



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Área Académica de Biología

Licenciatura en Biología

**Distribución de cinco especies de musarañas en el estado
de Hidalgo utilizando modelos espacialmente explícitos.**

T E S I S

Para obtener el título de Licenciada en Biología

Presenta

Patricia Reyes Aguilar

Director de tesis: Dr. Gerardo Sánchez Rojas

Mineral de la Reforma, Hidalgo.

Diciembre 2011.

AGRADECIMIENTOS

Por su apoyo y consejos durante la realización de este proyecto y por la paciencia que me tuvo al realizar esta investigación, pero sobre todo por su amistad, muchas gracias Dr. Gerardo Sánchez, (Dr. Ger).

Aquellas personas que tuvieron que ver en algún momento en mi formación profesional. Así como a quienes aportaron sus conocimientos para enriquecer la información de esta tesis; con mi admiración y respeto a mis sinodales: Dra. María del Consuelo, Biol. Ulises, Dr. Aurelio, Mtro. Jesús Martín, Dr. Ignacio Esteban y Dr. Alberto Enrique.

Agradezco al investigador Neal Woodman y al Biólogo Josué Yuriko por su apoyo en brindarme información para la elaboración de esta investigación.

De forma especial agradezco a mis amigos y compañeros que atribuyeron a la realización de esta investigación con sus consejos, gracias Jessica Bravo y Sergio Daniel Hernández (Jessy y Serch).

Por su gran amistad y apoyo a mis amigos y compañeros del Laboratorio de Conservación Biológica (LCB). (Brenda, Jessy, Sergio, Anahí, Cris, Alex, Mario (come galletas) Dante y Gonzalo) Quienes junto conmigo hicimos del LCB un lugar muy agradable mientras trabajábamos, chicos muchas gracias por su amistad!!!

De igual manera agradezco la amistad y momentos locos a mis amig@s: Aris, Angy, Jessi, Pacheco, Neto, Carlos, Cris ... por estos años de gran amistad sin ningún tipo de hipocresía, y sobre todo por la gran diversión que vivimos junt@s, chic@s, los llevo en mi corazón. Gracias por estar en todos los momentos de mi vida, muchas gracias por su amistad.

Finalmente agradezco el apoyo del proyecto fomix-hgo-2008 Titulado: diversidad biológica del estado de Hidalgo (segunda fase) clave: 95828.

DEDICATORIA

A aquel que hace de lo imposible lo posible, al que está en primer lugar en todos los aspectos de mi vida y quien es el principal autor de mi vida.

Agradezco a Dios, por la gran bendición de tenerte a ti como madre, eres muy especial para mí. Muchas mujeres hicieron el bien, más tú eres la mejor, mamá.

A mi gran héroe y ejemplo a seguir, mi pilar de fortaleza quien vela por mí en cada momento de mi vida, Gracias papá.

A mi hermana Alma, quien me incito a perseguir mis sueños desde un principio a pesar de la adversidad, ¡hermana! Aquí esta una parte de lo que empezamos juntas.

A quien hace poco tiempo ha sabido ganarse mi amor y cariño, para ti Omarsito.

A mis amigos (as) que no es necesario nombrarlos ellos saben que tienen un lugar en mi corazón, ustedes que siempre me han dado palabras de motivación y momentos de alegría cuando ya no puedo más, gracias a Dios por sus vidas.



“Yo imagino a Dios como la fuente de toda la energía que creó y mantiene el equilibrio del universo. Veo a Dios en la flor y en la abeja que chupa el néctar para producir miel, en el pájaro que se alimenta de la abeja, en el hombre que come el pájaro y en el gusano que se come al hombre. Veo a Dios en cada estrella en el cielo, y en los ojos tristes de cada buey rumiando en el invierno.

Solamente no puedo ver a Dios en el hombre que devora al hombre.”

Autor Anónimo

La tristeza del maya

Y el hombre estaba sentado solo... empapado hasta los huesos en tristeza. Y todos los animales se le acercaron y dijeron:

- No nos gusta verte tan triste... piensa en lo que quieras y lo tendrás”.

El hombre dijo: -quiero tener buena vista”. El búho respondió: -tendrás la mía.

El hombre dijo: - quiero ser fuerte

El jaguar le dijo: - serás fuerte como yo.

Luego el hombre dijo: -Anhelo saber los secretos de la tierra.

La serpiente respondió: -yo te los enseñare.

Y así fue con todos los animales.

Cuando el hombre tuvo todos los dones que le podían dar...se marchó.

Y el búho les dijo a los otros animales: -ahora el hombre sabe mucho y puede hacer muchas cosas... de pronto siento miedo.

El ciervo dijo: -ya tiene todo lo que necesita, ahora su tristeza acabara.

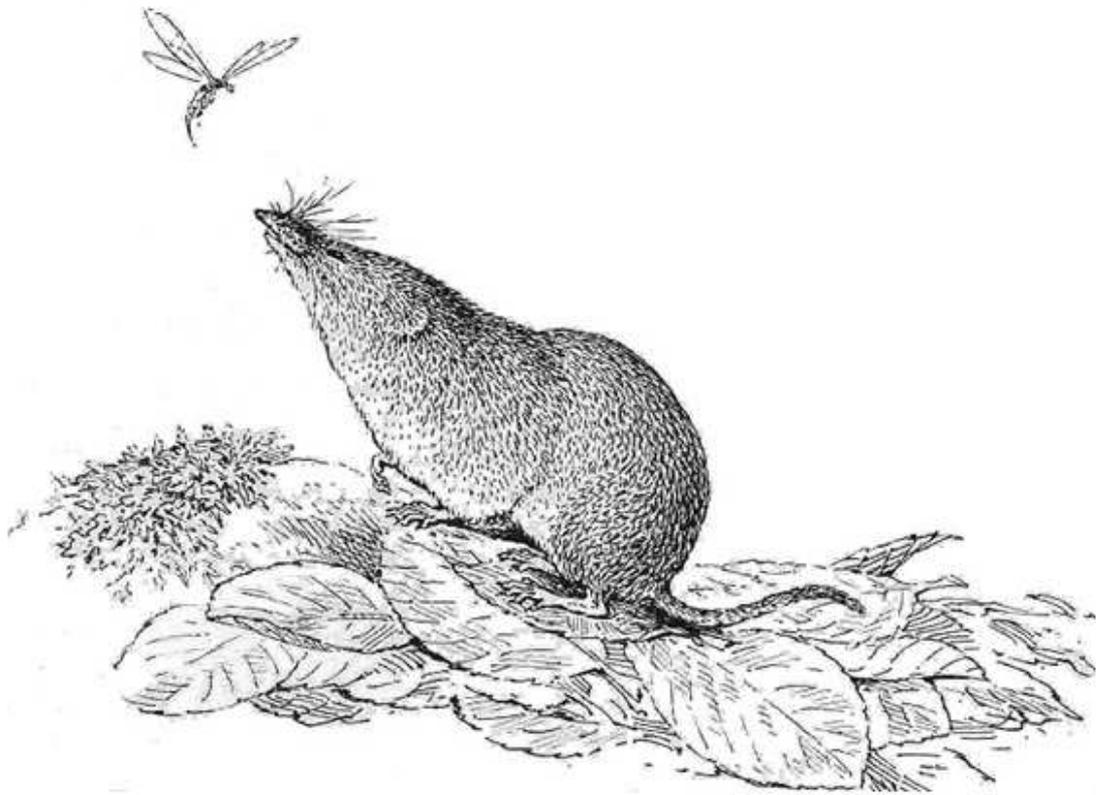
Pero el búho respondió: -¡No! Vi un agujero en el hombre...profundo como un hambre que jamás saciara...es lo que lo hace triste y lo que hace que siempre quiera más.

Seguirá teniendo y tomando...

Hasta que un día el mundo dirá: -ya no existo más y no me queda nada más que darle.

Leyenda Maya.





Índice

Resumen.....	10
Introducción	11
Características de las musarañas	12
<i>Sorex saussurei</i>	14
Descripción	14
Historia natural	15
<i>Notiosorex crawfordi</i>	16
Descripción	16
Historia natural	17
<i>Cryptotis parva</i>	18
Descripción	18
Historia Natural.....	19
<i>Cryptotis obscura</i>	20
Descripción	20
Historia natural	21
<i>Cryptotis mexicana</i>	22
Descripción	22
Historia natural	23
Objetivo General:	26
Objetivos Particulares:	26
Área de estudio	27
Altitud.....	28
Geografía	29
Clima	29
Hidrología.....	31
Vegetación	31
Método	33
Uso de modelos de predicción (Max Ent)	33
Elaboración de la base de datos.....	34



VARIABLES BIOCLIMÁTICAS	35
Elaboración de los modelos	35
Evaluación de las diferencias climáticas entre las cinco especies de musarañas.....	37
Resultados.....	38
Distribución <i>Sorex saussurei</i>	40
Distribución <i>Notiosorex crawfordi</i>	42
Distribución <i>Cryptotis obscura</i>	44
Diferencias entre el nicho climático de las cinco especies de musarañas.....	48
Discusión	50
Conclusiones	53
Referencias.....	54
Anexo I	67
Anexo II.....	69



Índice de Cuadros

Cuadro 1. Variables climáticas utilizadas para generar los modelos de distribución de las musarañas en el estado de Hidalgo.	36
Cuadro 2. Registros obtenidos de las especies de musarañas en Hidalgo.	38



Índice de figuras

Figura 1. <i>Sorex saussurei</i>	14
Figura 2. <i>Notiosorex crawfordi</i>	16
Figura 3. <i>Cryptotis parva</i>	18
Figura 4. <i>Cryptotis obscura</i>	20
Figura 5. <i>Cryptotis mexicana</i>	22
Figura 6. Ubicación geográfica del estado de Hidalgo.....	27
Figura 7. Mapa que representa el modelo de elevación del estado de Hidalgo.....	28
Figura 9. Vegetación de Hidalgo con base en la nomenclatura de Rzedowski (1981) y la información del Inventario Forestal Nacional 2000.....	32
Figura 10. Distribución de las cinco especies de musarañas en el estado de Hidalgo.....	39
Figura 11. Distribución potencial de <i>Sorex saussurei</i>	41
Figura 12. Distribución potencial de <i>Notiosorex crawfordi</i>	42
Figura 13. Distribución potencial de <i>Cryptotis parva</i>	43
Figura 14. Distribución potencial de <i>Cryptotis obscura</i>	44
Figura 15. Distribución potencial de <i>Cryptotis mexicana</i>	45
Figura 16. Distribución potencial de las cinco especies de musarañas.....	47
Figura 17. Posición de las cinco especies en el espacio multivariado.....	49



Resumen

Una de las características más importantes para varias de las estrategias de conservación es conocer la distribución de las especies biológicas, ya que ésta resume muchas de sus características ecológicas y evolutivas. En la actualidad se han desarrollado modelos especialmente explícitos para hacer las estimaciones de distribución potencial. Para la elaboración de los modelos de distribución se utilizó una base de datos con 70 registros en total de cinco especies de musarañas registradas para el Estado de Hidalgo (*Cryptotis parva*, *Cryptotis mexicana*, *Cryptotis obscura*, *Notiosorex crawfordi* y *Sorex saussurei*). En este trabajo se utilizó el algoritmo *Max Ent* (*Máxima Entropía*), para la generación de los modelos espaciales de cada especie. Los modelos indicaron que las especies del género *Cryptotis* se distribuyen en regiones de bosque mesófilo de montaña, como en la sierra de Pachuca y parte de la Sierra Madre Oriental; en estas dos últimas regiones, se encontró el solapamiento de cuatro especies (*Cryptotis mexicana*, *Cryptotis obscura*, *Notiosorex crawfordi* y *Sorex saussurei*). Consideramos de gran importancia estas áreas debido a la presencia de estas musarañas, dos de ellas endémicas a México *Cryptotis mexicana* y *Cryptotis obscura*. La evaluación de las diferencias climáticas entre las especies de musarañas registradas para Hidalgo con la ayuda de la prueba estadística MANOVA, que indica que la Lambda de Wilk's es de 0.0003 con una $P < 0.0001$; esto indica que al menos una de las especies ocupa un rango climático distinto, las pruebas *pos hoc* indicaron que sólo *Notiosorex crawfordi* y *Sorex saussurei* presentan similitudes climáticas en sus áreas de distribución potencial. Finalmente los modelos predictivos marcaron una notable distribución fragmentada para estas especies de Soricidos; sin embargo, es importante conocer el estado de conservación de sus hábitats, ya que son más vulnerables a diversos factores como la contaminación, cambio climático y la desaparición de su hábitat, poniendo en riesgo la existencia de estas especies así como de la diversidad faunística asociada.



Introducción

La mastofauna mexicana está conformada por 525 especies, pertenecientes a 193 géneros, 47 familias y 12 órdenes. Su diversidad es considerada una de las más altas a nivel planetario (Ceballos y Oliva, 2005). En el estado de Hidalgo, la mastofauna está compuesta por 8 órdenes, 27 familias, 85 géneros y 154 especies, de las cuales 19 son endémicas de México y 30 ostentan categoría de riesgo (Mejenes-López *et al.*, 2010).

