en los registros para las provincias biogeográficas, debido a la falta de registros de estas especies para el estado de Hidalgo.
- ❖ Con este estudio fue posible estimar la distribución potencial de los artiodáctilos dentro del estado, los cuales siguen una tendencia de disminución y fragmentación al momento de agregar los mapas de presencia-ausencia, de uso de suelo, de sobreposición de presencia-ausencia y uso de suelo y del índice de influencia humana, al modelo generado de Maxent.
- ❖ Se considera que los modelos de distribución potencial para los artiodáctilos son adecuados, pero en el caso del temazate es muy probable que se esté sobreestimando.
- ❖ El uso del modelo de nicho tiene muchas aplicaciones, sobre todo en la selección de prioridades de conservación en términos geográficos. Sin embargo, no deben utilizarse directamente como áreas de distribución geográfica real, sino sólo como aproximaciones a lo que pueden ser las áreas de distribución potencial, pues pueden llegar a sobrepredecir o subestimar la distribución de las especies.
- ❖ Los modelos son de gran utilidad para la planeación estratégica, porque permiten no sólo la preservación de las especies, sino que se conviertan en herramientas de manejo para impactar en los procesos de conservación en general.

10. LITERATURA CITADA

- Anderson, R. P., Gómez-Laverde, M. y Peterson, A. T. 2002. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. *Global Ecology & Biogeography*, 11:131-141.
- Anderson, R. P., Lew, D. y Peterson, A. T. 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, 162:211-232.
- Beard, C. B., Pye, G., Steurer, F. J., Salinas, Y., Campman, R., Peterson, A. T., Brown, J. M., J. H., Valone, T. J. y Curtin, C. G. 1997. Reorganization of an arid ecosystem in response to recent climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94: 9729-9733.
- Bravo-Cadena, J. 2008 Selección de áreas prioritarias para la conservación de aves en Hidalgo, México. Tesis Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hgo.125 p.
- Bravo, J., Sánchez-Rojas, G. y Gelviz-Gelvez, S. 2011. Estudio de la distribución de las especies frente al cambio climático. *Cuadernos de Biodiversidad*.
- Carroll C., Zielinski, W. J. y Noss, R. F. 1999. Using presence-absence data to build and test spatial habitat models for the fisher in the Klamath region, USA. *Conservation Biology*, 13: 1344-1359.
- Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Conabio. Fondo de Cultura Económica. México. 986 p.
- Ceballos, G. y Rodríguez, P. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. II. Patrones de endemidad. Pp. 87-108. *En: Medellín, R. y Ceballos, G. (Eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales No. 1.* Asociación Mexicana de Mastozoología. México, D.F. 456 p.
- Ceballos, G., Rodríguez, P. y Medellín, R. A. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse México: Mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications*, 8:8-17.

Cervidae: identity card by gender. 2010. Disponible en web: <http://cerfs.free.fr/english/identite-e.php3?genus=mazama>.

Colección de Fotocolectas Biológicas. 2010. Disponible en web: <http://unibio.unam.mx/cfb/main.jsp>.

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. 1995. Climas de México escala 1:1,000,000 disponible en web: <http://conabioweb.conabio.gob.mx>.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. 1999. Ecorregiones de México. Escala 1:1,000,000., México DF.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO. Escala 1:1 000 000. Ciudad de México, México.

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. 2011. Disponible en web: <http://www.conabio.gob.mx>.

Cowley, M.J.R., Wilson, R. J., León-Cortés, J. L., Gutiérrez, D. C., Bulman, R. y Thomas, C. D. 2000. Habitat-based statistical models for predicting the spatial distribution of butterflies and day-flying moths in a fragmented landscape. *Journal of Applied Ecology*, 37: 60-72.

Database of global climate layers (*grids*). 2010. Worldclim. Disponible en línea en <http://biogeo.Berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm>.

Eisenberg, J.F.1981. *Mammalian Radiations*. University Chicago Press, Chicago.

Eisenberg, J.F. 1989. *Mammals of the Neotropics: The Northern Neotropics*. University of Chicago Press, 449 p.

Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann, F., Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J. McC., Peterson, A. T., Phillips, S. J., Richardson, K. S., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R. E., Soberón, J.,

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

Enature: Field Guides: Especies Detail. 2010. Disponible en web: <http://www.enature.com/fieldguides/enlarged.asp?imageID=18723>.

