



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**INVENTARIO DE LA MASTOFAUNA TERRESTRE: EL CASO  
DEL RANCHO SANTA ELENA, HUASCA DE OCAMPO, HIDALGO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA PRESENTA:**

**HELÍ CORONEL ARELLANO**

**ASESOR:**

**DR. GERARDO SÁNCHEZ ROJAS**

**PACHUCA DE SOTO, HIDALGO**

**2004**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
 INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICA E INGENIERÍA  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
 COORDINACIÓN DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA



M. EN D. ADOLFO PONTIGO LOYOLA  
 DIRECTOR DE CONTROL ESCOLAR

**PRESENTE**

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado al pasante de Licenciatura en Biología **Helf Coronel Arellano** quien presenta el trabajo recepcional titulado **“Inventario de la mastofauna terrestre: el caso del rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo”**, 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:                         | Dr. Alberto Enrique Rojas Martínez   |  |
| PRIMER VOCAL:                       | M. en C. Miguel Ángel Cabral Perdomo |  |
| SEGUNDO VOCAL Y ASESOR DEL TRABAJO: | Dr. Gerardo Sánchez Rojas            |  |
| TERCER VOCAL:                       | Dra. Claudia Elizabeth Moreno Ortega |  |
| SECRETARIO:                         | M. en C. Jesús Martín Castillo Cerón |  |
| PRIMER SUPLENTE:                    | M. en C. Victor Manuel Bravo Cuevas  |  |
| SEGUNDO SUPLENTE:                   | Dr. Miguel Ángel Martínez Morales    |  |

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

**ATENTAMENTE**  
**“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”**  
 Pachuca de Soto, Hidalgo a 27 de julio de 2007

**Biol. Ulises Iturbe Acosta**  
 Coordinador Adjunto de la Licenciatura en Biología



A mis padres Juan y Gloria que con su amor,  
apoyo y confianza incondicional finalicé ésta  
etapa de mi vida; por su cariño y ejemplo  
que siempre me ha alentado a continuar lo que  
imagine inalcanzable.

A mis hermanas Zitlalin y Tihuis  
de quienes siempre he recibido amor  
y comprensión; gracias por  
tolerar mis “cochinos animales”.

A mis amigos y novia: Julio,  
Yair, Israel, Sergio e Imelda  
porque no puedo imaginar mi  
vida sin su amistad y cariño,  
gracias por cambiar continuamente  
mi existencia.

## AGRADECIMIENTOS

Al “Doc” Gerardo Sánchez por el apoyo económico y logístico en la elaboración de este trabajo, pero principalmente por las charlas y consejos que siempre me ha brindado. Gracias por el tiempo e infinita paciencia que siempre me has dedicado; por la confianza y amistad que hicieron posible la terminación de ésta tesis, mil gracias.

A Claudia Moreno, Ana Paola y Aline por su amistad, préstamo de artículos y apoyo logístico en éste trabajo.

A Cecilia Chávez y Roberto Campuzano quienes amablemente nos permitieron trabajar dentro de su predio.

A los revisores del trabajo por contribuir a mejorarlo y dedicar un poco de su tiempo para leerlo y analizarlo, en especial a los investigadores de Paleontología por animarme y contribuir en mi formación durante la Licenciatura.

A Imelda, Julio, Amelia, Manelich, Jorge, Erendira, Alfredo, Mariano, Job, Pao, Axel, Aline y Kenia; quienes desinteresadamente me acompañaron en diferentes salidas a campo.

A mis compañeros y amigos de laboratorio: Clau, Alin, Pao, Helga, y Guillermo quienes me hicieron sentir como en casa en el Laboratorio de Conservación Biológica.

## APOYO FINANCIERO

La terminación de esta tesis, fue posible gracias a la ayuda económica otorgada por el Programa Institucional de Investigación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, a través del proyecto titulado “Influencia de las prácticas de manejo en la conservación de la biodiversidad de bosques templados del estado de Hidalgo” con clave UAEH-DIP-ICBI-AAB-014.

## ÍNDICE

I. Resumen.....	5
II. Introducción General.....	7
III. Capítulo 1: Diversidad de la mastofauna en México.....	9
1.1 Historia de la mastozoología en México.....	9
1.2 Trabajos mastozoológicos en México.....	11
1.3 Diversidad de mamíferos en México.....	15
1.3.1 Riqueza de mamíferos nativos.....	17
1.3.2 Mamíferos endémicos.....	20
1.3.3 Distribución.....	21
1.3.4 Área de distribución y tamaño corporal.....	22
1.4 Mamíferos del Estado de Hidalgo.....	23
1.5 Discusión.....	32
IV. Capítulo 2: Inventarios.....	35
2.1 Definición.....	36
2.2 Monitoreo.....	37
2.3 Tipos de inventarios.....	38
2.4 Importancia de los inventarios.....	39
2.5 Dificultades en los inventarios.....	40

2.5 Discusión.....	42
V. Capitulo 3: Diversidad de la mastofauna terrestre de un bosque templado en Huasca de Ocampo, Hidalgo.....	44
3.1 Introducción.....	44
3.2 Objetivos.....	46
3.3 Área de estudio.....	47
3.4 Método.....	52
3.4.1 Salidas y trampeo.....	52
3.4.2 Evaluación del inventario.....	54
3.4.3 Patrones de actividad.....	57
3.4.4 Separación del muestreo en épocas.....	57
3.4.5 Otros métodos utilizados.....	59
3.4.6 Medidas del paisaje.....	59
3.4.7 Asociación entre las especies y medidas paisajísticas.....	60
3.5 Resultados.....	61
3.6 Discusión.....	67
3.7 Conclusiones.....	73
VI. Referencias bibliográficas.....	75

## LISTA DE FIGURAS

1.1 Trabajos enfocados a la Mastozoología mexicana.....	12
1.2 Temas generales de las publicaciones sobre los mamíferos de México.....	13
1.3 Especies nativas de México.....	19
1.4 Mamíferos de Hidalgo.....	26
1.5 Regresión del número de mamíferos nativos por el área de cada estado de México.....	29
1.6 Regresión del número de mamíferos terrestres por el área de cada estado de México.....	30
1.7 Regresión de quirópteros y área por estado.....	31
3.1 Localización del municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo.....	47
3.2 Precipitación y temperatura promedio de Huasca de Ocampo, Hgo.....	58
3.3 Patrones de actividad de los mamíferos registrados por el método de trampas-cámara.....	63
3.4 Curva de acumulación de especies de mamíferos registrados con cámaras automáticas.....	64
3.5. Curva de acumulación de especies: época fría y seca.....	65
3.6 Curva de acumulación de especies: época cálido-húmedo.....	66

## **LISTA DE CUADROS**

1.1 Publicaciones mastozoológicas por entidad federativa.....	24
3.1 Especies reportadas en el estudio de ordenamiento del municipio de Huasca de Ocampo, Hgo.....	49
3.2 Especies reportadas para el “Parque Nacional El Chico”.....	50
3.3 Especies registradas en el área de estudio.....	62
3.4 Modelo de regresión logística.....	67

## **ANEXOS**

Anexo I. Trampas tipo Sherman colocadas en diferentes sitios dentro del el área de estudio.....	83
---	----

Anexo II. Distribución espacial de los sitios en donde se colocaron las trampas del tipo Sherman en el área de estudio.....	84
---	----

Anexo III. Distribución espacial de las trampas-cámara colocadas en el área de estudio.....	85
---	----

Anexo IV. Registros fotográficos de las diferentes especies reportadas.....	86
---	----

Anexo V. Patrones de actividad y número de fotos por especie.....	90
---	----

## RESUMEN

Sólo de algunos grupos como los mamíferos se conoce relativamente bien su riqueza y distribución espacial, por lo que estos han sido estudiados en México por diferentes autores a través del tiempo. El conocimiento de la diversidad de la mastofauna mexicana se ha derivado principalmente de investigadores extranjeros (fundamentalmente por norteamericanos). Así, el estudio de la diversidad de mamíferos se ha orientado principalmente a la taxonomía, filogenia y distribución dejando a un lado temas poco explorados acerca de la ecología, alimentación, comportamiento, patrones de actividad, entre otros.