Dentro de los mamíferos de Hidalgo, quizá uno de los grupos más amenazados y raros, son las musarañas (Soricomorpha); debido a que son especies poco conocidas, hasta el momento para el estado se reportan 5 especies *Cryptotis mexicana*, *Cryptotis obscura*, *Cryptotis parva*, *Sorex saussurei* y *Sorex oreopolus*, (Mejenes-López *et al.*, 2010). En la última revisión de los mamíferos del estado de Hidalgo, los autores (Mejenes-López *et al.*, 2010), no hace referencia a *Notiosorex crawfordi* que se encuentra registrada en ambientes semiáridos del Estado (Kaspar y Jones, 1977; Álvarez y González, 2001). En esta investigación no se encontró registro alguno de *Sorex oreopolus*, por lo tanto no se trabajó con esta especie sin embargo, sí se encontraron registros de *Notiosorex Crawfordii* en el estado.

De las especies de insectívoros reportados el 58% son endémicas a México (Ceballos *et al.*, 2002), la mayoría de las especies están ligadas principalmente a bosques (Feldhamer *et al.*, 2007). Esto conlleva a que estas especies están aun más amenazadas, ya que estos hábitats son los más modificados de México, para el periodo de 1976-2000 se estimó que la tasa de modificación es de de 350 a 296



mil hectáreas/año para bosques y selvas, más recientemente para el periodo 2000-2005 se estima en 260 mil hectáreas/año la tasa de modificación para este hábitat

(http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/02_vegetacion/recuadros/c_rec3_02.htm). Adicionalmente debemos de considerar que la Norma Oficial Mexicana-059, tienen catalogadas a las especies de musarañas *Cryptotis mexicana*, *Cryptotis parva* y *Sorex saussurei* como especies raras (SEMARNAT, 2010).

Características de las musarañas

Las musarañas en general son pequeños mamíferos, con patas cortas, con hocico puntiagudo y pelaje denso, usualmente pardo oscuro. Sus ojos son extremadamente pequeños que apenas se notan entre su denso pelaje, tienen orejas pequeñas y redondas, que muchas veces están cubiertas por su pelo (Churchfield, 1990). Algunas especies poseen una cola larga, que les sirve como órgano táctil muy especializado, aunque hay especies que carecen ésta (Vaughan, 1976).

Son depredadores agresivos que se alimentan principalmente de pequeños invertebrados, aunque las especies de mayor talla pueden cazar incluso ratones (Churchfield, 1990). Algunas especies poseen veneno en su saliva que mata o paraliza a sus presas (Beatty *et al.*, 2008).

Son especies de hábitos diurnos y nocturnos, debido a su necesidad de alimento (que incluso puede equivaler al peso del animal), ya que poseen un alto metabolismo; por su pequeño tamaño la mayoría de las especies tienen que consumir alimento en forma continua (Ceballos y Oliva, 2005).



Debido a lo anterior, son importantes en los ecosistemas que habitan, ya que consumen grandes cantidades de insectos que en algún momento pueden considerarse plagas para el hombre y sus cultivos. Las musarañas construyen galerías por debajo de la hojarasca lo que permite una mayor filtración de agua en el suelo, aumenta su aireación y a su vez incrementa su fertilidad.

Pese a la importancia agronómica de las musarañas, es uno de los grupos menos estudiados en México, en donde sólo hay inventarios locales (Kaspar y Jones, 1977; Hernández-Flores y Rojas-Martínez, 2010), así como investigaciones sobre diferencias genéticas y morfológicas de algunas especies (Maldonado *et al.*, 2004). Sobre su alimentación y sus características morfológicas y morfométricas (Ramírez-Pulido *et al.*, 2004), es notable observar que la investigación sobre estos insectívoros es escasa.

Las musarañas ocupan varios nichos ecológicos y modos de vida (Churchfield, 1990). Por lo tanto, es necesario aumentar el conocimiento que se tiene sobre estas especies, para tomar medidas sobre su conservación ya que forman parte de la diversidad y por que cumplen importantes funciones ecológicas en su ambiente. El estado de Hidalgo posee especies endémicas de Soricidos; *Cryptotis mexicana* y *Cryptotis obscura* (Ceballos y Oliva, 2005). Estas especies están adaptadas a ambientes templados, por lo tanto son más vulnerables ante el cambio climático (Villers y Trejo 1998).



Características de las cinco especies de musarañas registradas en el estado de Hidalgo.

Sorex saussurei

Descripción

Musaraña de color pardo obscura en el dorso y pálida en el vientre. La cola es del mismo color del dorso, la parte ventral proximal más pálida (Merriam, 1892). (Figura 1). Pesa aproximadamente 6 g; su tercer diente es unicúspide, de igual tamaño que el cuarto (Ceballos y Galindo, 1984). El largo del cóndilo basal es mayor de 17.4 mm, lo que lo diferencia de las otras musarañas de su género *Sorex emarginatus* y *Sorex ventralis* (Junge y Hoffman, 1981). Las musarañas del género *Sorex* se diferencian del género *Cryptotis* porque sus pabellones auriculares son más visibles, su cola es más larga y tiene cinco dientes unicúspide en cada lado de la mandíbula superior, en vez de cuatro (Ceballos y Galindo, 1984).



Figura 1. *Sorex saussurei*. Se observa la coloración obscura en el dorso del cuerpo, y la visibilidad de los pabellones auriculares. Foto: Gerardo Ceballos.



Historia natural

Estas musarañas se encuentran principalmente en bosques templados (encinares, oyameles y bosques de pino con piso de zacatón), en ocasiones habitan en matorrales xerofitos o pedregosos. Se han encontrado en troncos caídos, humus denso y en hojarasca a nivel del piso, en bosques de pino (Davis y Lukens, 1958). Son de costumbres solitarias, se alimentan de insectos y en ocasiones de semillas vegetales, de otras musarañas y de ratones. Su voracidad ayuda a mantener el control de las comunidades de insectos. Sus depredadores son las lechuzas y las serpientes (Jiménez-Almaraz *et al.*, 1993).

Su reproducción ocurre en los meses de abril y octubre tiempo en el que tienen varias camadas, en cada una pueden nacer de 2 a 10 crías, después de un periodo de gestación de 18 a 28 días. A las 3 semanas de vida se hacen independientes. Su longevidad es de uno a dos años (Nowak, 1999).



Notiosorex crawfordi

Descripción

Musaraña de tono grisáceo en el dorso y de color más pálido en el vientre (Fisher, 1941). Las especies de este género tienen generalmente la cola corta, (Figura 2). Presentan pigmentación de quitina en los dientes, estas especies presentan tres dientes unicúspide que forman una serie uniforme (Ceballos y Oliva, 2005).



Figura 2. *Notiosorex crawfordi*. Musaraña del desierto, de tono grisáceo, nótese la presencia de los pabellones auriculares. Foto: Rurik List, tomado de Ceballos y Oliva, 2005.



Historia natural

Se han localizado en zonas áridas y también se han capturado en zonas de agua superficial, en suelos arenosos y rocosos (Fisher, 1941; Hooper1961). También habita en las zonas con densa cobertura herbácea, matorral espinoso, matorral de juníperus y mezquite, se han encontrado en bordes de bosques de encino (*Quercus*) mezclado con otras plantas y carrizales (Ceballos y Oliva, 2005). Las madrigueras de estos Soricidos pueden ser hoyos en el suelo, rocas o nidos de ratas (p. ej. especies del género *Neotoma*) e incluso pueden llegar a ocupar panales de abejas (Fisher, 1941). El consumo de insectos transmiten a las musarañas parásitos como céstodos y nemátodos (Fisher, 1941).

Actualmente, se desconoce el estado de conservación que guarda sus poblaciones, aunque según evaluaciones recientes se considera una especie amenazada (SEMARNAT, 2002).



Cryptotis parva

Descripción

Las especies de este género tienen las orejas ocultas entre su pelo fino, denso y suave. Esta especie de musaraña tiene el dorso pardo oscuro; el vientre es más claro, casi blanco en los adultos. Se le distingue de otras especies por su cola corta, que es menos del 45% de largo de la cabeza y el cuerpo. Esta especie tiene las patas traseras más cortas (Whitaker, 1974). Pesa aproximadamente 5 g (Ceballos y Galindo, 1984). (Figura 3).



Figura 3. *Cryptotis parva*. Musaraña diminuta de cola corta. Se puede apreciar la ausencia de los pabellones auriculares en estas especies. Foto: Alberto González, tomado de Ceballos y Oliva, 2005.



Historia Natural

Habita en selvas bajas y medianas, matorrales, bosques de pino-encino y mesófilos, así como en cultivos de café (Ceballos y Miranda, 1986, 2000; Téllez, *et al.*, 1997). Se pueden encontrar en cubiertas herbáceas densas, especialmente en pastos (Whitaker, 1974). Es una especie muy social, ya que se han encontrado en grupos dentro de los nidos que construyen con hojas y pastos secos debajo de las rocas o troncos caídos (Ceballos y Galindo, 1984). Hacen sus madrigueras de hasta 1.5 m de profundidad, en diferentes tipos de suelos: arcillas, suelos arenosos y bancos de arena (Davis, 1944; Goodwin, 1954 y Whitaker, 1974). Su reproducción ocurre todo el año, teniendo un máximo entre los meses de junio y septiembre (Choate, 1970). Cada camada varía de 2 a 7 crías (Conaway, 1958; Choate, 1970; Whitaker, 1974). En cautiverio se ha registrado una longevidad de 1 año 9 meses (Pfeiffer y Gass, 1963).

Son presas de serpientes, búhos, lechuzas, zorrillos, comadrejas y zorras (Whitaker, 1974). Se considera como una especie amenazada por su rareza y por la destrucción de su hábitat (Sedesol, 1994; Semarnat, 2002).



Cryptotis obscura

Descripción

Presenta el rostro alargado y los ojos reducidos escondidos entre su pelaje. Es una de las musarañas más pequeñas y pálidas del grupo *mexicana*. Sus pabellones auriculares están escondidos, rasgo característico de su género. Su cola es larga, de menor longitud que su cabeza y cuerpo. La coloración del dorso es café (Merriam, 1895; Woodman y Timm, 2000; Figura 4).



Figura 4. *Cryptotis obscura*. Musaraña de cola corta mexicana, de tono oscuro, las especies de este género carecen de pabellones auriculares. Foto: Iván Castro.



Historia natural

Es una especie endémica a México que se encuentra en bosques húmedos templados, subtropicales de pino-encino y en bosques mesófilos de la Sierra Madre Oriental, que se caracterizan por un sotobosque denso, con abundantes hierbas, pastos y musgos (Ceballos y Oliva, 2005).

Estos mamíferos se alimentan básicamente de invertebrados. Su actividad reproductiva es de junio a agosto, ya que se han tenido registros de encontrar a hembras preñadas durante estos meses (Jones *et al.*, 1983).

Es muy poco el conocimiento que se tiene de esta especie. Se tiene registrada una distribución amplia y es probable que no se encuentre en peligro de extinción, aunque esto debe de corroborarse con estudios de campo (Ceballos y Oliva, 2005).



Cryptotis mexicana

Descripción

Musaraña de tamaño mediano. El dorso de su cuerpo es de tono sepia a pardo oscuro; el vientre es más pálido que el dorso, con la punta del pelo crema pálido. Existe variación estacional en el color y textura de su pelaje (Choate, 1970). Su cola es de menor longitud que el cuerpo. Su rostro es muy robusto en relación con el cráneo (Choate, 1973; Figura 5).



Figura 5. *Cryptotis mexicana*. Musaraña de cola corta mexicana, nótese el tono de su pelaje color pardo y la ausencia de los pabellones auriculares, rasgo característico de las especies de su género. Foto: Lázaro López.



Historia natural

Se han encontrado en bosques húmedos de pino encino y bosque mesófilos, donde abundan musgos líquenes, orquídeas y bromelias (Goodwin, 1954; Hall y Dalquest, 1963; Choate, 1970). Esta especie no se encuentra restringida a bosques no perturbados, ya que también se les ha encontrado en hábitats como zonas riparias así como en bordes de zonas de cultivo (Choate, 1973; Hall y Dalquest, 1963; Musser, 1964). Probablemente pueden usar como madrigueras los troncos caídos, ya que han sido colectados en éstos (Jones *et al.*, 1983).

Son de actividad nocturna y diurna. Construyen madrigueras de forma esférica con hojas y pastos secos, bajo las piedras, troncos caídos y otros objetos. Su alimentación es básicamente de pequeños invertebrados, así como de algunas lagartijas (Nowak, 1999). Es necesario actualizar el conocimiento del estado que guardan sus poblaciones para asegurar su conservación, puesto que es una especie endémica de México (Ceballos y Oliva, 2005).



Antecedentes

Uso de modelos predictivos

Desde hace más de 200 años, las actividades humanas han alterado el clima y la biota a una tasa sin precedentes, causando cambios en la distribución de las especies o en su efecto causando la extirpación o extinción (Parmesan, 2006).