Fulbright, T. E., y Ortega-S., J. A. 2007. *Ecología y manejo de venado cola blanca*. Texas: Texas A & M University Press.

Galindo-Leal, C. y Weber, M. 2005. Venado cola blanca, *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1708). In: *Los Mamíferos Silvestres de México*, Ceballos, G. y Oliva, G. (Eds.), CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 517-521 p.

Gallina, S. 2005. Temazate, *Mazama americana* (Erxleben, 1777). In: *Los Mamíferos Silvestres de México*, Ceballos, G. y Oliva, G. (Eds.), CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 512-513 p.

Gallina, S., Mandujano, S. y Delfín-Alfonso, C. A. 2007. Importancia de las áreas naturales protegidas para conservar y generar conocimiento biológico de las especies de venados en México. In: *Hacia una Cultura de Conservación de la Biodiversidad Biológica*, Halffter, G., Guevara, S. y Melic, A. (Eds.). m3m: Monografías Tercer Milenio. Vol. 6. S.E.A., Zaragoza, España. 187-196 p.

Gallina-Tessaro, S. A., Hernández-Huerta, A., Delfín-Alfonso, C. A. y González-Gallina, A. 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación ambiental*, 1 (2): 143-152.

Global Biodiversity Information Facility. 2010. Disponible en web: <http://www.gbif.org>.

Global Climate Data. 2011. Disponible en web: <http://www.worldclim.org/bioclim>.

Gobierno del estado de Hidalgo. 2011. Disponible en web: <http://www.hidalgo.gob.mx/hidalgo.html>.

Godown, M. E. y A. T. Peterson. 2000. Preliminary distributional analysis of U.S. endangered bird species. *Biodiversity and Conservation*, 9:1313-1322.

- González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., y Ruiz-Montoya, L. 2005. Diversidad biológica en Chiapas. Colegio de la frontera sur, ECOSUR, 1° Ed. Chiapas, México. 484 p.
- González-Marín R.M., Montes-Pérez R y Santos-Flores, J. 2003. Caracterización de las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento sustentable de Fauna Silvestre en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2:13-21.
- Guajardo, R. y Martínez, A. 2004. Cuantificación del impacto económico de la caza deportiva en el norte de México y perspectivas de desarrollo. *Entorno Económico*, 42(250): 1-17.
- Guisan, A. y Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8:993-1009.
- Hall, E. R. 1981. *The Mammals of North America*. Second ed. John Wiley and Sons, New York, 2:601-1181 90.
- Hernández, P. A., C. H Graham, L. L. Master, y D. L. Albert (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*, 29: 773-785.
- Hirzel A. H., Helfer, V. y Metral, F. 2001. Assessing habitat-suitability models with a virtual species. *Ecological Modelling*, 145: 111-121
- Hijmans, R. J., S.E. Cameron, J. L., Parra, P.G., Jones, A. J .Andy, (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25: 1965–1978.
- Huntchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology* 22:415-427
- Illoldi-Rangel, P. y Escalante, T. 2008. De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Biogeografía* 3. *Bulletin of the Systematic and Evolutionary Biogeographical Association*. 7-12.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1992. Síntesis geográfica del Estado de Hidalgo. INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1999. Superficie Nacional y Estatal. INEGI.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. *Perspectiva Estadística*. Hidalgo. México. INEGI.
- Inventario Forestal Nacional, 2000. Sistema Nacional de Información Forestal, Comisión Nacional Forestal. CONAFOR.
- Lavergne S., N. Mouquet, W. Thuiller, y O. Ronce. (2010) Biodiversity and Climate Change: Integrating Evolutionary and Ecological Responses of Species and Communities. *Annual. Review. Ecology, Evolution and Systematic*, 41:321–50.
- Lawley, J., White, D., Neilson, R., y Blaustein, A. 2006. Predicting Climate-Induced Range Shifts: Model Differences and Model Reliability." *Global Change Biology*, 12: 1568-1584.
- Leibold, M. A. y Geddes, P. 2005. El concepto de nicho en las metapoblaciones. *Ecología Austral*, 15:117-129.
- Leopold, S. a. 2000. *Fauna Silvestre de México: Aves y Mamíferos de caza*. Pax. México. Segunda Edición. 600 p.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. LGEEPA. 2001. Colección Porrúa. 16ª Edición. Editorial Porrúa. México. 784 p.
- Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. 2010. SEMARNAT
- Liebig, I. F., Nakazawa, Y. J., Navarro-Sigüenza, A. G. y Sánchez-Cordero V. 2001. Fragmentación del hábitat de las especies de aves amenazadas de México: Un método cuantitativo-predictivo. *Memorias del V Congreso sobre el estudio y conservación de las aves en México*. Morelia.
- Lindenmayer, D.B., Mackey. B.G. y Nix, H. A. 1996. The bioclimatic domains of four species of commercially important eucalypts from south-eastern Australia. *Australian Forestry*, 59:74-89.
- Luna, I., Morrone, J. J. y Espinosa, D. 2004. *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. CONABIO. México, D. F. 527 p.
- Mammal Networked Information System. 2011. Disponible en web: <http://manisnet.org>.