México presenta una gran diversidad de mamíferos nativos, por lo que el conocimiento detallado del número de especies presentes en una determinada escala geográfica, es fundamental para la conservación biológica, pues permite diseñar políticas de estudio, uso y protección del grupo.

La manera más directa de conocer el número de especies en una localidad es mediante la realización de un inventario, por lo que el resultado de éste, es más que un listado de especies ya que son bases potenciales para su uso en diferentes temas como la sistemática, ecología, biogeografía, entre otros. Gran parte de los inventarios mastozoológicos realizados en México se basan en registros y distribuciones

históricas, por lo que existe una necesidad por elaborar y mantener inventarios actualizados.

Debido a que el estado de Hidalgo se encuentra dentro de un complejo montañoso altamente endémico y se desconoce parte de la situación actual de la diversidad de mamíferos, se realizó un inventario de los mamíferos terrestres que habitan en un bosque templado, ubicado en Huasca de Ocampo Hidalgo, con la finalidad de contribuir al conocimiento básico de la mastofauna en dicha entidad. La importancia de establecer los mamíferos que se encuentran en escalas geográficas pequeñas es importante ya que son escalas rigurosas y reales.

Para la realización del inventario se utilizaron cámaras fotográficas con sensor de movimiento, observaciones directas, trampas tipo Sherman y huellas para la identificación de los mamíferos terrestres. Se identificaron un total de diez especies de mamíferos silvestres y una doméstica. Para evaluar la eficiencia del inventario realizado, se utilizaron estimadores no paramétricos para determinar el número de especies potenciales que podrían habitar en el área de estudio.

## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

La presente tesis se encuentra dividida en tres capítulos. En el primer capítulo se aborda la historia de la mastozoología mexicana, dentro de este apartado se menciona a los autores que han aportado de manera significativa al conocimiento de los mamíferos nativos mexicanos. A continuación se señala la diversidad de mamíferos en México, mencionando algunas de las características que lo hacen un país megadiverso; dentro de ésta primera sección también se indican algunos aspectos generales de los mamíferos; particularmente endemismo, distribución y tamaño corporal.

Así, en éste primer capítulo se presenta al lector un panorama general de la diversidad de mamíferos en Hidalgo, debido a que existen pocos estudios que mencionen la diversidad en dicha entidad. Por lo que se espera que esta información básica, sea de utilidad a los interesados en la diversidad tanto de mamíferos en México, pero principalmente la diversidad con la que el Estado de Hidalgo cuenta.

Los inventarios son herramientas que permiten establecer la diversidad biológica de una localidad, por lo que en el segundo capítulo se menciona la importancia, tipos y dificultades que se presentan cuando se elabora un inventario.

En la actualidad el discernimiento en cuanto a la diversidad de mamíferos en México se ha basado principalmente en distribuciones históricas, lo que ha generado la necesidad de actualizar el conocimiento de los mamíferos mexicanos en diferentes escalas geográficas.

Por lo anterior en el tercer capítulo se presenta un listado de mamíferos terrestres, pertenecientes a una localidad ubicada en Huasca de Ocampo, Hidalgo (Rancho Santa Elena"); para lo cuál se realizó un inventario para determinar la riqueza específica del lugar. También, se utilizaron funciones de acumulación de especies, para predecir la diversidad de la mastofuna perteneciente al área de estudio y poder evaluar la eficiencia del inventario. Por lo que se espera que ésta información contribuya al conocimiento de los mamíferos nativos de Hidalgo y también, sea de utilidad en investigaciones posteriores en el Rancho Santa Elena.

## **CAPÍTULO 1: Diversidad de la mastofauna en México**

### **1.1 Historia de la mastozoología en México**

Las referencias más antiguas referentes al estudio de los mamíferos de México corresponde a las narraciones acerca de los conocimientos de los nativos americanos, realizadas principalmente por los misioneros españoles, así como a los trabajos botánicos y zoológicos de viajeros y expedicionarios en la Nueva España. Estas obras son compilaciones descriptivas e ilustrativas: donde se ordenaba y clasificaba a los organismos de acuerdo a su utilidad, costumbres, hábitat y morfología general (Ceballos *et al.*, 2002).

Las primeras referencias acerca de los mamíferos de México, fueron elaboradas por Cortés, Díaz del Castillo y otros cronistas como Fray Juan de Torquemada y Fray Toribio de Benavente (Arita y León-Paniagua, 1993).

Las grandes exploraciones a fines del siglo XVIII contribuyeron al conocimiento de los mamíferos de México, destacando las aportaciones de los naturalistas como Martín de Sessé, José Mariano Mociño y Alejandro Malaspina (Ceballos *et al.*, 2002).

La mastozoología a finales del siglo XIX se desarrolló principalmente por medio de estudios descriptivos, notas y diagnosis preliminares, esencialmente descripciones de especies nuevas (Ceballos *et al.*, 2002).

Es importante destacar que en 1905 aparece el primer taxa descrito por un mexicano, el cuál corresponde al lagomorfo endémico *Romerolagus diazi* (zacatuche o conejo de los volcanes) por Jesús Díaz de León, el cual describió originalmente como *Lepus diazi* y depositó el ejemplar Tipo en el catálogo de la comisión Geográfica y exploradora de la Republica Mexicana en la Exposición Internacional Columbina de Chicago (Hall, 1981).

El período comprendido de 1919 a 1942 se caracterizó por el interés renovado por las exploraciones en México y puede considerarse como la época de Nelson y Goldman, debido a que describieron 114 taxones. (Ceballos *et al.*, 2002). Un autor mexicano importante fué Liborio Martínez, quien realizó trabajos sobre murciélagos de México, analizando principalmente aspectos de hematometría. También, Eduardo Caballero y Caballero contribuyó al conocimiento de los endoparásitos presentes en diversas especies de mamíferos del país (Guevara-Chumacero *et al.*, 2001).