Esta problemática ha demandado la necesidad de generar proyecciones realistas del efecto de las actividades humanas, tanto en el clima como en la distribución espacial de las especies (Lavergne *et al.*, 2010). Esta capacidad de análisis y de predicción en los modelos, ha sido en gran medida influenciada por el concepto de nicho ecológico de Hutchinson (Coldwell y Rangel, 2009); Gracias a la aproximación del nicho ecológico se ha podido instrumentar modelos de hábitats adecuados para las especies, permitiendo el desarrollo de una distribución predictiva (Elith y Leatwich 2009).

El uso de estos modelos predictivos en la distribución de la biodiversidad mexicana se han probado con mamíferos, aves e insectos (Jasso-Gordoa, 2008; Trotta-Moreu, *et al.*, 2008; Rodríguez-Soto, 2010; García-Meza, 2010). Se han hecho algunos trabajos sobre la distribución de musarañas. En uno se analizó la distribución potencial de especies de musarañas en el estado de Oaxaca bajo el contexto del cambio climático con el algoritmo de *Max Ent*, encontrándose que los Soricidos no responden al cambio climático, pero que se siguen enfrentando a la pérdida de sus hábitats por lo que siguen estando en peligro las especies endémicas y con escasa distribución (García-Meza, 2010). De la misma manera, Santos, *et al* (2000) realizan la descripción y la distribución geográfica en México



de cuatro géneros de musarañas, *Cryptotis Megasorex*, *Notiosorex* y *Sorex* y dos especies de topos *Scapanus latimanus* y *Scalopus aquaticus*. Donde resalta el poco interés de estudio de estos insectívoros.



Objetivo General:

- I. Identificar y analizar la distribución espacial de cinco especies de musarañas en el estado de Hidalgo mediante modelos predictivos, para conocer su distribución potencial.

Objetivos Particulares:

- II. Identificar la distribución potencial de las musarañas en el estado de Hidalgo, mediante el modelado de nicho ecológico
- III. Evaluar las diferencias ambientales entre las cinco especies de musarañas presentes en el Estado de Hidalgo, con base al modelo de nicho ecológico.



Área de estudio

El estado de Hidalgo se encuentra localizado en la zona centro-este de la Republica Mexicana, entre las coordenadas geográficas: 19° 35' 52" -21° 25' 00" N y 97° 57' 27"- 99° 51' 51" 21° 24' O. Posee una extensión territorial de 20, 813 km², representa el 1.1% de la superficie nacional. Colinda al norte con Querétaro, San Luis Potosí, al este con Veracruz y Puebla, 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 6).



Figura 6. Ubicación geográfica del estado de Hidalgo en la república mexicana.



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 y la mínima de 18 msnm. Esta situación le confiere al estado una gran variación de altitudes que representan un paisaje orográfico con grandes valles, serranías aisladas y grandes cadenas montañosas (Figura 7).

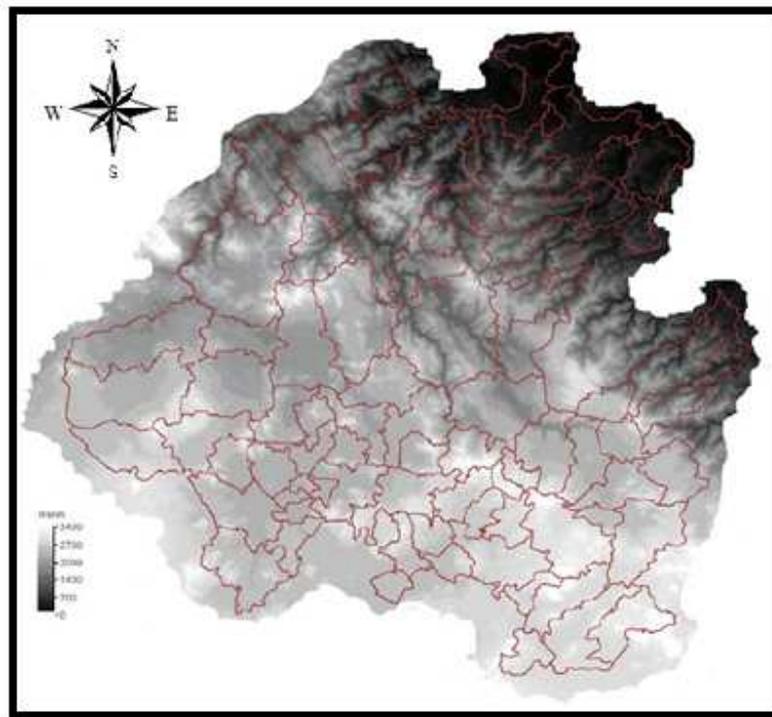


Figura 7. Mapa que representa el modelo de elevación del estado de Hidalgo (INEGI, 1999).



Geografía

El territorio estatal se encuentra afectado por tres provincias fisiográficas: Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y la Llanura costera del Golfo. La primera se encuentra en el norte del estado y 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. La segunda cubre la parte sur del estado, constituida predominantemente por rocas volcánicas terciarias y cuaternarias; la topografía es variada aunque no llega a ser tan accidentada como la Sierra Madre Oriental.

Finalmente la tercera sólo cubre en una pequeña parte del noroeste del estado y está constituida por rocas sedimentarias de origen marino (INEGI, 1999).

Clima

En el estado se distinguen tres zonas climáticas: zonas de climas cálidos y semicálidos de la huasteca hidalguense (Af, Am); zona de climas templados (Cf, Cw) de la Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico y zona de climas secos y semisecos (Bsk, BSh) de la Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico. 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).



Ecorregiones

Cuenta con seis ecorregiones las cuales son: región matorrales xerófilos del sur de la Meseta Central, región bosques de coníferas y encinos de la Sierra Madre Oriental, región bosques mesófilos de montaña de Veracruz, región selvas húmedas de la Planicie Costera de Veracruz, región bosques de coníferas y encinos del Sistema Volcánico Transversal y región selvas secas de la Planicie Costera de Tamaulipas que se encuentra solo en una pequeña superficie al noroeste del estado, en el municipio de Pacula (CONABIO1999; Figura 8).

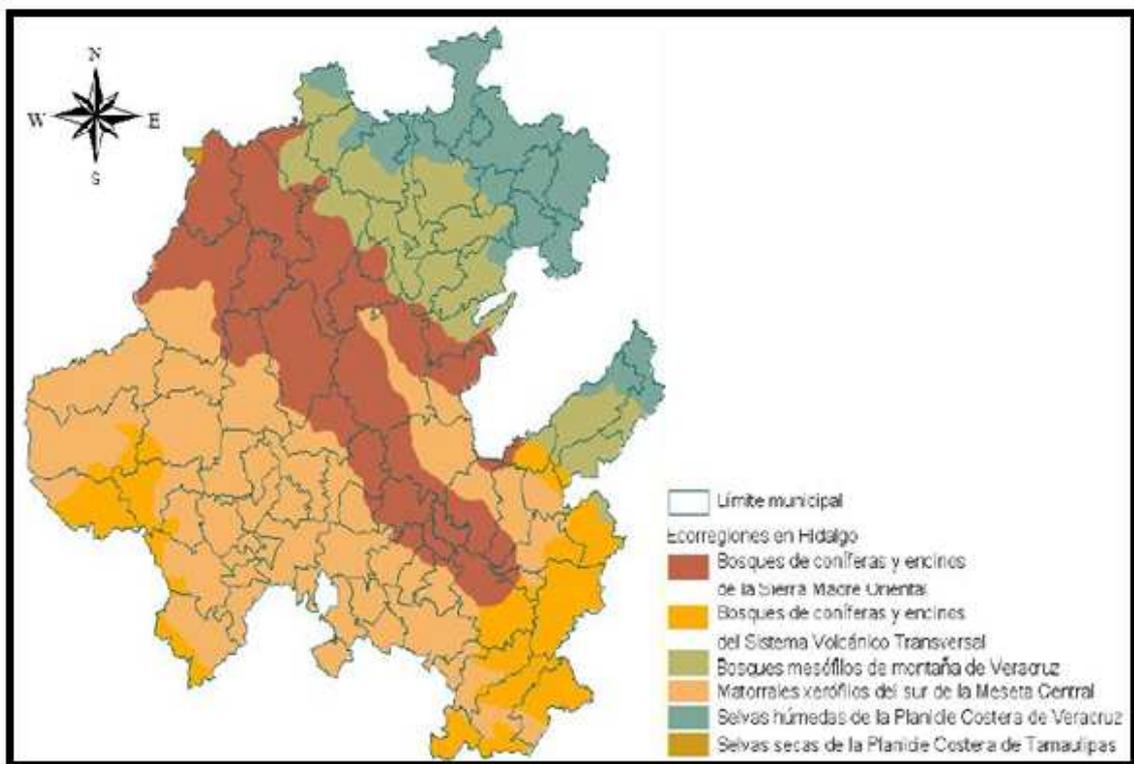


Figura 8. Ecorregiones del estado de Hidalgo (CONABIO 1999).



Hidrología

Hidalgo está conformado por dos regiones hidrológicas, región Río Pánuco con una cuenca (Río Moctezuma) y la región Tuxpan-Nautla con tres cuencas (Río Tecolutla, Río Cazones y Río Tuxpan). La Región 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).

Vegetación

La heterogeneidad topográfica y climática provocan que en Hidalgo se presenten una gran variedad de tipos de vegetación (Villavicencio *et al.*, 1993). Los bosques tropicales perennifolios, subcaducifolio, caducifolio en 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). El matorral xerófilo es el tipo de vegetación predominante en el estado, tiene una extensión de 253,519 ha, seguido del bosque de coníferas con 189,260 ha. Bosque de encino con 150,096 ha, bosque mesófilo de montaña con 114,782 ha, bosque tropical perennifolio con 83,352 ha, bosque tropical caducifolio y subcaducifolio con 14,630 ha, pastizal con 2,122 ha, vegetación acuática con 869 ha y el bosque espinoso con 279 ha (Martínez-Morales *et al.*, 2007; figura 9).



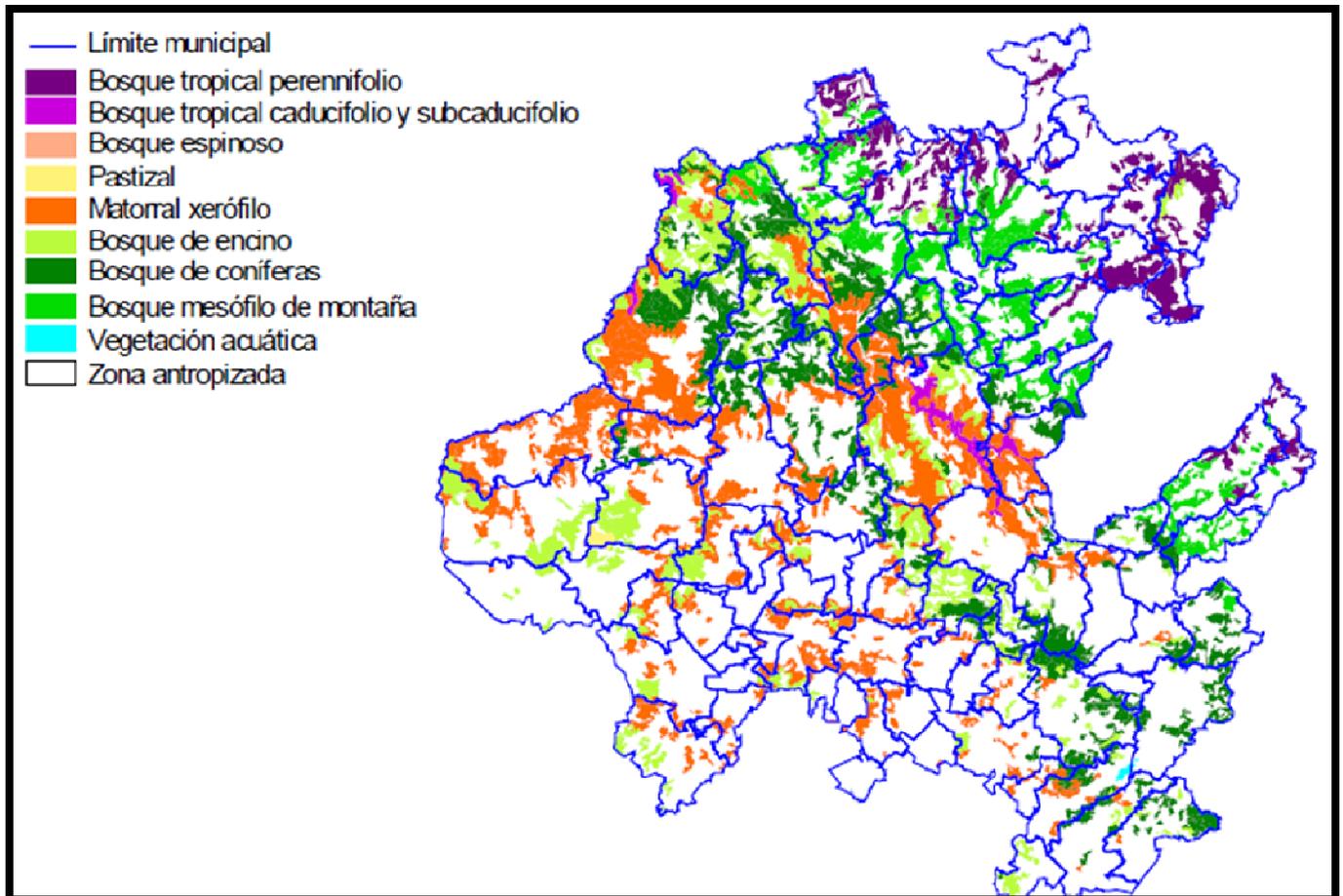


Figura 9. Vegetación de Hidalgo con base en la nomenclatura de Rzedowski (1981) y la información del Inventario Forestal Nacional 2000 (Velázquez *et al.*, 2002).