- Mandujano, S. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 20:211-251.
- Manel, S., Dias, J.M., Buckton, S.T., Ormerod, S.J., 1999a. Alternative methods for predicting species distribution: an illustration with Himalaya river birds. *Journal of Applied Ecology* 36, 734–747.
- March, I. J. y Mandujano, S. 2005. Pecarí de collar, *Tayassu tajacu* (Linnaeus, 1758). In: *Los Mamíferos Silvestres de México*, Ceballos, G. y Oliva, G. (Eds.) CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 524-527 p.
- Margules, C.R. y Sarkar, S. 2009. Planeación Sistemática de la Conservación. (Trad. V. Sánchez-Cordero y F. Figueroa). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 304 p. (Original en inglés, 2007)
- Martínez-Meyer, E., Peterson, T. y Hargrove, W. 2004. Ecological niches as stable distributional constraints on mammal species, with implications for Pleistocene extinctions and climate change projections for biodiversity. *Global Ecology and Biogeography*, 13:305-314.
- Martínez-Meyer, E., Peterson, T., Servín, J. y Kiff, L. 2006. Ecological niche modelling and prioritizing areas for species reintroductions. *Oryx* 40(4), 411–418.
- Martínez-Morales, M.A., Ortiz-Pulido, R., De la Barreda, B., Zuria, I.L., Bravo Cadena, J. y Valencia-Hervet, J. 2007. HIDALGO. En Ortiz-Pulido, R., Navarro-Siguenza, A., Gómez de Silva, H., Rojas Soto, O. y Peterson, T.A. (Eds.), *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. 49-95 p.
- Medellín, R. A. 2005. Venado temazate café, *Mazama pandora* Merriam, 1901. In: *Los Mamíferos Silvestres de México*, Ceballos, G. and Oliva, G. (Eds.) CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 514-515 p.
- Mejenes-López, S., Hernández-Bautista, M., Barragán-Torres, J. y Pacheco, J. 2010. Los mamíferos en el Estado de Hidalgo, México. *Therya*, 1(3): 161-188.
- Milesi F. A. y López de Casenave, J. 2005. El concepto de nicho en Ecología aplicada: del nicho al hecho hay mucho trecho. *Ecología Austral* 15(2):131-148.

- Navarro, S., Peterson, A., Yoshinori J., Nakazawa, U., y Liebig-Fossas, I. 2003. Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad. En: Morrone, J.J., Llorente, J. y Espinosa D. (Eds.) Patrones biogeográficos en Latinoamérica. Vol. 2. CONABIO-UNAM, México.
- Ojasti, J. 1993. Utilización de la fauna silvestre en América Latina. Situación y perspectivas para un manejo sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Roma, Italia. 248 p.
- Pérez-Gil, R., F. Jaramillo Monroy, A. M. Muñiz Salcedo y M. G. Torres Gómez. 1996. *Proyecto de importancia económica de los vertebrados silvestres de México*. CONABIO. México. D. F. 216 p.
- Peterson, A. T. y Cohoon, K. C. 1999. Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecological Modelling*, 117: 159-164.
- Peterson, A. T. y Vieglais, D. A. 2001. Predicting species invasions using ecological niche modeling. *BioScience*, 51: 363-371.
- Peterson, A. T., Egbert, S. L., Sanchez-Cordero, V. y Price, K. P. 2000. Geographic analysis of conservation priorities using distributional modelling and complementarity: Endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*, 93: 85-94.
- Peterson, A. T., Sánchez-Cordero, V., Beard, C y Ramsey, J. 2002a. Ecological Niche Modeling and Potential Reservoirs for Chagas Disease, México. *Emerging Infectious Diseases*, 8 (7):662-667.
- Peterson, A. T., Stockwell, D. R. B. y Kluza, D. A. 2002b. Distributional prediction based on ecological niche modeling of primary occurrence data. 617-623 p. En: Scott, J. M., Heglund, P. J. y Morrison, M. L. (Eds.) *Predicting species occurrences: Issues of scale and accuracy*, Island Press, Washington, D.C.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. y Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190:231–259.
- Ramírez, J. M. y Vargas, J. M. 1992. *Contribución de la biogeografía a la gestión del medio ambiente y a la conservación de las especies*. 95-106 p. En: Vargas, J., Real, R. y