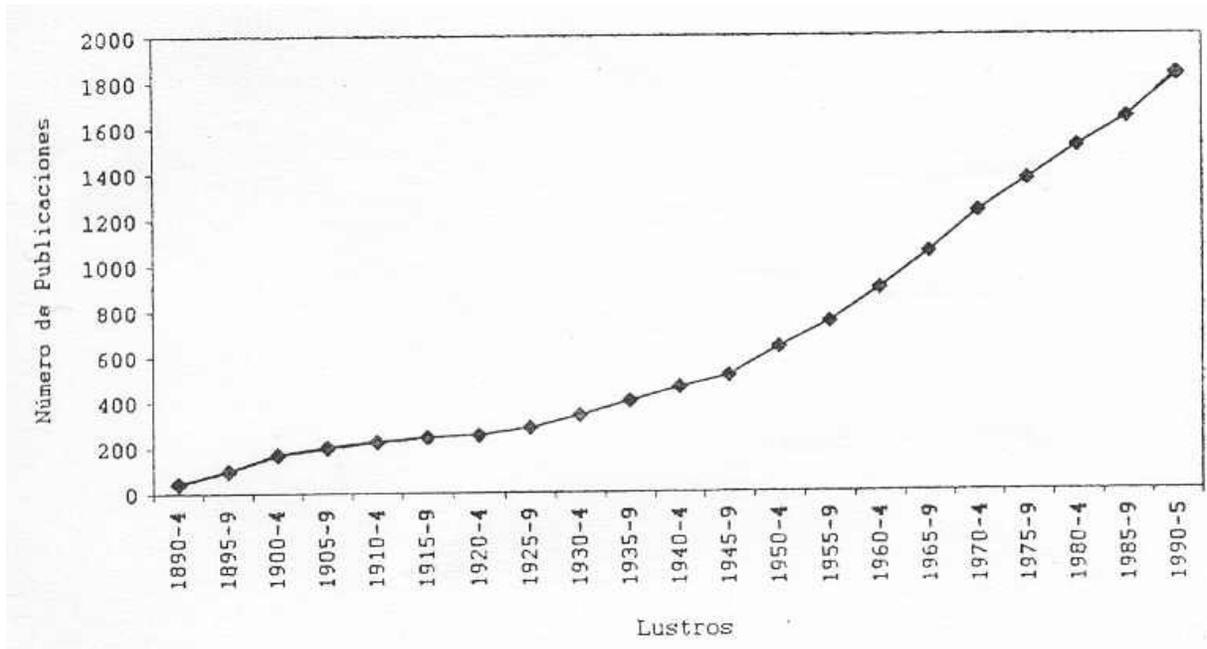
Para la segunda mitad del siglo XX cabe destacar que el mastozoólogo norteamericano E. Raymond Hall (autor de la síntesis mas completa sobre los

mamíferos norteamericanos que existe aún en la actualidad), fué el formador de dos de los más destacados mastozoólogos mexicanos: Bernardo Villa y Ticul Álvarez (Guevara-Chumacero *et al.*, 2001). Ambos han sido los maestros de al menos tres generaciones de mastozoólogos, los cuales han contribuido no solo la aspectos de la taxonomía y la distribución de la especies, sino que se incluyen aspectos de sistemática filogenética, biogeografía, ecología y conservación.

## **1.2 Trabajos mastozoológicos en México**

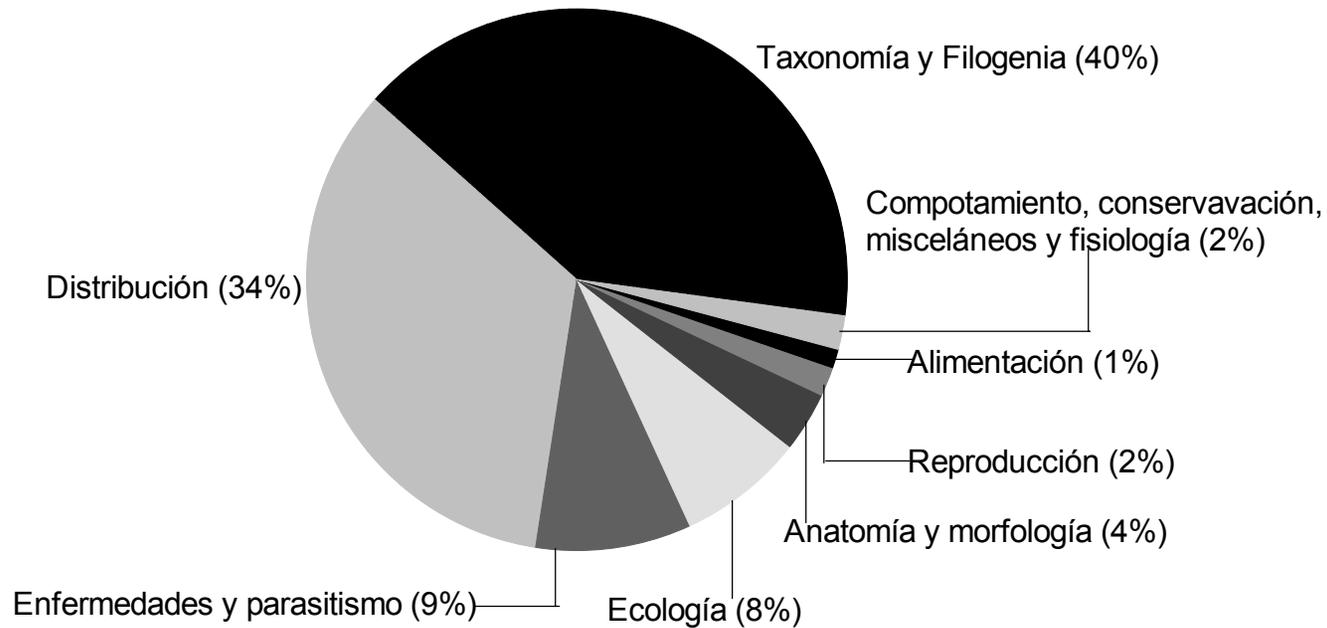
El conocimiento actual de la fauna mastozoológica de México es el resultado principal de los trabajos realizados por investigadores extranjeros (79%), principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica. El número de publicaciones referentes a la mastofauna mexicana ha ido en aumento a través del tiempo y los autores mexicanos han participado cada vez con mayor intensidad (Fig. 1.1; Guevara-Chumacero *et al.*, 2001). Sin embargo, el predominio de trabajos sobre mastozoología se ha enfocado hacia la taxonomía-filogenia (39.76 %) y la distribución (33.43%); además se han elaborado trabajos sobre enfermedades y parasitismo (9.13 %), ecología (7.39 %), anatomía y morfología (3.50 %), reproducción (1.70%), alimentación (1.10 %) y otros (Fig. 1.2; Guevara-Chumacero *et al.*, 2001).

Trabajos enfocados a la mastozoología mexicana



**Figura 1.1.** Número de publicaciones por años desde 1890 hasta 1995, donde se observa que el número de publicaciones referentes a la mastozoología se ha incrementado a lo largo del tiempo e incluso en los últimos cincuenta años se ve un crecimiento mayor, es decir, un notable aumento en cuanto a la productividad científica (Tomado de Guevara-Chumacero *et al*, 2001).

### Temas generales de las publicaciones sobre los mamíferos de México



**Figura 1. 2.** Porcentaje de las publicaciones por tema en la literatura mastozoológica mexicana donde se resalta el papel que tienen la distribución y la taxonomía filogenia ya que abarcan mas del 70 % de total de la literatura (modificado de Guevara-Chumacero *et al.*, 2001).

Como producto del crecimiento en el número de mastozoólogos ha surgido “La Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C.” (AMMAC), que es una agrupación científica que reúne especialistas, estudiantes y aficionados interesados en el conocimiento, manejo y conservación de los mamíferos silvestres nativos de México (Asociación Mexicana de Mastozoología, 2001). La AMMAC fue fundada en 1984 y ha contado con diferentes consejos directivos. Los presidentes de la asociación desde su fundación han sido: de 1985 a 1986, Juan Pablo Gallo; de 1987 a 1988, Daniel Navarro; de 1989 a 1990, Gerardo Ceballos; de 1991 a 1992, Oscar Sánchez; de 1993 a 1994, Héctor T. Arita; de 1995 a 1996, Joaquín Arroyo Cabrales; de 1997 a 1999, Rodrigo A. Medellín Legorreta; de 1999 al 2002, Alondra Castro Campillo (Revista Mexicana de Mastozoología, 2001).