Método

Uso de modelos de predicción (*MaxEnt*)

Se realizaron los modelos con el programa *MaxEnt*, que se caracteriza por funcionar bajo el principio de máxima entropía, esto significa que asimila una distribución geográfica idónea para una especie, utilizando datos de presencia para la realización de los modelos. Los datos georreferidos de colecciones de historia natural y una alta resolución de datos de clima pueden ser combinados para predecir la distribución de especies y caracterizar las dimensiones climáticas del nicho de una especie (Peterson 2001; Peterson *et al.* 2003; Graham *et al.*, 2004). Es decir el resultado indica el lugar con las condiciones climáticas favorables para la existencia de la especie, como una función del modelo; este programa proporciona curvas de respuesta de la especie ante las diferentes variables y estima la importancia de cada distribución de esta misma (Phillips *et al.* 2006, Pando y Giles, 2007). Se ha comprobado que brinda una mayor precisión en los resultados al identificar las áreas potenciales de distribución (Hernández-Flores, 2009; Elith, *et al.*, 2006).

Las variables ambientales (Cuadro 1), son de suma importancia, ya que ayudan a la interpretación de los resultados, expresando el valor idóneo del hábitat indicando las condiciones favorables para la presencia de la especie (Phillips *et al.*, 2006).

Se decidió usar *MaxEnt* sobre otros algoritmos de uso común como GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction), (Stockwell y Peters, 1999). Ya que



presenta menor sobrepredicción y se puede trabajar con un mínimo de cinco datos de registro (Phillips *et al.*, 2006; Pando y Giles, 2007).

Se ha demostrado que que *MaxEnt* tiene mayor precisión en la predicción de los modelos de distribución comparado con los modelos de GARP (Jasso-Gordoa, 2008).

Elaboración de la base de datos

Para la elaboración de los modelos de nicho ecológico se generó una base de datos con puntos de presencia de las musarañas en el estado de Hidalgo, realizando una búsqueda bibliográfica de literatura científica publicada (tesis, artículos y libros), así como bases de datos electrónicas del (Global Biodiversity Information Facility) (Anexo I). La nomenclatura utilizada para las especies se presenta de acuerdo a Wilson y Reeder (2005).

Muchos registros no tenían coordenadas geográficas; a consecuencia de esto se geoposicionaron los datos faltantes, a partir de un punto de referencia con la ayuda de una base de datos de localidades de México (INEGI, 2000). Mediante el programa *Arc View 3.3* de ESRI, que resulta un elemento valioso para la sistematización de información que ofrece una base de datos accesible, en la que se puede trabajar interactivamente con distintas imágenes y con distintas capas de información como de elevación, uso de suelo, vegetación, hidrología, entre otras vinculadas entre sí.



Variables bioclimáticas

Para el análisis del hábitat se consideró una cobertura de vegetación (<http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl>) y 19 variables climáticas para el estado de Hidalgo, que se obtuvieron de la base de datos de WorldClim (disponibles en línea: <http://worldclim.org/>). (Hijmans *et al.*, 2005; Cuadro 1). Ya que esta base de datos presenta cobertura mundial reflejando la precipitación, temperatura y sus variaciones a lo largo del año (Walter, 1997). La base de datos de las variables climáticas es un conjunto de capas climáticas globales, con una resolución espacial de un km² que pueden ser utilizados para la asignación y el modelado espacial en un SIG u otros programas informáticos.

Elaboración de los modelos

Para la elaboración de los mapas de distribución potencial se programó el algoritmo *MaxEnt* (Máxima Entropía) para que realizara 10 réplicas de los mejores modelos resultantes de cada especie, y que al mismo tiempo, llevará a cabo la evaluación y validación para los modelos de las cinco especies. Esta validación consistió en que del 100% de los datos considerados para cada una de las especies el 60% fue ocupado para la realización de los modelos, y el 40% restante se utilizó para que se llevara a cabo la validación del modelo generado.

De los mapas obtenidos del programa *MaxEnt*, se seleccionó el mapa promedio (AVG) para cada especie y se exportaron al programa Arcview 3.3, convirtiéndolos en mapas que sólo muestren la presencia y ausencia de las especies en el territorio estatal. Para esta acción, se utilizaron dos criterios diferentes, el primero fue realizando el corte con el porcentaje de probabilidad mayor o igual de 0.5, tal y



como se ha sugerido en diversos trabajos (Liu, *et al.*, 2005; Lobo *et al.*, 2007). Sin embargo como los resultados obtenidos con este método arrojaban mapas con un gran número de errores de omisión, por este motivo se determinó utilizar un segundo método denominado “mínima omisión” que consiste en hacer el corte de presencia en donde todos los puntos de registros se encuentran dentro del área predicha por el modelo. Y fue con los mapas resultantes de este método que se elaboraron los mapas de la distribución potencial de cada especie. Por último, los mapas obtenidos de presencia y ausencia de cada especie, fueron sumados concentrando las áreas de distribución potencial, en un sólo mapa mostrando la distribución de las cinco especies.

Cuadro 1. Variables climáticas utilizadas para generar los modelos de distribución de las musarañas en el estado de Hidalgo.

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



Evaluación de las diferencias climáticas entre las cinco especies de musarañas

Una vez obtenidos los valores de las variables climáticas, fueron seleccionados 197 puntos al azar dentro de las áreas de presencia, para detectar las diferencias significativas de los valores de nicho climático de cada especie, se uso la prueba estadística MANOVA. Donde el objetivo de este análisis es, que en caso de que exista diferencia entre las variables, se analizaran las diferencias climáticas entre las especies de musarañas, mediante un análisis de componentes principales para obtener la ordenación de estos puntos en un espacio multivariado. Cabe mencionar que este análisis artificial, puede alterar los resultados ya que son puntos al azar que se obtienen a partir de las áreas de predicción.



Resultados

Para el estado de Hidalgo se realizó una base de datos con 70 registros de cinco especies de musarañas: *Cryptotis mexicana*, *Cryptotis obscura*, *Cryptotis parva*, *Notiosorex crawfordi* y *Sorex saussurei* (Cuadro 2), con sus respectivas coordenadas geográficas (Anexo II).

Cuadro 2. Registros obtenidos de las especies de musarañas en Hidalgo.

ESPECIE	REGISTROS	MUNICIPIOS DE REGISTRO
<i>Cryptotis mexicana</i>	15	Tenango de Doria, Tianguistengo, Tlanchinol y Mineral del Chico
<i>Cryptotis obscura</i>	32	Tepehuacán de Guerrero, Chapulhuacán, Tlanchinol y Tianguistengo
<i>Cryptotis parva</i>	6	Pisaflores
<i>Notiosorex crawfordi</i>	6	Santiago de Anaya y Zacualtipán
<i>Sorex saussurei</i>	11	Tlanalapa, Mineral Del Chico y Zimapán
TOTAL	70	



Los puntos de registro de la base de datos se mapearon en un Sistema de Información Geográfica Arc View 3.3, obteniendo la proyección de los sitios de colecta de cada especie en el estado de Hidalgo (Figura 10).

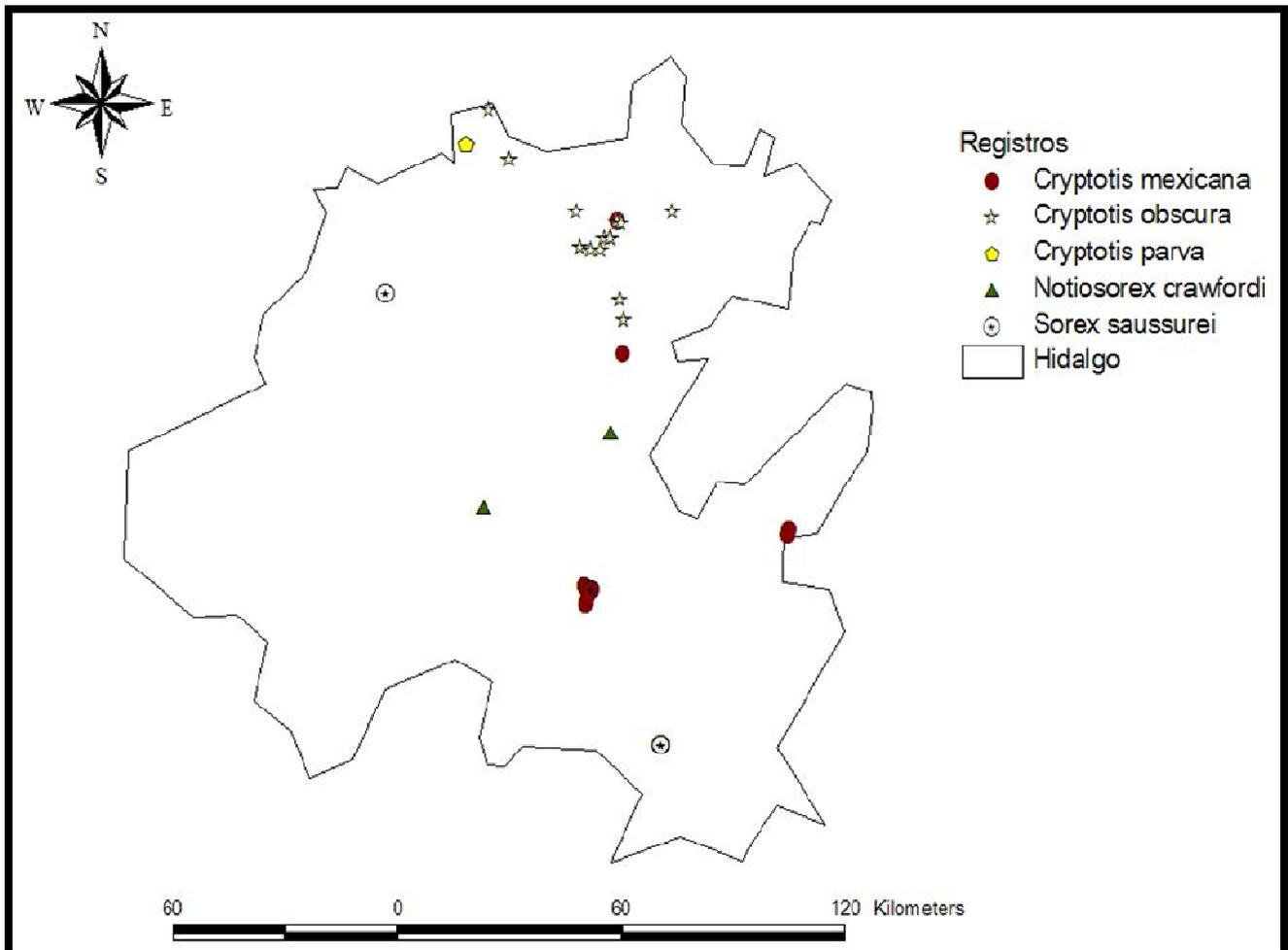


Figura 10. Señala los sitios de colecta de cada especie en el estado de Hidalgo.



Distribución *Sorex saussurei*

La distribución potencial de *Sorex saussurei* propuesta por el modelo de *MaxEnt* muestra que su distribución es restringida para el estado, concentrándose más en la parte suroeste; los puntos amarillos ubican la presencia de las especies obtenidas a partir de la base de datos. A medida que se va intensificando el color rojo indica la distribución potencial (probabilidad) ideal para la especie, con un valor superior a 0.633, con estos valores, se puede predecir la presencia de la especie en las zonas indicadas (Figura 11). Como lo es en el eje Neovolcánico donde predomina el clima templado de la Sierra Madre Oriental. Los registros de presencia de la especie se obtuvieron de los municipios de Tlanalapa, Mineral del Chico y Zimapán.