Antúñez, A. (Eds). Objetivos y métodos biogeográficos. Aplicaciones en Herpetología. *Monografías de Herpetología*, 2.

Rebella, C. 2010. Caza y Conservacionismo. Disponible en web: http://crebellacazamayor.com.ar/index.php?es_caceria-de-pecar%EDes,23.

Red Nacional de información sobre biodiversidad. CONABIO. Disponible en web: <http://www.conabio.gob.mx/remib>

Rejón, J. 1995. El venado temazate *Mazama americana* (Mammalia: Cervidae) su distribución en México e identificación de sus parásitos más comunes. Tesis de Licenciatura. UADY. Facultad de Química. Mérida, Yucatán, México.

Retana, O. G. 2006. Fauna silvestre de México. Aspectos históricos de su gestión y conservación. Fondo de Cultura Económica. Universidad de Campeche. México 199 p.

Rzedowski, J. 1981. La vegetación de México. Limusa, México, D.F. 342 p.

Sánchez-Cordero, V. y Martínez-Meyer, E. 2000. Museum specimen data predict crop damage by tropical rodents. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97:7074-7077.

Sánchez-Cordero, V. y Martínez-Meyer, E. 2000. Museum specimen data predict crop damage by tropical rodents. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97: 7074-7077.

Sánchez-Cordero, V., Peterson A. T., Martínez-Meyer, E. y Flores, R. 2005. Distribución de roedores reservorios del virus causante del síndrome pulmonar por hantavirus y regiones de posible riesgo en México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s)* 21(3):71-91.

Sánchez-Cordero, V., Peterson, A. T. y Escalante, P. 2001. Modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica. 359-379 p. *En*: Hernández, H., A. García-Aldrete, F. Álvarez & M. Ulloa (comp.). *Enfoques Contemporáneos en el Estudio de la Diversidad Biológica*. Instituto de Biología, UNAM y Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

Sánchez-Rojas, G., Aguilar-Miguel, C. y Hernández-Cid, E. 2009. Estudio poblacional y uso de hábitat por el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. *Tropical Conservation Science* 2: 204-214.

- Sanderson, E. W., Malanding, J., Levy, M. A., Redford, K. H., Wannebo, A. V. y Woolmer, G. 2002. The Human Footprint and the Last of the Wild. *BioScience*, 52: 891-904.
- The Center for International Earth Science Information Network. Disponible en web: http://www.ciesin.columbia.edu/wild_areas/.
- Unidad de Informática para la Biodiversidad. 2010. Disponible en web: <http://unibio.unam.mx>.
- Valdez, R., J. G. Guzmán-Aranda, F. J. Abarca, L. A. Tarango-Arámula y F. Clemente-Sánchez. 2006. Wildlife Conservation and Management in Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 34(2): 270-282.
- Velázquez, A., MAS, J. F. y Palacio, J. L. 2002. Análisis del cambio de uso del suelo Instituto de Geografía-UNAM, INE, SEMARNAT, México.
- Villavicencio. M. A., Marmolejo, S., y Pérez Escandón, B. E. (Eds.)1993. Investigaciones recientes sobre flora y fauna de Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo. México.
- Weber, M. y González, S. 2003. Latin America deer diversity and conservation: A review of status and distribution. *Ecoscience*, 10:443-454.
- Weber, M., G. García Marmolejo y R. Reyna-Hurtado. 2006. The Tragedy of the Commons: Wildlife Management Units in Southeastern Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 34(5):1480-1488.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder (eds). 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3^aed), Johns Hopkins University Press, 2,142 p.