Algunos de los logros más importantes de la AMMAC son:

- Publicación de la Revista Mexicana de Mastozoología y del Boletín de AMMAC.
- Publicación de los primeros dos números de la serie Publicaciones Especiales AMMAC.
- Organización del Primer Simposio sobre Mastozoología Latinoamericana (Cancún 1987), del Coloquio y Exposición sobre Mamíferos Silvestres del Valle de México (Cd. de México 1988), del 24th North American Symposium

on Bat Research (Ixtapa-Zihuatanejo 1994), del 7th International Theriological Congress (Acapulco 1997), así como del Congreso Nacional de Mastozoología en sus cinco primeras ediciones (Xalapa 1991, Guadalajara 1994, Cuernavaca 1996, Xalapa 1998 y Mérida 2000).

- Recientemente, participó en la elaboración de la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAP) que determina el grado de riesgo de extinción de las especies de mamíferos.

### **1.3 Diversidad de mamíferos en México**

Debido a la ubicación geográfica de la República Mexicana, ésta se distingue por poseer una fauna de mamíferos rica y variada, debido a que en este territorio convergen dos regiones biogeográficas: la Neártica y Neotropical, lo anterior genera una vegetación templada localizada en la región centro-norte del país y una vegetación tropical que se encuentra a lo largo de las planicies del Golfo, del Pacífico y el Sur del país (Arita, 1993).

Adicionalmente, México presenta una topografía variada, producto de una compleja historia geológica, que proporciona a su vez una gran diversidad de hábitats (Arita, 1993; Fa y Morales, 1998) y por ende, una gran disponibilidad de nichos para que diferentes especies los habiten. Así la gran diversidad de mamíferos

en México es atribuida a factores que incluyen su historia geológica, historia zoogeográfica, variedad de climas, una compleja topografía, diferentes tipos de vegetación (se han clasificado entre 10 y más de 60; Ceballos *et al.* 2002) y un alto recambio de especies (diversidad beta) dentro del territorio (Rodríguez *et al.*, 2003).

En México existen especies que presentan afinidades filogenéticas con la fauna de América del Norte y también con la de América del Sur; no olvidando aquellas que cuentan con especies que tienen su centro de radiación y dispersión en México (Ramírez-Pulido y Mudespacher, 1987).

México se reconoce como el territorio del Continente Americano con el mayor número de especies silvestres de mamíferos nativos y se encuentra en segundo lugar a nivel mundial en cuanto a su diversidad (Cervantes *et al.*, 1994). En últimas décadas, la creciente información sobre los patrones de distribución de mamíferos en el mundo, dejan claro que México junto con Brasil e Indonesia, son los países más diversos o Megadiversos, ya que en México se distribuyen alrededor del 12% de especies de mamíferos del planeta (Ceballos *et al.*, 2002). También México es considerado como un país betadiverso, ya que en este existe un alto recambio de especies a lo largo del territorio, esta relación es observada principalmente en el Eje Neovolcánico Transversal, debido a que en esta región existe una gran heterogeneidad de hábitats (Rodríguez *et al.*, 2003).

El patrón de distribución de los mamíferos en el territorio nacional se caracteriza porque el número de especies se incrementa desde el norte del país, hacia el interior de Chiapas y Oaxaca (Rodríguez et al., 2003), es decir se observa una relación acumulativa de especies en los 20° de latitud norte, ya que se ha reportado un número mayor de especies de mamíferos. Esta relación es particularmente marcada en algunos órdenes, como en el caso de Rodentia, Insectívora y Chiroptera (Fa y Morales, 1998).

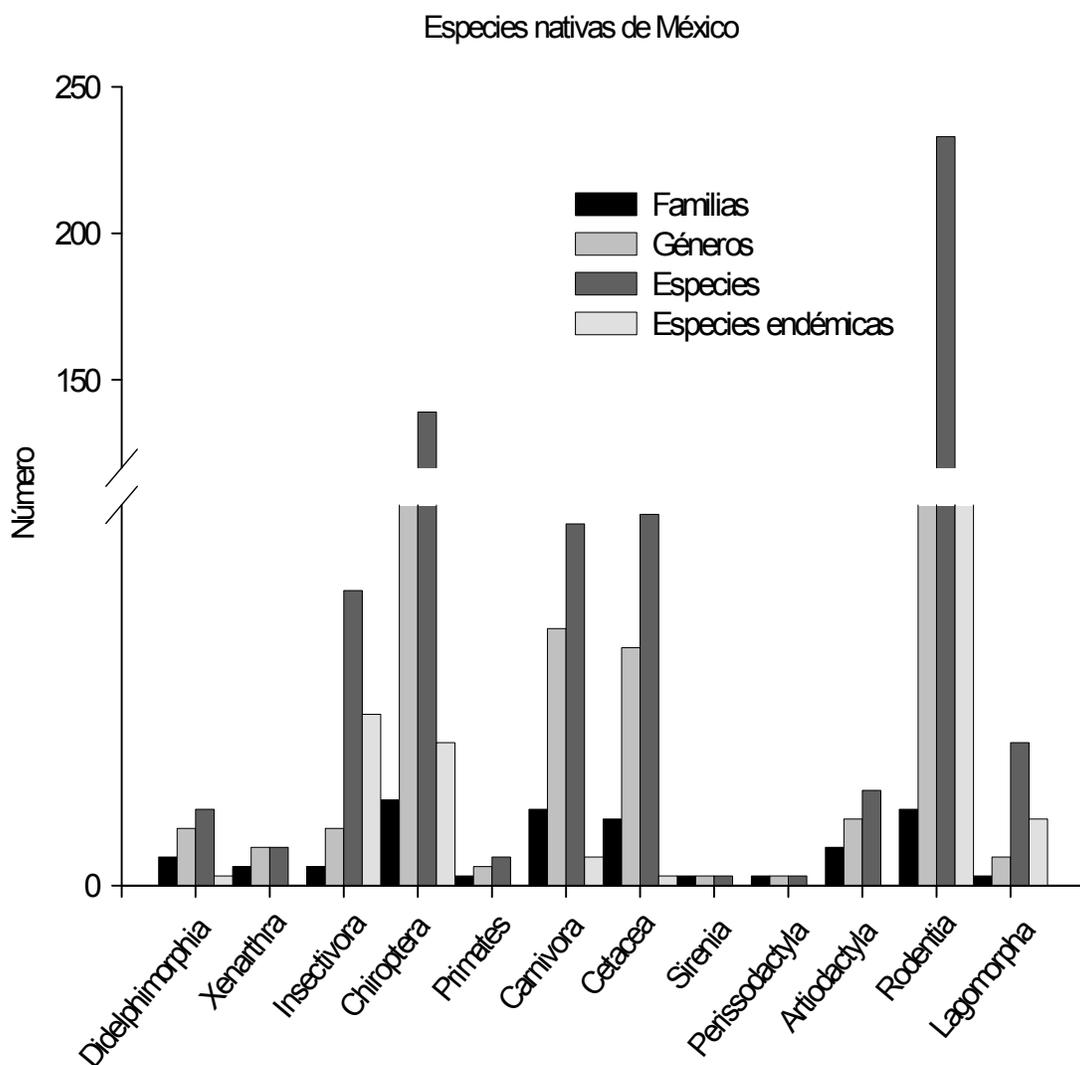
### **1.3.1 Riqueza de Mamíferos nativos**

Existen diferentes clasificaciones de la diversidad de mamíferos presentes en el territorio nacional, lo que genera una cierta incertidumbre para establecer el número de especies en México.

Un ejemplo de las diferentes clasificaciones elaboradas es la mencionada por Villa y Cervantes (2003), en el se comparan diferentes trabajos con diferente número de especies de mamíferos nativos de México y propone 12 órdenes, 42 familias, 186 géneros y 489 especies de mamíferos mexicanos. Así, dentro de las diferentes clasificaciones, cada autor argumenta sus opiniones acerca de incluir o no a algunas especies dentro del conteo final (por ejemplo el incluir o no mamíferos marinos), siendo así que la clasificación para los mamíferos de México continuará cambiando.