Distribución *Sorex saussurei*

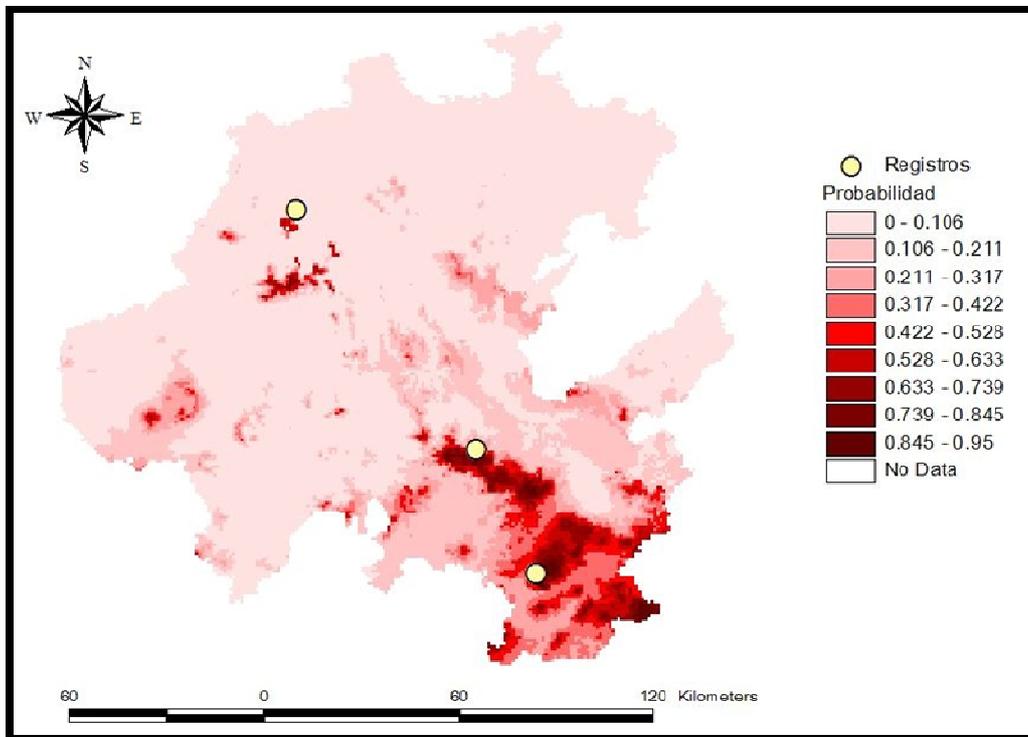


Figura 11. Distribución potencial de *Sorex saussurei*. El incremento del color rojo, muestra la distribución potencial del sorícido. Los puntos amarillos representan los registros de presencia de la especie.



Distribución *Notiosorex crawfordii*

Denominada como la musaraña del desierto. Con una distribución potencialmente amplia, su distribución señala su presencia en las zonas con valores mayores a 0.526, distribuyéndose principalmente en las regiones de climas secos y semisecos de la Sierra Madre Oriental y el eje Neovolcánico. Los valores predictivos coinciden con los registros de su presencia (puntos verdes) este resultado también debe tomarse con reserva puesto a que es una especie con escasos registros. Se obtuvieron cinco registros en Santiago de Anaya y uno en Zacualtipán, zonas donde predomina el clima seco (Figura 12).

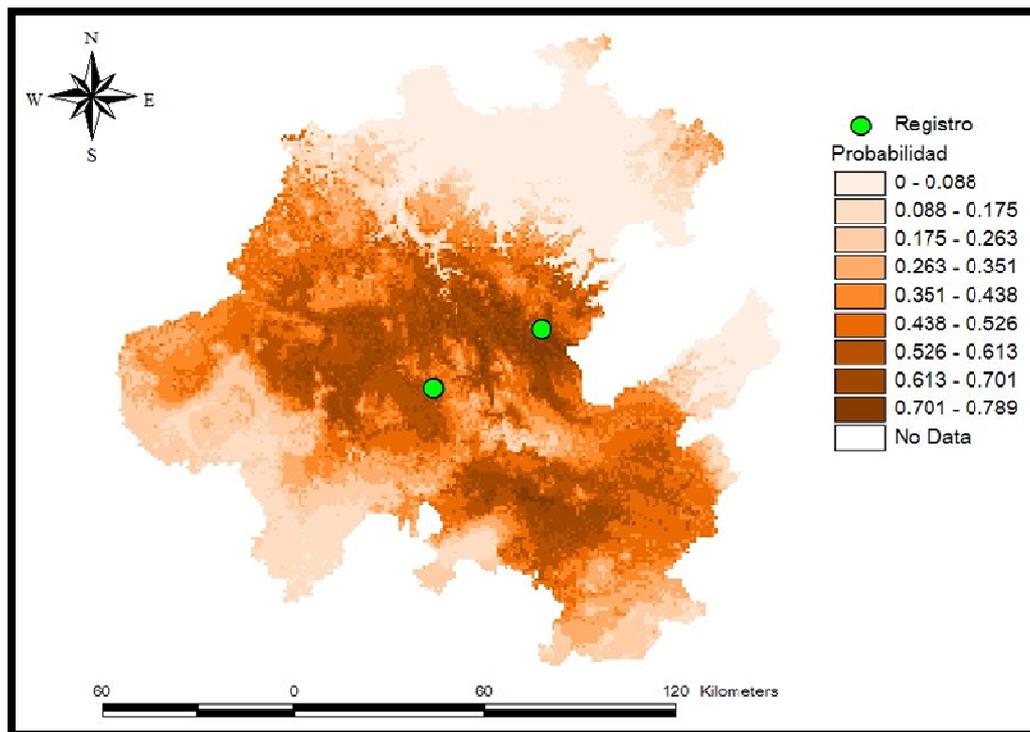


Figura 12. Distribución potencial de *Notiosorex crawfordii*. El aumento de la intensidad del color, es la distribución potencial de la especie, mientras que los puntos verdes representan los registros de presencia de esta musaraña.



Distribución *Cryptotis parva*

El mapa promedio generado por *MaxEnt*, muestra que la distribución potencial de la especie es amplia para el estado, abarcando las regiones tropicales del estado de Hidalgo. Este modelo hay que tomarlo con reserva, ya que fue una de las especies con menos registros de presencia en la base de datos, la obtención de los seis registros se obtuvieron en el mismo lugar del municipio de Pisaflores. El modelo señala que el método de mínima omisión, indica la presencia de la especie, con valores de 0.519 a superiores en donde podemos encontrar las condiciones climáticas favorables para esta especie (Figura 13).

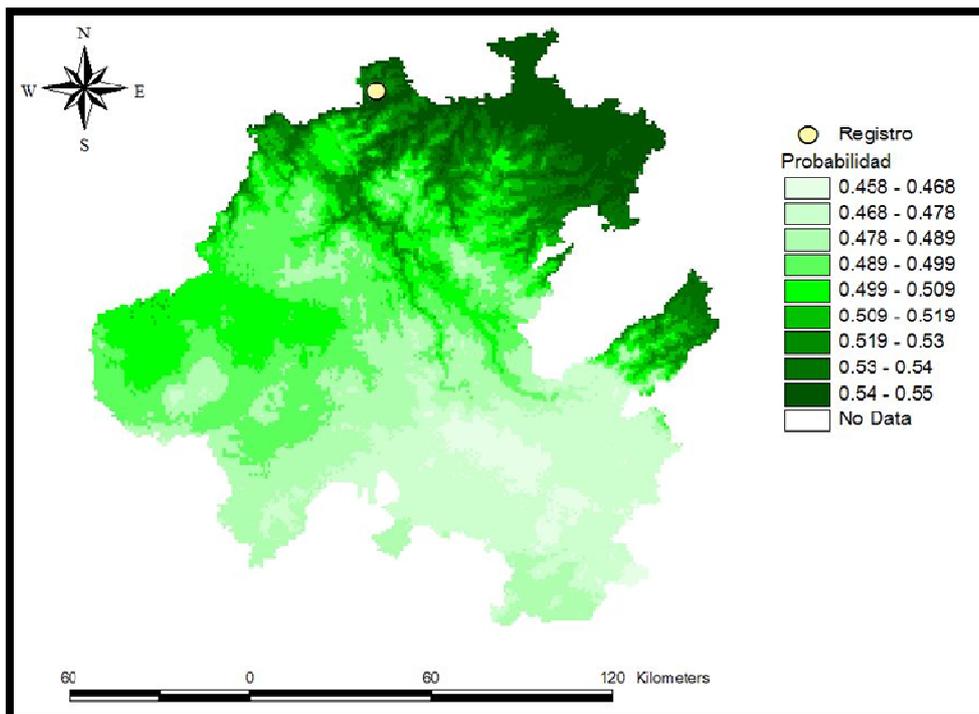


Figura 13. Distribución potencial de *Cryptotis parva*, en color verde fuerte, mientras que el punto amarillo representa el registro de presencia de la especie.



Distribución *Cryptotis obscura*

La distribución potencial de *Cryptotis obscura* generada por el modelo *MaxEnt*, muestra la mínima omisión a partir del valor de 0.637 superiores, donde existe la probabilidad de encontrarla en la Sierra Madre Oriental, predominando el clima templado. Los registros de presencia de la especie se ubican en los municipios de Tepehuacán de Guerrero, Chapulhuacán, Tlanchinol y Tianguistengo, es notable la coincidencia de los puntos de registro de presencia y el modelo de predicción de la especie en el estado de Hidalgo. (Figura 14).

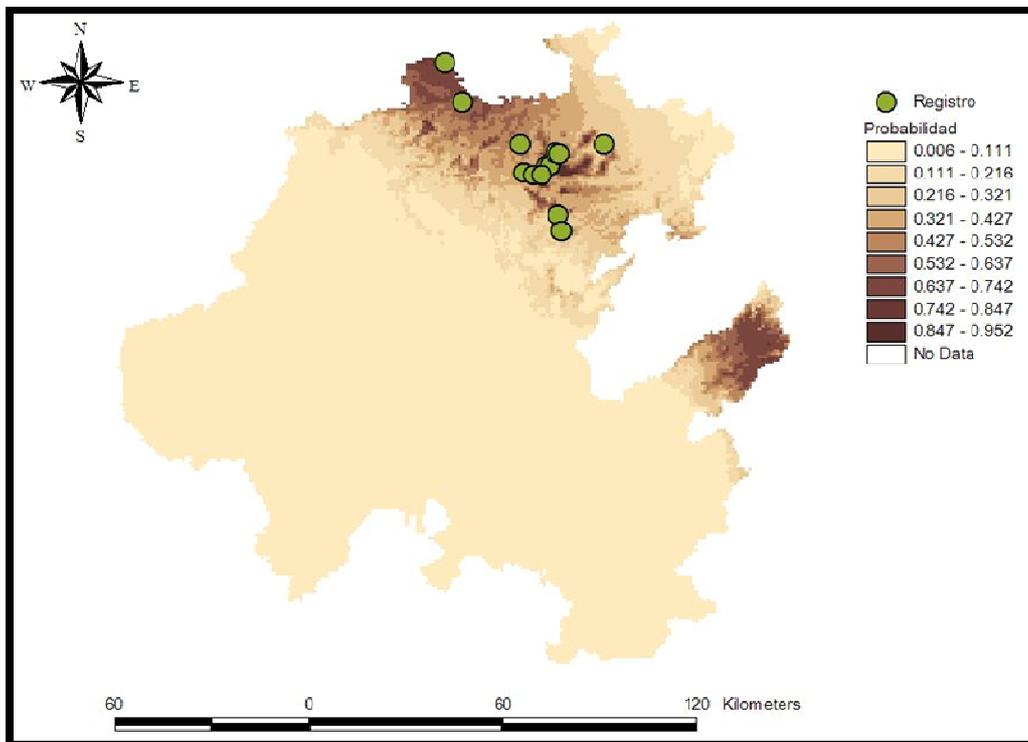


Figura 14. Distribución potencial de *Cryptotis obscura*. El color café oscuro muestra la distribución generada por el modelo; los puntos verdes representan los registros de presencia de la especie.



Distribución *Cryptotis mexicana*

La distribución potencial de esta especie generada por el modelo *MaxEnt* predice que la distribución de la especie es restringida, indicando el valor de mínima omisión a partir de 0.498 a superiores, su distribución potencial ocurre por la región donde predominan los climas templados de la Sierra Madre y el Eje Neovolcánico. Los registros de presencia de esta especie se obtuvieron de los Municipios de Tenango de Doria, Tianguistengo, Tlanchinol y Mineral del Chico. Coincidiendo con el modelo de distribución (Figura 15).

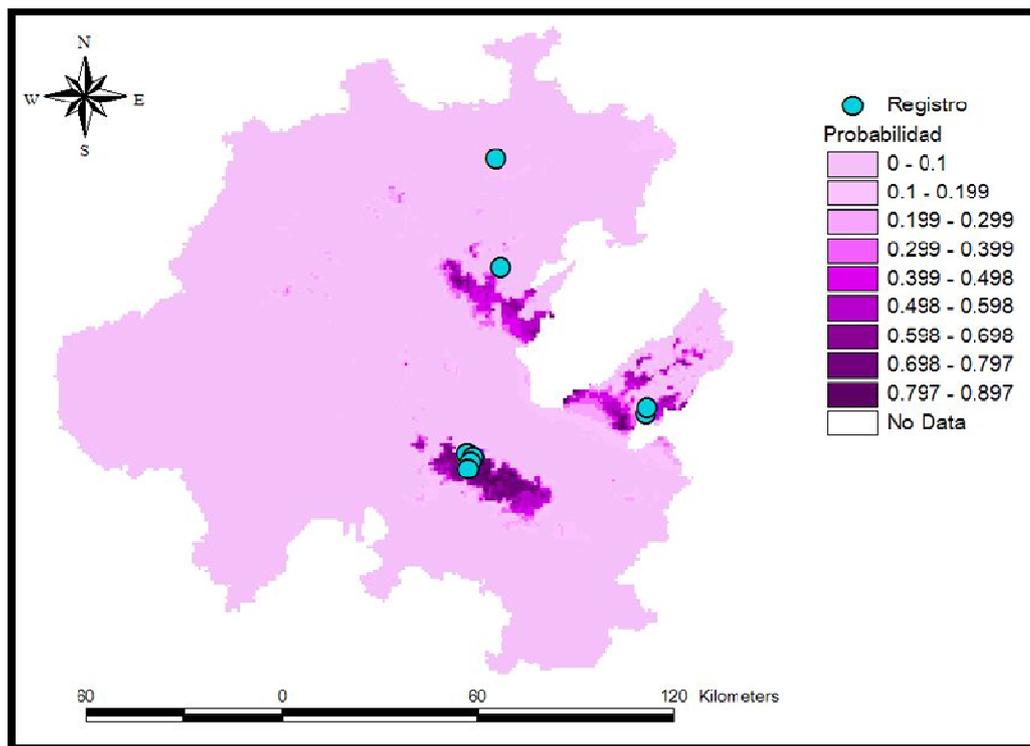


Figura 15. Distribución potencial de *Cryptotis mexicana* en color morado oscuro, mientras que los puntos azules representan los registros de presencia de la especie.