11. ANEXOS

Anexo 1. Base de datos que incluye los registros mediante coordenadas geográficas en grados decimales de *Tayassu tajacu*, recabada de distintas fuentes [UNIBIO= Unidad de Informática para la Biodiversidad, GBIF=Global Biodiversity Information Facility , REMIB=Red Nacional de información sobre biodiversidad, CFB=Colección de Fotocolectas Biológicas, VISUAL=Avistamiento en campo] para las cuatro provincias donde se incluye el estado de Hidalgo [GM=Golfo de México, EV=Eje Volcánico, AS (Z-P)=Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino), SMO=Sierra Madre Oriental].

ESPECIE	COORDENADAS GEOGRAFICAS		PROVINCIA BIOGEOGRAFICA	AÑO DE COLECTA	FUENTE
	LONGITUD	LATITUD			
<i>Tayassu tajacu</i>	-90.97083	16.09722	GM	1986	UNIBIO
<i>Tayassu tajacu</i>	-90.97083	16.09722	GM	1986	UNIBIO
<i>Tayassu tajacu</i>	-92.95280	17.54810	GM	1994	UNIBIO
<i>Tayassu tajacu</i>	-96.07250	18.15880	GM	1991	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-96.07250	18.15880	GM	1991	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-96.07250	18.15880	GM	1991	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-92.93750	17.54810	GM	1999	REMIB
<i>Tayassu tajacu</i>	-92.93750	17.54810	GM	1960	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-103.95000	19.44420	EV	1969	REMIB
<i>Tayassu tajacu</i>	-101.11560	21.84110	AS (Z-P)	1968	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-100.24050	22.89750	AS (Z-P)	1950	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-100.24050	22.89750	AS (Z-P)	1950	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-98.37530	22.21390	GM	1989	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-98.37530	22.21390	GM	1990	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-98.37530	22.21390	GM	1989	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-98.37530	22.21390	GM	1986	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-98.37530	22.21390	GM	1986	GBIF
<i>Tayassu tajacu</i>	-90.93999	16.10999	GM	2006	CFB

<i>Tayassu tajacu</i>	-90.93999	16.10999	GM	2006	CFB
<i>Tayassu tajacu</i>	-104.28000	19.59000	EV	2008	CFB
<i>Tayassu tajacu</i>	-104.28000	19.59000	EV	2008	CFB

Anexo 2. Base de datos que incluye los registros mediante coordenadas geográficas en grados decimales de *Odocoileus virginianus*, recabada de distintas fuentes [UNIBIO= Unidad de Informática para la Biodiversidad, GBIF=Global Biodiversity Information Facility, REMIB=Red Nacional de información sobre biodiversidad, CFB=Colección de Fotocolectas Biológicas, VISUAL=Avistamiento en campo] para las cuatro provincias donde se incluye el estado de Hidalgo [GM=Golfo de México, EV=Eje Volcánico, AS (Z-P)=Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino), SMO=Sierra Madre Oriental].

ESPECIE	COORDENADAS GEOGRAFICAS		PROVINCIA BIOGEOGRAFICA	AÑO DE COLECTA	FUENTE
	LONGITUD	LATITUD			
<i>Odocoileus virginianus</i>	-91.08330	16.71670	GM	2000	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-90.88330	16.15000	GM	1996	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-90.85250	16.25861	GM	1999	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-90.88333	16.15000	GM	2000	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-91.25000	16.82500	GM	2000	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-91.25000	16.82500	GM	2000	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-91.25000	16.82500	GM	2000	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-91.25000	16.82500	GM	2000	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-91.08333	16.71667	GM	1995	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-91.25000	16.82500	GM	2000	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.76970	23.97190	SMO	1967	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.76970	23.97190	SMO	1964	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.76970	23.97190	SMO	1967	REMIB

<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.76970	23.97190	SMO	1967	REMIB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.26611	24.86611	SMO	1970	UNIBIO
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.26611	24.86611	SMO	1972	UNIBIO
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.26611	24.86611	SMO	1970	UNIBIO
<i>Odocoileus virginianus</i>	-101.24944	22.86861	AS (Z-P)	1980	UNIBIO
<i>Odocoileus virginianus</i>	-98.47639	21.81777	GM	1968	UNIBIO
<i>Odocoileus virginianus</i>	-91.53555	17.80694	GM	1961	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-91.53555	17.80694	GM	1961	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-101.11556	21.84111	AS (Z-P)	1989	UNIBIO
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.51762	22.60931	AS (Z-P)	1968	UNIBIO
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.77791	22.52823	AS (Z-P)	1956	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-98.37528	22.21389	GM	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-98.37528	22.21389	GM	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-98.37528	22.21389	GM	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.76972	23.97194	SMO	1964	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.76972	23.97194	SMO	1964	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.76972	23.97194	SMO	1964	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.76972	23.97194	SMO	1964	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.26611	24.86611	SMO	1982	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.26611	24.86611	SMO	1980	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.26611	24.86611	SMO	1982	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-102.06139	19.42611	EV	1976	GBIF
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.31000	19.30000	EV	1995	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.29999	19.28999	EV	2001	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.31000	19.29000	EV	2003	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.31000	19.28000	EV	2003	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.31000	19.26000	EV	2004	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-98.98000	19.10000	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.29999	19.26000	EV	2004	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.31000	19.28000	EV	2003	CFB