En este trabajo se sigue el criterio de Ceballos y colaboradores (2002), quienes proponen, que los mamíferos nativos (no introducidos por el hombre) se agrupan en 522 especies. Estas se encuentran en 12 órdenes, 47 familias y 291 géneros. El orden más diverso es el de los roedores, que cuenta con 233 especies (45%), seguido por los quirópteros con 139 especies (27%). Otros órdenes que cuentan con una riqueza relativamente alta son los carnívoros, cetáceos, insectívoros y lagomorfos (Figura 1.3). Los géneros representados por una sola especie pertenecen a órdenes con pocos géneros y/o especies, tales como los perisodáctilos, sirenios, primates, xenartros y artiodáctilos. Aquellos órdenes con un alto número de especies son roedores, insectívoros y lagomorfos, que a su vez presentan un número relativamente alto de especies por género.

La diversidad de murciélagos en México, no es especialmente rica en comparación con otros países de influencia neotropical, debido a que la diversidad en este grupo de organismos se encuentra influenciada por las condiciones de temperatura y precipitación, asociadas a un gradiente latitudinal. En el caso de los mamíferos terrestres, la gran diversidad se debe a la heterogeneidad de hábitats presentes en el territorio nacional (Arita, 1993).



**Figura 1. 3.** Número de familias, géneros especies y especies endémicas de los ordenes de mamíferos de México, dado que el número de especies es de 522 especies se considera que 10 % del total de mamíferos del mundo se distribuyen en territorio nacional, esta característica hace de México un país megadiverso, los dato se tomaron de Ceballos y colaboradores (2002).

### 1.3.2 Mamíferos endémicos

Un taxón se considera endémico cuando se encuentra restringido a un área en particular por razones históricas, ecológicas o fisiológicas, dichas áreas pueden ser pequeñas o grandes y se consideran antiguos (paleoendémicos) o recientes (neoendémicos). El taxón endémico puede ser de cualquier categoría taxonómica, aunque por lo general en mamíferos, el endemismo pertenece al rango de familia o inferior (Fa y Morales, 1998).

México posee un alto número de especies endémicas de mamíferos; alrededor del 30% de las especies (157) y 4% de los géneros (Figura 1.3). El mayor número de especies endémicas se encuentra en el orden Rodentia, ya que cuenta con 112, éstas incluyen a 71 múridos, 14 heterómidos, 13 tuzas, 13 ardillas y un agutí; le siguen los insectívoros con el 58% de especies endémicas, de las cuales todas son musarañas y el resto de especies endémicas son los murciélagos, cetáceos, carnívoros, lagomorfos, didelfidos, sirenios y perisodáctilos (Ceballos *et al.*, 2002).

El área más importante de endemismo de mamíferos se extiende a lo largo de la Sierra Madre Occidental y en el Istmo de Tehuantepec, el 25% de los mamíferos endémicos de México se encuentran en la región que va de Colima hasta Michoacán y Jalisco. En el Eje Neovolcánico Transversal se encuentran todos los géneros

endémicos y más de la mitad de las especies endémicas (45.3%), lo anterior se debe a que en esta zona coinciden las dos regiones biogeográficas, provocando una compleja heterogeneidad del hábitat. Adicionalmente a lo anterior, la influencia histórica de las barreras geográficas presentes en dicho eje (Fa y Morales, 1998), provocó que especies pequeñas quedaran aisladas durante las glaciaciones del Pleistoceno y con el paso del tiempo se originaron nuevas especies (Ceballos y Rodríguez, 1993).

### **1.3.3 Distribución**

Los patrones de distribución geográfica de los mamíferos mexicanos dentro del territorio varían entre terrestres y voladores (sin tomar en cuenta los acuáticos y los que se encuentran en islas). En el caso de las especies terrestres, el 38.5% se encuentran en áreas restringidas, es decir, en menos de 114, 000 km<sup>2</sup>, mientras que en los murciélagos, el 15.4% se encuentra también en áreas restringidas. Arita y colaboradores (1997) proponen que los mamíferos con distribución reducida pueden ser clasificados en cuatro categorías: *a*) especies endémicas, *b*) especies que tienen una amplia distribución en el norte de América, pero tienen distribución pequeña en México, *c*) especies distribuidas en América central y *d*) especies distribuidas en el Neotrópico pero con una distribución pequeña dentro de México. De los mamíferos

terrestres que presentan una distribución restringida, el 61.8% son endémicas a México y en el caso de los voladores, el 19.1%.

### **1.3.4 Área de distribución y tamaño corporal**

Los mamíferos terrestres mexicanos presentan una relación entre su área de distribución geográfica y diferentes aspectos como el tamaño corporal, posición taxonómica, dieta y el uso del sustrato; caso contrario con los voladores, ya que se observa sólo una relación débil entre el área de distribución y la masa corporal (Arita *et al.*, 1997). Es decir, las especies pequeñas que mantienen hábitos alimenticios que tienden a la herbivoría, o son enterradoras o semienterradoras, mantienen distribuciones restringidas, mientras que las especies de talla mayor tienden a tener áreas de distribución amplias.

La mayoría de los mamíferos terrestres (66%) son de tamaño pequeño (hasta 100 gramos), con un intervalo de variación que va de 3 a 4 gramos. Alrededor del 27% de las especies (representadas por marsupiales, primates, carnívoros, xenartros, roedores y lagomorfos) presentan tamaños intermedios, de entre 10,000 gramos y 101 gramos; solo el 7% de las especies (carnívoros, perisodáctilos y artiodáctilos) son de tamaño mayor, más de 10,000 gramos. (Ceballos *et al.*, 2002).

La dieta o alimentación de muchas especies es pobremente conocida, dentro de los gremios tróficos de los mamíferos, la mayoría de las especies son herbívoras (245 especies, 51%), le siguen las especies insectívoras (138 especies, 29%), las frugívoras (38 especies, 8%), las carnívoras (27 especies, 6%), las omnívoras (15 especies, 3%), nectarívoras (10 especies, 2%) y las hematófagas (3 especies, menos de 1%; Ceballos *et al.*, 2002).

#### **1.4 Mamíferos del Estado de Hidalgo**

El Estado de Hidalgo cuenta con 175 publicaciones enfocadas al estudio de los mamíferos (Cuadro 1.1; Guevara-Chumacero *et al.*, 2001), lo que probablemente represente que dicha entidad ha sido medianamente estudiada con respecto a los diferentes estados de México. Los primeros mamíferos registrados para el Estado de Hidalgo son los roedores: *Oryzomys alfaroi dilutor*, *Oryzomys fulvescens fulvescens*, *Microtus quasiatur*, *Peromyscus boylii levipes*, también se menciona a *Heterogeomys hispidus*, identificado por medio de pelaje encontrado en una de las trampas colocadas. Estas especies fueron capturadas aproximadamente a 16 kilómetros del noroeste de Jacala, a una altitud de 1550 msnm (Baker y Villa, 1953).