Mapa de distribución potencial de las cinco especies de musarañas para el estado de Hidalgo.

La distribución de las especies de musarañas en el estado de Hidalgo, según el modelo *MaxEnt*, proyecta una amplia distribución para las especies *Cryptotis parva* y *Notiosorex crawfordi*, especies que tienen un menor número de registros, pero de acuerdo a Phillips *et al.*, (2006); Pando y Gliessner, (2007), el modelo *MaxEnt* puede funcionar con un mínimo de cinco datos de registro. Sin embargo, se recomienda tomar estos resultados con reserva y es necesario sugerir que se recaben más registros de estas especies para obtener resultados confiables. Para el resto de las especies nos señala una distribución más razonable con una distribución restringida y fragmentada, ya que fueron especies con un mayor número de registros a comparación con las anteriores. En el modelo se puede notar el solapamiento de cuatro especies *Cryptotis mexicana*, *Cryptotis obscura*, *Notiosorex crawfordi* y *Sorex saussurei* en la parte sureste del estado abarcando los municipios Mineral de la Reforma, Mineral del Monte, Mineral del Chico que corresponden a la sierra de Pachuca, siendo esta región una de las más diversas, puesto a que tienen cuatro especies de las cinco que existen en el estado. Otro solapamiento se encuentra en la zona noreste del estado donde predice la posible presencia de tres especies *Cryptotis mexicana*, *Cryptotis obscura* y *Notiosorex crawfordi* abarcando parte de la Sierra Madre Oriental (figura 16).



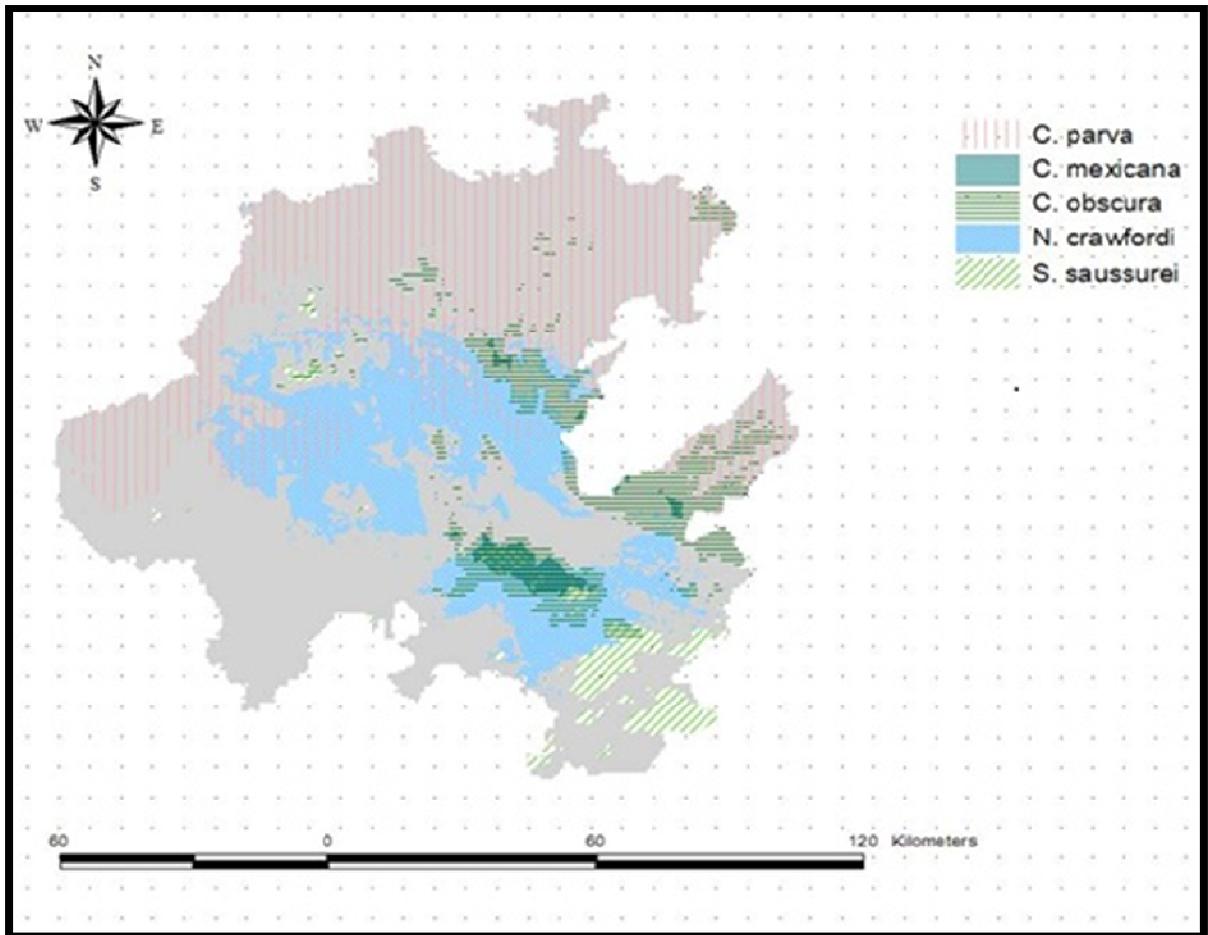


Figura 16. Distribución potencial de las cinco especies de musarañas en el estado de Hidalgo.



Diferencias entre el nicho climático de las cinco especies de musarañas

En la evaluación de las variables entre las especies de musarañas se identificó si hay o no diferencias en las variables ambientales entre las especies, en este caso se encontró que las 19 variables fueron distintas para las especies del género *Cryptotis*.

Al analizar todas las variables el resultado en la MANOVA muestra que hay una diferencia significativa en las 19 variables climáticas utilizadas para generar los modelos donde la lambda de Wilks= 0.003374; aprox. F (161.65); P < 0.0001. Esto quiere decir que existen especies que en sus características ambientales son parecidas según la prueba estadística y sugiere que corresponden a las especies *Sorex saussurei* y *Notiosorex crawfordii*. En la Figura 17 se muestran los valores de cada especie en un análisis de componentes principales donde se observa con claridad la posición de las especies en un multiespacio.



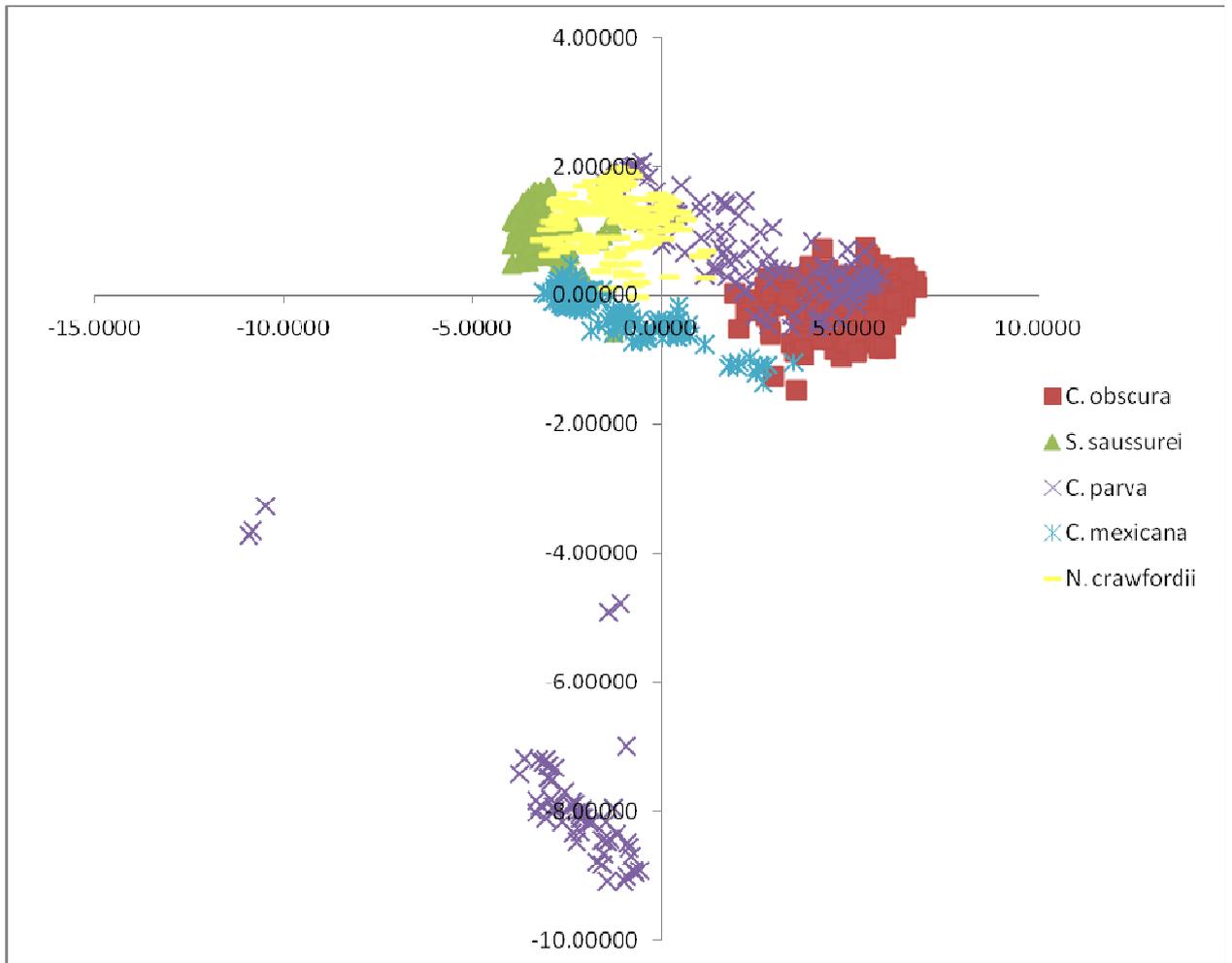


Figura 17. Se observa la posición de las cinco especies en el espacio, nótese la distribución alopátrica del genero *Cryptotis*.



Discusión

El estado de Hidalgo ocupa el 15° lugar a nivel nacional en cuanto al número de especies de mamíferos (Ceballos *et al.*, 2005). Los conocimientos sobre la mastofauna hidalguense se resumen sólo a registros de especies y compilaciones generales (Martin del Campo, 1936,1937; Caballero, 1937,1942a, 1942b, 1960; Baker y Villa-Ramírez 1953; Álvarez y Ramírez-Pulido, 1972; Carter y Jones, 1978; Álvarez y Polaco 1980; Jones *et al.*, 1983).

Actualmente, en el estado de Hidalgo no se han realizado estudios sobre la distribución de las especies de musarañas, la información existente sólo se tienen como parte de inventarios locales (Kaspar y Jones, 1977; Hernández-Flores y Rojas-Martínez, 2010). Las escasas investigaciones sobre musarañas en nuestro estado sólo han sido realizadas mediante la colecta de estas especies Cervantes *et al.*, (2002), Ramírez-Pulido *et al.*, (2004) y Mejenes-López *et al.*, (2010), registraron la presencia de *Cryptotis mexicana* y *Cryptotis obscura* en el municipio de Tlanchinol, donde predomina la vegetación de bosque mesófilo de montaña (Cervantes *et al.*, 2002).

Los modelos de distribución potencial estimados indican la presencia de estas especies (*Cryptotis mexicana* y *Cryptotis obscura*) en ese municipio que conforma parte de la Sierra Madre Oriental aunque también se tienen registros en parte de la faja volcánica transmexicana; estas especies endémicas a México presentando una distribución fragmentada y restringida en el estado. Se logró encontrar que existen diferencias ambientales entre las especies del género *Cryptotis* con una



distribución más alopátrica a diferencia de las especies *Sorex saussurei* y *Notiosorex crawfordii* que se encuentran en ambientes más parecidos, según la prueba estadística MANOVA ver la figura 17. Aunque este análisis estadístico muestre los resultados de esta manera, biológicamente podemos encontrarnos con otra respuesta ya que el comportamiento de las especies no depende de análisis estadísticos, por lo tanto, estos tipos de análisis resultan de gran apoyo para formular hipótesis, sólo que es necesario corroborar los resultados mediante salidas al campo para poner a prueba los resultados estadísticos.