<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.29999	19.26000	EV	2004	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.17000	19.09000	EV	2005	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB

<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.41000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.42000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.42000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.84999	21.41000	SMO	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-99.85000	21.42000	SMO	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.11000	21.47000	AS (Z-P)	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.11000	21.47000	AS (Z-P)	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.06000	21.50000	AS (Z-P)	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.06000	21.50000	AS (Z-P)	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.11000	21.47000	AS (Z-P)	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.08000	21.49000	AS (Z-P)	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.06999	21.48999	AS (Z-P)	2003	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.06999	21.48999	AS (Z-P)	2003	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.11000	21.46999	AS (Z-P)	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.11000	21.46999	AS (Z-P)	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-100.11000	21.46999	AS (Z-P)	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.23000	19.55999	EV	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.23999	19.56000	EV	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.19000	19.56000	EV	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.26000	19.58000	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.26000	19.57999	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.26000	19.57999	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.26000	19.58000	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.25000	19.58000	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.25000	19.57999	EV	2007	CFB

<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.25000	19.58000	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.25000	19.57999	EV	2007	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.25000	19.57999	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.25000	19.58000	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.25000	19.57999	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-104.25000	19.57999	EV	2008	CFB
<i>Odocoileus virginianus</i>	-94.59000	18.17000	GM	2004	CFB

Anexo 3. Base de datos que incluye los registros mediante coordenadas geográficas en grados decimales de *Mazama americana*, recabada de distintas fuentes [UNIBIO= Unidad de Informática para la Biodiversidad, GBIF=Global Biodiversity Information Facility , REMIB=Red Nacional de información sobre biodiversidad, CFB=Colección de Fotocolectas Biológicas, VISUAL=Avistamiento en campo] para las cuatro provincias donde se incluye el estado de Hidalgo [GM=Golfo de México, EV=Eje Volcánico, AS (Z-P)=Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino), SMO=Sierra Madre Oriental].

ESPECIE	COORDENADAS GEOGRAFICAS		PROVINCIA BIOGEOGRAFICA	AÑO DE COLECTA	FUENTE
	LONGITUD	LATITUD			
<i>Mazama americana</i>	-99.06690	21.43870	SMO	1947	GBIF
<i>Mazama americana</i>	-99.12700	21.18600	SMO	1982	GBIF
<i>Mazama americana</i>	-99.12700	21.18600	SMO	1983	GBIF
<i>Mazama americana</i>	-93.27222	16.79861	GM	1954	UNIBIO
<i>Mazama americana</i>	-99.20805	23.09778	SMO	1949	UNIBIO
<i>Mazama americana</i>	-91.06444	16.71944	GM	1989	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.05000	16.55000	GM	1992	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-93.75944	17.08778	GM	1993	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.08333	16.71667	GM	1999	REMIB

<i>Mazama americana</i>	-90.85250	16.25861	GM	1988	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-90.88333	16.15000	GM	1998	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-90.88333	16.15000	GM	1989	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.08333	16.71667	GM	1999	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.08333	16.71667	GM	1999	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.08333	16.71667	GM	1997	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.08333	16.71667	GM	1998	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.08333	16.71667	GM	1997	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.08333	16.71667	GM	1998	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-90.88333	16.15000	GM	1988	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.08333	16.71667	GM	1997	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-90.85278	16.12500	GM	2000	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-90.85278	16.12500	GM	2000	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-91.25000	16.82500	GM	2000	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-99.12694	21.18639	SMO	1982	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-99.12694	21.18639	SMO	1984	REMIB
<i>Mazama americana</i>	-98.73644	20.79943	SMO	1998	VISUAL
<i>Mazama americana</i>	-90.93999	16.10990	GM	2006	CFB