**Cuadro 1.1. Número de publicaciones mastozoológicas por entidad federativa.**

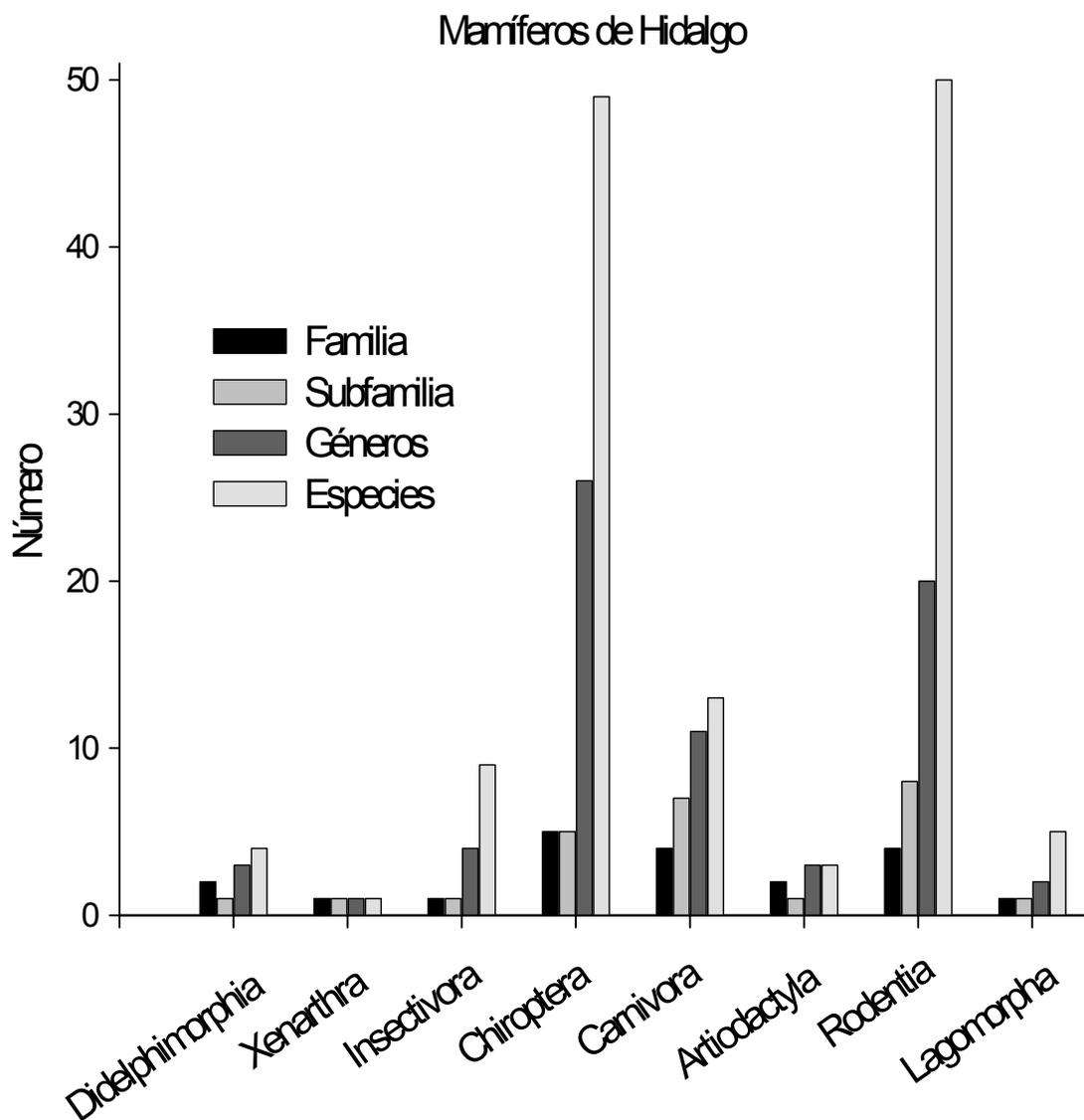
Existe una gran diferencia del número de publicaciones elaboradas para cada estado de México; particularmente Hidalgo no cuenta con un número de publicaciones relativamente elevado, ya que no supera las 200 (Tomado de: Guevara-Chumacero *et al.*, 2001).

<b>Estado</b>	<b>Número de publicaciones</b>
Veracruz	406
Sonora	343
Baja California	336
Oaxaca	327
Chiapas	320
Jalisco	312
Tamaulipas	279
Chihuahua	263
Guerrero	253
Estado de México	246
Durango	243
Michoacán	240
Sinaloa	225
San Luis Potosí	216
Coahuila	209
Yucatán	197
Puebla	196
Morelos	187
Hidalgo	175
Nayarit	169
Distrito federal	168
Nuevo León	165
Colima	162
Zacatecas	154
Campeche	125
Tabasco	118
Querétaro	113
Quintana Roo	95
Guanajuato	83
Aguascalientes	66
Tlaxcala	64
Méx.(país)	53

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, reporta para el estado de Hidalgo 97 especies de mamíferos, de los cuales el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), y tres roedores (*Dipodomys phillipsii*, *Peromyscus leucopus* y *Peromyscus maniculatus*) se encuentran en la Norma Oficial Mexicana, en la categoría de especie amenazada.

Al incluir y analizar la información sobre la mastofauna del estado de Hidalgo de los siguientes trabajos: Ramírez pulido y colaboradores (1986); Barrón García (1992); López-Wilchis y López-Jardines (1999); la base de datos de la CONABIO, se encontró que el número de especies de mamíferos se incrementaba hasta 137 (Sánchez-Rojas y Moreno, 2002). Éstas se encuentran agrupadas en 8 órdenes, 20 familias, 25 subfamilias y 70 géneros (Figura 1.4). Así, Hidalgo cuenta con 49 especies de quirópteros y 88 especies de mamíferos terrestres (Sánchez-Rojas y Moreno, 2002).

Sánchez-Rojas y Moreno (2002) encuentran que los registros de mamíferos reportados para Hidalgo (632), presentan el problema de que la mitad no cuenta con información acerca de su ubicación geográfica. El 45% del estado no cuenta con ningún registro de mamíferos, el 54% de los municipios cuentan con al menos una colecta y solo el 9% cuentan con más de 25 registros.



**Figura 1.4.** Número de familias, subfamilias, géneros y especies de los órdenes de mamíferos de Hidalgo. Los mamíferos nativos de Hidalgo son moderadamente diversos; sin embargo, aún falta por inventariar parte de su territorio. Adaptado de (Sánchez-Rojas y Moreno 2002).