Los análisis para las especies *Cryptotis parva* y *Notiosorex crawfordii* se deberían tomar con reserva puesto que los modelos generados para estas especies, se hicieron con el menor número de registros recomendados, tal vez no debería incluirse en esta investigación pero es necesario para impulsar el estudio sobre estas especies, debido a que son especies poco conocidas en el estado. *Cryptotis parva* habita en las regiones de bosques mesófilos de montaña según el modelo de distribución potencial.

La distribución para la especie *Notiosorex crawfordii* según Hall, (1981) y Santos *et al.*, (2000), consideran a la especie en la región norte de nuestro país en las zonas áridas, sin tomar en cuenta la presencia de la especie en nuestro estado. Sin embargo en la región del Valle del Mezquital, Hidalgo. (Kaspar, 1977; Álvarez y González, 2001), encontraron registros de *Notiosorex crawfordii* en esta región donde predomina el clima semi-árido, siendo compatible con la predicción de los modelos obtenidos de *MaxEnt* teniendo una distribución amplia y homogénea en las zonas semidesérticas de nuestro estado.



Es necesario realizar más investigaciones sobre la posible presencia de esta especie en las zonas de distribución potencial, para obtener más registros y mejorar esta predicción.

Para la distribución de *Sorex saussurei* se ha registrado con una amplia distribución que abarca desde el sur de Durango, Coahuila y Nuevo León a Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Chiapas (Hall, 1981; Hutterer, 1993). Sin embargo Ceballos y Oliva, (2005), han encontrado registros en Hidalgo, donde habitan en regiones de bosque templado afines a la hojarasca (Davis y Lukens, 1958). En el estado, los modelos marcan la distribución de *Sorex saussurei* en la faja volcánica transmexicana donde se registra el clima templado.

Por otro lado, los resultados de los modelos demostraron el solapamiento de cuatro especies de musarañas en la sierra de Pachuca, este resultado podría reforzar la importancia que tiene el Parque Nacional del Chico como Área Natural Protegida en particular (Rojas-Martínez y Hernández, 2008). De cierta manera la Sierra Madre Oriental es el otro lugar que resalta por la diversidad de este grupo, aunque en este sitio aun no se ha declarado oficialmente ANP.



Conclusiones

- La distribución potencial de las cinco especies de musarañas en Hidalgo, indican que las especies del género *Cryptotis* y *Sorex* se solapan en las regiones de la Sierra Madre Oriental y parte del eje Neovolcánico transversal, donde predominan los climas templados.
- Los modelos muestran que estas especies tienen una distribución fragmentada y restringida a excepción de las especies *Cryptotis parva* y *Notiosorex crawfordii*. Para *Cryptotis parva* presenta una distribución amplia donde predomina el clima tropical (Huasteca) y *Notiosorex crawfordii* en las regiones semi-áridas del estado.
- La prueba estadística MANOVA, resaltó las diferencias ambientales entre las especies del género *Cryptotis* con una distribución más alopatrica a diferencia de las especies *Sorex saussurei* y *Notiosorex crawfordii* que se encuentran en ambientes más parecidos según la prueba estadística.



Referencias:

- Álvarez, T. y González-Ruiz, N. 2001. Nuevo registros de *Notiosorex crawfordi* (insectívora: Soricidae) Para México. *Acta zoológica Mexicana*. 84:175-177.
- Álvarez, T., y Polaco. O. J. 1980. Nuevos registros de murciélagos para el estado de Hidalgo, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional* 23:135-143.
- Álvarez, T., y Ramírez-Pulido, J. 1972. Notas acerca de murciélagos mexicanos. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional* 19:167-178.
- Anderson, R. P., Lew, D. and Peterson, A. 2003. Evaluating predictive models of species distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, 162: 211-232.
- Baker, R. H., and Villa-Ramirez, B. 1953. Mamíferos registrados por primera vez en el estado de Hidalgo. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 14:149-150.
- Beatty, R., Beer A. J. and Taylor, J. G. B. 2008. *Exploring the world of Mammals*. The Brown Reference Group plc New York. 414 pp.
- Caballero, C. E. 1937. Nemátodos de algunos vertebrados del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México* 8:189-200.
- Caballero, C. E. 1942 a. Descripción de *Parallintoshius tadaridae* n. sp. (Nematodo:Trichostrongylidae) de los murciélagos de México. *Anales del*



- Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México 13:105-109.
- Caballero, C. E. 1942 b. Tremátodos de los murciélagos de México III. Descripción de *Urotrema scabridum* Braum 1990 y posición sistemática de las especies norteamericanas de este género. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México 13:1641-648.
- Caballero, C. E. 1960. Tremátodos de los murciélagos de México. Catálogo de los trematodos que parasitan a los murciélagos (Mammalia: Chiroptera). Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México 31:215-287.
- Carpenter, G., Gillison, N. and Winter, J. 1993. Domain: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. Biodiversity and Conservation. 2: 667-680.
- Carter, D. C., and Jones J. K. Jr. 1978. Bats from the Mexican state of Hidalgo. Occasional Papers, the Museum Texas Tech University 54:1-12.
- Ceballos, G. y Galindo. C. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Edit. Limusa, México. 202 Pp.
- Ceballos, G. y Miranda, A. 2000. Guía de Campo de los Mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica Cuixmala, A.C. México.
- Ceballos, G. y Miranda. A. 1986. Los Mamíferos de Chamela, Jalisco, Manual de Campo. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México.



- Ceballos, G., Arrollo-Cabrales, J. y Medellín, R. A. 2002. Mamíferos de México. Pp.377-413 in Diversidad y Conservación de los mamíferos neotropicales (Ceballos., y J. A. Simonetti, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal.
- Ceballos, G., y Oliva, G., (Eds.). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, CONABIO, México. 1986 pp.
- Cervantes, A. F., Ramírez-Vite, S. y Ramírez-Vite N. J. 2002. Mamíferos pequeños de los alrededores del poblado de Tlanchinol, Hidalgo. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, serie Zoología 73(2) 225-237 pp.
- Choate, J. R. 1970. Systematic and Zoogeography of Middle American shrews of the genus *Cryptotis*. University of Kansas Publications, Museum of Natural History, 19:195-317.
- Choate, J. R. 1973. *Cryptotis mexicana*. Mammalian species, 28:1-3.
- Churchfield, S. 1990. The Natural History of Shrews. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York. 178 pp.
- Colección. Colección de Mamíferos de la Sierra Volcánica Transversal de México (UAM-I), Conectada en, 148.206.42.145:127
- Colwell, R. K. and Rangel, T. F., 2009. Hutchinson's duality: the once and future niche. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 106:19651–58



CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).

1999. Ecorregiones de México. Escala 1:1,000,000. CONABIO, México.

D.F. Documento electrónico. Metadatos en:

<http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl>

Conaway, C. H. 1958. Maintenance, reproduction, and growth of the least shrew in captivity. *Journal of Mammalogy*, 39:507-512.

Costa, G. C., Wolfe, C., Shepard, D. B., Caldwell, J. P. and Vitt, L. J. 2008. Detecting the influence of climatic variables on species distributions: a test using GIS niche-based models along a steep longitudinal environmental gradient. *Biogeography*. 35:637–646.

Davis, W. B. and Lukens, P. W. Jr. 1958. Mammals of the Mexican state of Guerrero, exclusive of Chiroptera and Rodentia. *Journal of Mammalogy*. 39:347-367. *Ecology* 76:1371-1382.

Davis, W. B. 1944. Notes on Mexican mammals. *Journal Mammals*. 25: 370-403.

Domínguez-Domínguez, O., Martínez-Meyer, E., Zambrano, L. and Pérez-Ponce De León, G. 2006. Using ecological-niche modeling as a conservation tool for freshwater species: live-bearing fishes in Central México. *Conservation Biology*. 20: 1730-1739.

Elith, J. and Leathwick, J. R. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 40:677-97.



- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A. and Hijmans, R. J. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecograp* 29:129–151.
- Feldhamer, A. G., Drickamer, C. L., Vessey, H. G., Merritt, F.J. and Krawjeski, C. 2007. *Mammalogy adaptation diversity ecology*, 3rd edition. Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Fisher, H. I. 1941. Notes on shrews of the genus *Notiosorex*. *Journal of Mammalogy*, 22:263-269.
- Garcia Meza, J., 2010. Efecto del cambio climático en la distribución potencial del Orden *Soricomorpha* en el estado de Oaxaca. Tesis profesional de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca de Juárez, 114pp.
- GBIF, disponible en línea: <http://data.gbif.org/occurrences/>
- Goodwin, G. 1954. A new short-tailed shrew and a new free-tailed bat from Tamaulipas, México. *American museum novitates*, 1670:1-3.
- Graham, C. H., Ferrier, S. Huettman, F. Moritz, C. and Peterson. A. T. 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology and Evolution* 19:497–503.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. John Wiley and Sons. New York.
- Hall, E. R. and Dalquest. W. W. 1963. *The Mammals of Veracruz*. University of Kansas Publications, Museum of Natural History, 14:165-362.



- Hernández-Flores, S.D. 2006. Lista anotada y distribución de los mamíferos del parque nacional el chico, Hidalgo, México. Tesis de licenciatura. Biología. UAEH.
- Hernández-Flores, S.D. 2009. Diversidad y distribución del ensamblaje de mamíferos en la reserva de la biosfera barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Tesis Profesional de maestría. Biología. UAEH.
- Hernández-Flores, S.D. y Rojas-Martínez, A.E. 2010. Lista actualizada y estado de conservación de los mamíferos del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. *Acta Zool. Mex.* (n.s.). 26 (3).
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. and Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- Hooper, E. T. 1961. Notes on mammals of Western and Southern Mexico. *Journal of Mammalogy*, 42;120-122.
- Hutterer, R.1993. Order Insectivora. Pp 69-130, en *Mammal Species of the World* (D.E. Wilson and D.M. Reeder, eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- INEGI (Instituto Nacional De Estadística Geografía E Informática). 1992. Síntesis geográfica del estado de Hidalgo. INEGI, Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1999. Modelo digital de Elevación, escala 1:50000, Hidalgo, INEGI, Aguascalientes, México.



- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. Distribución de los Asentamientos Humanos por Rango de Localidad y no.de Localidades Censo De Población Y Vivienda. Bases geográficas digitales.
- Jasso-Gordoa, M.C., 2008. Distribución potencial de las aves del altiplano potosino. Tesis profesional de maestría. Instituto potosino de investigación científica y tecnológica, A.C., S.L.P., 127 pp.
- Jiménez-Almaraz, M. T., Gómez J. J. y Paniagua. L. L. 1993 Mamíferos. Pp 503-549, en Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemí, Chilpancingo, Guerrero, México (I. Luna Vega y J. Llorente – Bousquets, eds.). Conabio-UNAM. México.
- Jones, J. K., Carter, Jr. and Webster, D. C. 1983. Records of mammal from Hidalgo, México. *The Southwestern Naturalist*. 28 (3) 28:378-379.
- Junge, A. J. and Hoffmann, R. S. 1981 An annotated key to the longtailed shrews (Genus *Sorex*) of the United States and Canada, with notes on Middle American *Sorex* . *Occasional Papers of the Museum of Natural History*, University of Kansas. 94:1-48.
- Kaspar, T. C. and Jones J. K. Jr. 1977. The desert shrew, *Notiosorex crawfordi*, in Hidalgo, México. *Southwestern Naturalist*. 22:155-156.
- Lavergne, S., Mouquet, W., Thuiller, W. and Ronce, O. 2010. Biodiversity and Climate Change: Interating Evolutionary and Ecological Responses of Species and Comunities. *Annual. Review. Ecology, Evolution and Systematic*, 41:321-50.



- Liu C., Berry, P. M., Dawson, T. P. and Pearson. R. G. 2005. Selecting thresholds of the occurrence in the prediction of species distribution. *Ecography*. 28:385-393.
- Lobo, J. M., Jiménez-Valverde, A. and Real, R. 2008. AUC: A misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Global Ecology and Biogeography*, 17:145-151.
- López Higareda, D. 2006. Mastofauna del Bosque Mesófilo de Montaña de Tenango (Municipio de Tenango de Doria, Hidalgo). Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Maldonado, E. J., Fritz Hertel and Carlos Villa. 2004. Discordant Patterns Of Morphological Variation In Genetically Divergent Populations Of Ornate Shrews (*Sorex ornatus*). *Journal of Mammalogy*. 5: 85 pp. 886-896
- Martin del Campo, R. 1936. Contribución al conocimiento de la fauna de Actopan, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México* 7:271–186.
- Martin del Campo, R. 1937. Notas acerca de las aves y mamíferos del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México* 8:267-272.
- Martínez-Morales, M. A., Ortiz-Pulido, R. de la Barrera, B., Zuria, I. L. Bravo Cadena, J. y Valencia-Hervet, J. 2007. Hidalgo. En Ortiz-Pulido, R., Navarro-Siguenza, A., Gomez de Silva, H., Rojas Soto, O. y Peterson, T.A. (Eds.), *Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. Pp.49-95.



- Mcnyset, K. M. 2005. Use of ecological niche modeling to predict distributions of freshwater fish species in Kansas. *Ecology of Freshwater Fish.*(4) 3: 243-255.
- Mejenes-López, S. M., Hernández-Bautista, M. Barragán-Torres, J., Pacheco-Rodríguez, J. 2010. Los mamíferos en el estado de Hidalgo, México. *Therya.*1:161-188.
- Merriam, C. H. 1895. Revision of the shrews of the American genera *Blarina* and *Notiosorex*. *North*
- Muñoz Vázquez, B. 2009. Mastofauna del cerro el xihuingo, municipios de tepeapulco y tlanalapa, Hidalgo, México. Tesis de licenciatura. Biología. UAEH.
- Musser, G. G. 1964. Notes on geographic distribution, habitat and taxonomy of some Mexican mammals. *Occasional Papers Museum of Zoology, University of Michigan*, 636:1-22.
- Nowak, R. M. 1999. Walker's bats of the World. 6^a ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Pando B. B. and Giles. J. P. 2007. Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica", *GeoFocus*
- Parmesan C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*37:637–69.
- Parmesan C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*37:637–69.



- Peterson A. T., V. Sánchez-Cordero, J., Soberón, J. Bartley, R. Buddemeier and A. Sánchez- Navarro. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modeling* 144: 21-30.
- Peterson, A. L., J. Soberón and V. Sánchez-Cordero. 1999. Conservationism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285: 1265-1267.
- Peterson, A. T. 2001. Predicting species geographic distributions based on ecological niche modeling. *The Condor* 103:599-605.
- Peterson, A. T., D. A. Vieglais, A. G. Navarro Siguenza, and M. Silva. 2003. A global distributed biodiversity information network: building the world museum. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 123A: 186–196.
- Peterson, A. T., Soberon, J. and Sanchez Cordero, V. 1999. Conservation of ecological niches in evolutionary time. *Science*, n.285,p.1265-1267.
- Pfeiffer, C.J. and Gass, G.H. 1963. Note on the longevity and habits of captive *Cryptotis parva*. *Journal of Mammalogy*, 44:427-428.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. and Schapire. R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Model.* 190:231–259.
- Phillips, S., Dudík, J., M. and Schapire. R. 2004. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. *Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning, Canada*. 8 pp.
- Ramírez-Pulido, J., Castillo-Morales, A. Salame-Méndez, A. y Castro Campillo, A., 2004. Características morfológicas y morfométricas de cinco especies de *Cryptotis* (Mammalia: soricomorpha). *Acta Zoológica Mexicana* 20 (2): 9:37.



- Rodríguez Soto, C. 2010. Distribución potencial de jaguar (*Panthera onca*) en México: Identificación de zonas prioritarias para su conservación. Tesis profesional de Maestría. Universidad Autónoma De Baja California. Mexicali, Baja California. 72pp.
- Rojas Martínez, A.E. y Hernández Flores, S.D. 2008. ¿Sabes quien Vive en el Parque Nacional en Chico? Mamíferos. México: Gobierno del estado de Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: Parque Nacional el Chico. 27 p: Fots col.
- Sanchez-Cordero, V.; Peterson, A. T.; Pliego-Escalante, P. 2001. El modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica. In: Hernández, H. M.; García, A. N.; Álvarez, A. F.; Ulloa, Y. N. Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Ciudad de México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, p. 359-379.
- Santos, A., Trujano, A. L. Calderón, J. y Briones, M. 2000. Topos y musarañas: animales misteriosos y poco conocidos. CONABIO. Biodiversitas 32:11-15.
- Sedesol. (Secretaría de Desarrollo Social. 1994. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ecol-1994. Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas, en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación, 16 de Mayo de 1994. Tomo CDLXXXVIII (10):2-60.



SEMARNAT (Secretaria de medio Ambiente y Recursos Naturales). informe
SEMARNAT México: disponible en:
(http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/02_vegetacion/recuadros/c_rec3_02.htm).

SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002 . Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental –Especies Nativas de a México de flora y fauna silvestres –Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002,1-56.

SEMARNAT (Secretaria de medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Stockwell, D.R.B. and Peters, D. 1999. The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction. Inter. J. Geogr. Inform. Sci. 13:143-158.

Téllez, G., Mendoza A. y Ceballos, G.1997. Registros de mamíferos del oeste de México. Revista Mexicana de Mastozoología,2:97-100.

Trotta-Moreu, N., Lobo, M.J. y Cabrero Sañudo, F.J. 2008. Distribución conocida y potencial de las especies de geotrupinae (coleoptera scarabaeoidea) en México. Acta zoológica mexicana.24:39-65.



- Vaughan, T.A. and O'Shea, T.J.. 1976. Roosting ecology of the pallid bat, *Antrozous pallidus*. *Journal of Mammalogy*, 57:19-42.
- 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. Pachuca. Hidalgo. México.
- Villers, L. y Trejo, E.L. 1998. El impacto del cambio climático en los bosques y áreas naturales protegidas de México. *Interciencia* 23: 10-19.
- Walter, H. 1997. *Zonas de vegetación y clima*. Ediciones Omega. Barcelona.
- Whitaker, J.O. Jr. 1974. *Cryptotis parva*. *Mammalian species*,43:1-8.
- Wilson, D.E. and Reeder, D.M. (eds.) 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Third Edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Woodman, N. and Timm. R. M. 2000. Taxonomy and evolutionary relationships of Phillips' small-eared shrew, *Cryptotisphillipsii* (Schaldach, 1966), from Oaxaca, México (Mammalia: Insectívora: Soricidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 113:339-355.
- WorldClim, disponible en línea: <http://worldclim.org/>



Anexo I

Cuadro de fuentes consultadas y localidades de registro de especies

En este cuadro menciona las especies y las citas bibliográficas revisadas para la elaboración de la base de datos del estado de Hidalgo. En la cuarta columna muestra las abreviaturas de las localidades donde se encontraron registros de las especies de musarañas en Hidalgo. **TD.** Tenango de Doria, **T:** Tianguistengo, **TL:** Tlanchinol **MC:** Mineral del Chico, **TG:** Tepehuacán de Guerrero, **CH:** Chapulhuacán, **PF:** Pisáflores, **SA:** Santiago de Anaya, **ZA:** Zacualtipán, **TP:** Tlanalapa y **Z:** Zimapán. En la quinta columna nos muestra **END:** son especies endémicas de México.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FUENTE	L-R	END.
<i>Cryptotis mexicana</i> (Coues, 1877)	Musaraña de cola corta mexicana	1,2,3,4,5	TD, T, TL, MC.	*
<i>Cryptotis obscura</i> (Merriam, 1895)	Musaraña de cola corta mexicana	1,6,4,7	TG, CH, TL, TI.	*
<i>Cryptotis parva</i> (Say, 1823)	Musaraña diminuta de cola corta	6,7	PF.	
<i>Sorex saussurei</i> (Merriam, 1892)	Musaraña saussure	1,3,10	TP, MC, Z.	
<i>Notiosorex crawfordii</i> (Coues, 1877)	Musaraña del desierto	8,9	SA, ZA.	



Nombre común: Villa y Cervantes, 2003. Fuente: literatura que proporciona el registro de la distribución de cada especie en el estado. **1.** GBIF (Global Biodiversity Information Facility) **2.** López Higareda, 2006. **3.** Hernández-Flores, 2006. **4.** Jones *et al.*, 1983. **5.** Hernández-Flores, 2009. **6.** Colección (UAM-I) **7.** Ramírez Pulido *et al.*, 2004. **8.** Álvarez y González Ruíz, 2001. **9.** Kaspar y Jones, 1977. **10.** Muñoz Vázquez, 2009.



ANEXO II.

ANEXO II. Base de datos de las cinco especies de musarañas registradas en el estado de Hidalgo, respectivamente con sus coordenadas geográficas, mostrando el registro del tipo de vegetación donde fueron colectadas y la colección donde se encuentran UAMI= Universidad Autónoma Metropolitana, MZFC-UNAM= Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM y la Colección de Mamíferos CIB, UAEH= Colección de Mamíferos Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH.

ESPECIE	LAT	LON	VEGETACIÓN DE REGISTRO	COLECCIÓN
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.3089	-98.0561		UAMI
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.31433	-98.2293		MZFC-UNAM
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.3355	-98.2266		MZFC-UNAM
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.2076	-98.7204	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.2076072	-98.7204	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.2076072	-98.7204	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.2076072	-98.7204	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.2076072	-98.7204	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.1986498	-98.7025	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.1986498	-98.7025	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.1986498	-98.7025	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.1866788	-98.7092	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	21.02806	-98.6422	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.16822	-98.7179	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis mexicana</i>	20.16822	-98.7179	Bosque templado	Colección de Mamíferos CIB, UAEH
<i>Cryptotis obscura</i>	20.8064	-98.6264		UAMI



<i>Cryptotis obscura</i>	20.9708	-98.7322		UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	21.2886	-98.9311		UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	21.2886	-98.9311		Vertebrate Zoology; Mammals
<i>Cryptotis obscura</i>	21.2886	-98.9311		Vertebrate Zoology; Mammals
<i>Cryptotis obscura</i>	21.2886	-98.9311		Vertebrate Zoology; Mammals
<i>Cryptotis obscura</i>	20.487	-98.65		Vertebrate Zoology; Mammals
<i>Cryptotis obscura</i>	20.488	-98.66		Vertebrate Zoology; Mammals
<i>Cryptotis obscura</i>	20.982	-98.632		Vertebrate Zoology; Mammals
<i>Cryptotis obscura</i>	20.43	-98.34		Vertebrate Zoology; Mammals
<i>Cryptotis obscura</i>	20.982	-98.632		Vertebrate Zoology; Mammals
<i>Cryptotis obscura</i>	20.982	-98.632		Vertebrate Zoology; Mammals
<i>Cryptotis obscura</i>	20.99	-98.66	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.99	-98.67	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.8063889	-98.6263		UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	21.1694444	-98.9003		UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.9708333	-98.7322		UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.9647222	-98.7058		UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.99	-98.66	Bosque mesófilo de montaña	The Museum and Department of Biological Sciences
<i>Cryptotis obscura</i>	20.99	-98.66	Bosque mesófilo de montaña	The Museum and Department of Biological Sciences
<i>Cryptotis obscura</i>	20.99	-98.66	Bosque mesófilo de montaña	The Museum and Department of Biological Sciences
<i>Cryptotis obscura</i>	21.02806	-98.6422	Bosque mesófilo de montaña	UAMI



<i>Cryptotis obscura</i>	21.16944	-98.9005	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.97083	-98.7322	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	21.05139	-98.5069	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	21.05139	-98.7419	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	21.02306	-98.6330	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.96472	-98.7058	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.96472	-98.6811	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.96472	-98.6811	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.85417	-98.6361	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis obscura</i>	20.80639	-98.6263	Bosque mesófilo de montaña	UAMI
<i>Cryptotis parva</i>	21.200556	-99.0061		UAMI
<i>Cryptotis parva</i>	21.200556	-99.0061		UAMI
<i>Cryptotis parva</i>	21.200556	-99.0061		UAMI
<i>Cryptotis parva</i>	21.201	-99.006		UAMI
<i>Cryptotis parva</i>	21.201	-99.006		UAMI
<i>Cryptotis parva</i>	21.201	-99.006		UAMI
<i>Cryptotis parva</i>	21.20056	-99.0061		UAMI
<i>Notiosorex crawfordi</i>	20.383231	-98.9647		Colección de Mamíferos , IPN



<i>Notiosorex crawfordi</i>	20.383231	-98.9647		Colección de Mamíferos , IPN
<i>Notiosorex crawfordi</i>	20.383231	-98.9647		Colección de Mamíferos , IPN
<i>Notiosorex crawfordi</i>	20.383231	-98.9647		Colección de Mamíferos , IPN
<i>Notiosorex crawfordi</i>	20.383231	-98.9647		Colección de Mamíferos , IPN
<i>Notiosorex crawfordi</i>	20.55	98.66		The Museum and Department of Biological Sciences
<i>Sorex saussurei</i>	20.86685	-99.2000		National Museum of Natural History
<i>Sorex saussurei</i>	20.86685	-99.2000		National Museum of Natural History
<i>Sorex saussurei</i>	20.1986498	-98.7025		National Museum of Natural History
<i>Sorex saussurei</i>	19.8505156	-98.5370	Bosque de Juniperus	
<i>Sorex saussurei</i>	19.8505156	-98.5370	Bosque de Juniperus	
<i>Sorex saussurei</i>	19.8505156	-98.5370	Bosque de Juniperus	
<i>Sorex saussurei</i>	19.8505156	-98.5370	Bosque de Juniperus	
<i>Sorex saussurei</i>	19.8505156	-98.5370	Bosque de Juniperus	
<i>Sorex saussurei</i>	19.8505156	-98.5370	Bosque de Juniperus	
<i>Sorex saussurei</i>	19.8505156	-98.5370	Bosque de Juniperus	
<i>Sorex saussurei</i>	19.8505156	-98.5370	Bosque de Juniperus	