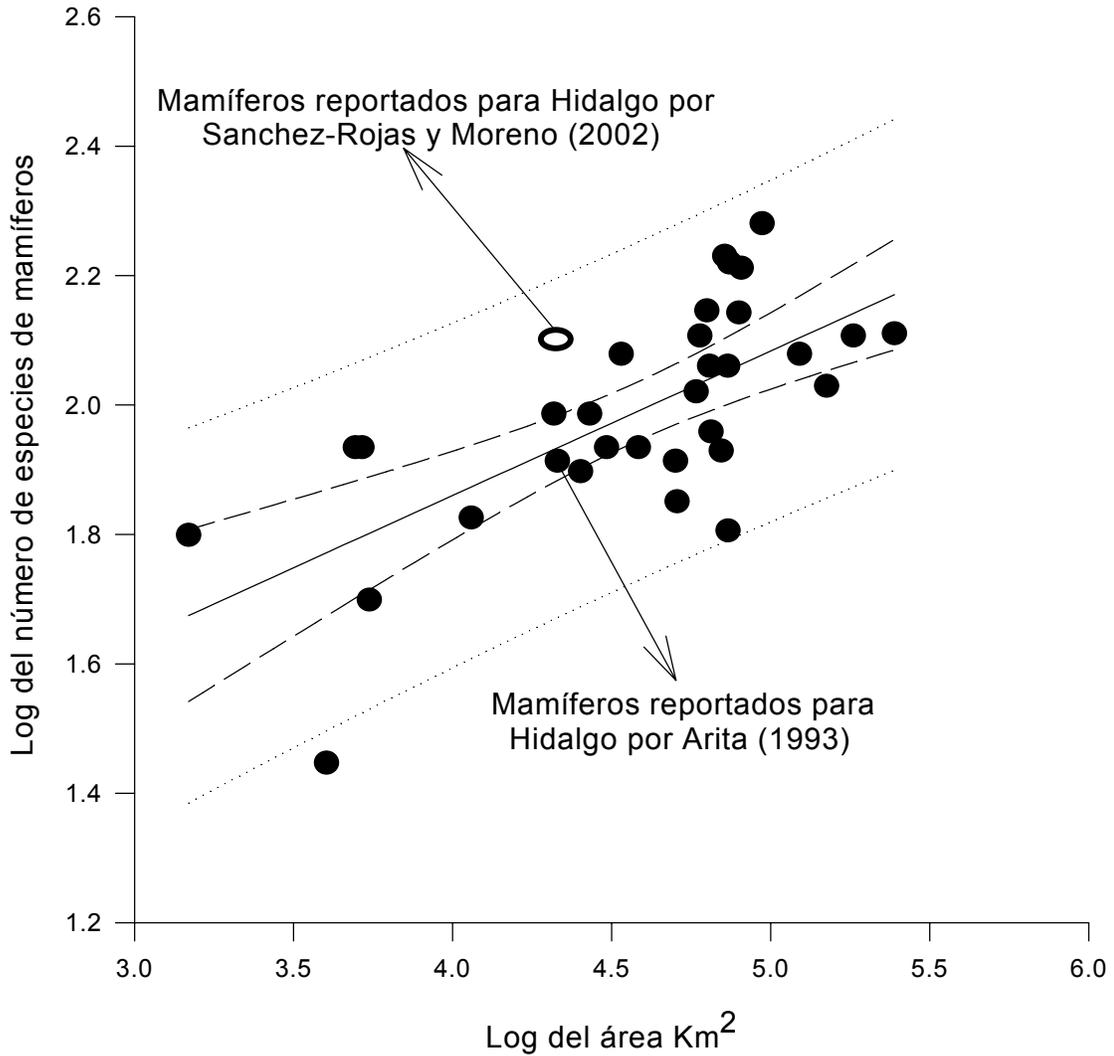
Hidalgo no posee especies endémicas, pero dentro de la entidad se encuentran 29 especies endémicas a Mesoamérica y 22 para México (Flores y Gerez, 1994).

Para Hidalgo se reportan 8 localidades típicas (sitio geográfico donde se capturó o procede el ejemplar tipo de una especie o subespecie) que agrupan diez especies. Las localidades y especies son, Apan: *Sylvilagus audubonii parvalus*; El Chico: *Conepatus mesoleucus mesoleucus* y *Thomomys umbrinus albigularis*; Irolo: *Lepus californicus festinus* y *Cratogeomys merriami irolonis*; Jacala: *Corynorhinus townsendii australis*; Real del Monte: *Dipodomys phillipsii phillipsii*; Tula: *Cratogeomys tylorhinus tylorhinus*; Tulancingo: *Cryptotis mexicana obscura* y Zimapán: *Neotoma albigula leucadon* (Álvarez et al., 1997).

Arita (1993) encuentra una relación significativa entre el número de especies que cada estado de la Republica Mexicana posee y el área que éste tiene; es decir, entre mayor extensión territorial tienen cada estado, mayor es el número de especies que posee. Debido a que existen diferencias entre la distribución de murciélagos y mamíferos terrestres dentro del territorio, Arita analiza por separado a los dos grupos anteriores.

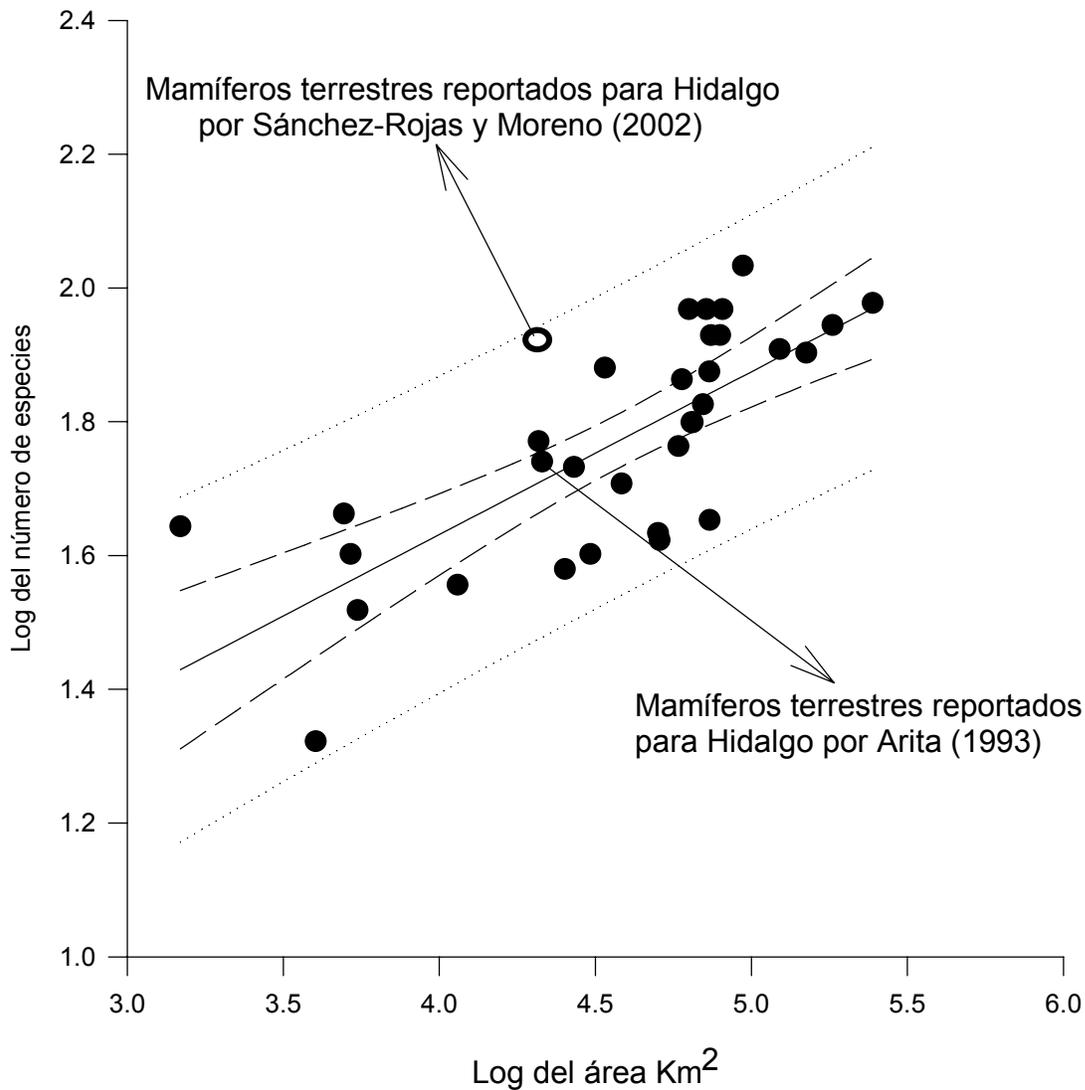
Al adicionar la diversidad de mamíferos reportada por Sánchez-Rojas y Moreno (2002) a los datos obtenidos por Arita (1993), se incrementa significativamente el conocimiento de la diversidad para Hidalgo (Figura 1.5.). A pesar de que los datos no son comparables debido a que el número de especies para cada entidad es reportado en diferentes años (1986, 1987, 1985, 1988, 2002) no se puede rechazar que existe un aumento significativo en el conocimiento de la diversidad de mamíferos para el Estado de Hidalgo (Figura 1.5.). Siendo así, que el número de especies de mamíferos terrestres y voladores reportados para Hidalgo han sufrido un aumento en el conocimiento de su diversidad (Figura 1.6.; Figura 1.7.).

Regresión del número de mamíferos nativos por el área de cada estado de México



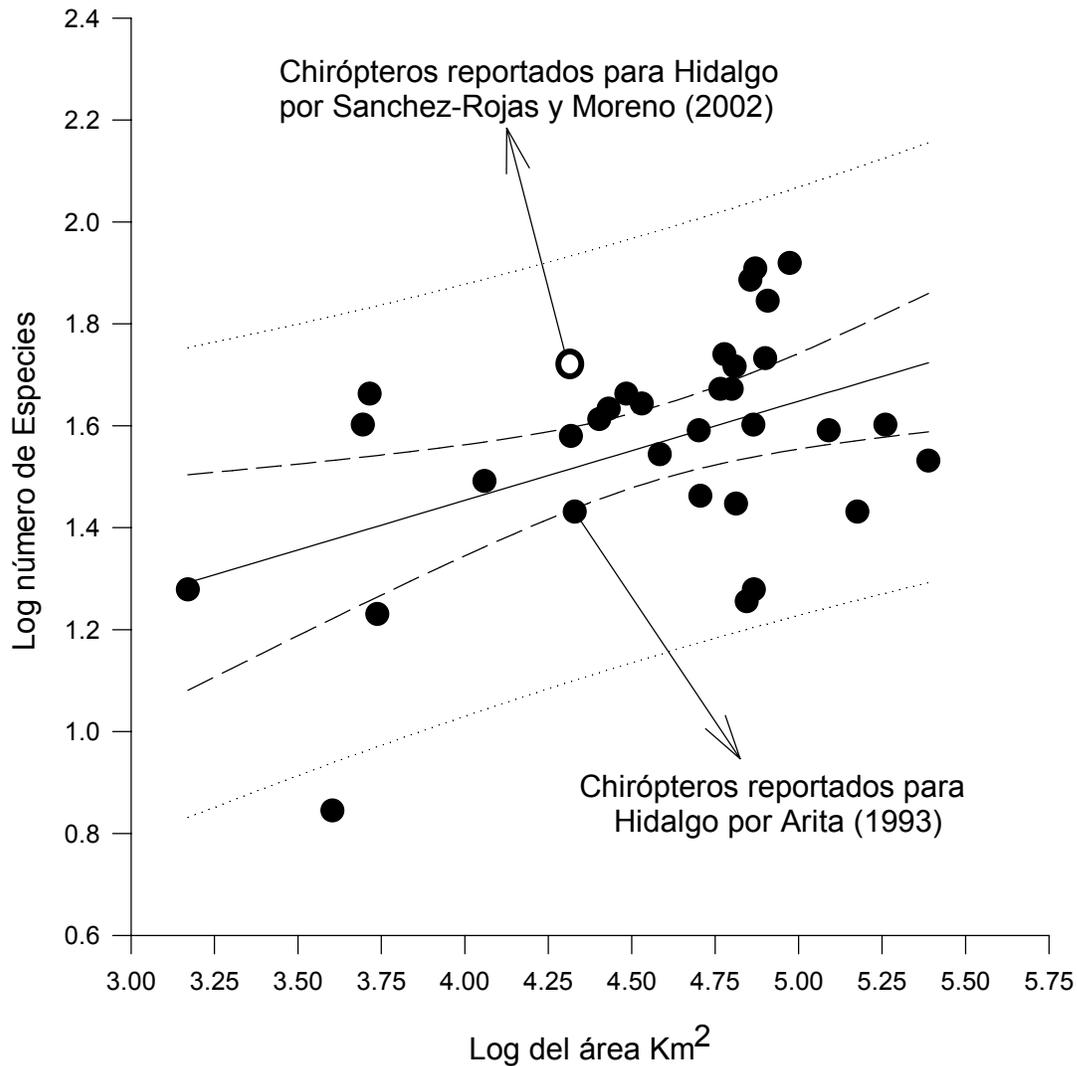
**Figura 1.5.** Comparación de la riqueza de especies de mamíferos de los diferentes estados de México con respecto al área que los constituye, ambos valores se transformaron a logaritmo natural. También, se muestra la línea de regresión y los límites del intervalo de confianza (95%; Adaptado de Arita, 1993).

Regresión del número de mamíferos terrestres por el área de cada estado de México



**Figura 1.6.** Comparación de la riqueza de especies de mamíferos terrestres de los estados de México contra el área que poseen. Nótese que los mamíferos terrestres de Hidalgo han sufrido un aumento en el número de especies reportadas (Adaptado de Arita, 1993).

Regresión del número de especies de quirópteros por el área de cada estado de México



**Figura 1.7.** Comparación de la riqueza de mamíferos voladores con relación al área del estado al que pertenecen. A pesar de que la diversidad de quirópteros reportada para el estado de Hidalgo ha aumentado en el conocimiento de su diversidad (Adaptado de Arita, 1993).

## 1.5 Discusión

El interés acerca de los mamíferos mexicanos es un tema que ha estado presente a través del tiempo. Al parecer, es hasta mediados del siglo anterior que la investigación mastozoológica mexicana ha aumentado considerablemente, además de ser impulsada por investigadores e instituciones nacionales. A pesar de que la mayor parte del conocimiento de la mastofauna mexicana fue generado por extranjeros, es importante señalar que México cuenta con instituciones capaces de iniciar, desarrollar y contribuir al estudio mastozoológico de la fauna mexicana.

Siguiendo a Toledo y Castillo (1999), se puede establecer que la mastozología mexicana es una disciplina científica que ha alcanzado cierto grado de madurez, debido a que ha sufrido diferentes fases funcionales, es decir, se inicia con profesionistas interesados en diferentes áreas (dentro de las cuáles se encuentra la mastozología), continua con una primera generación entrenados en el extranjero (los cuales inician la formación de mastozoólogos en México). Posteriormente se continúa con un proceso de formación de instituciones nacionales y programas académicos que impulsan la investigación y finalmente, en la última etapa, crecen y se multiplican tanto instituciones como investigadores, siendo así que dicha línea de investigación en la actualidad es capaz de desenvolverse y solucionar problemas en cuanto a la mastofauna de México.

Los avances realizados en la mastozoología mexicana son importantes en diferentes aspectos, probablemente el más sobresaliente sea el científico, ya que a través de éste surgen diferentes líneas de investigación y se obliga al establecimiento de un análisis crítico para continuar avanzando. Esta rama de la Biología es una de las más desarrolladas en el país. A pesar de esto, el conocimiento de la diversidad de mamíferos presentes en México es incompleta y constantemente se encuentra modificándose.

Existe una necesidad de estudiar temas relacionados la ecología de las diferentes especies de mamíferos mexicanos, por lo que es prioritario proporcionar tópicos que describan la conducta, alimentación, patrones de actividad, morfología, reproducción, fisiología y conservación, entre otros; los cuales son temas poco explorados y necesarios para el manejo de los mamíferos nativos de México.

Al poseer México una gran diversidad de especies de mamíferos, tener un grado de endemismo mayor al esperado, distribuciones restringidas en organismos de talla pequeña y un número alto de especies endémicas en el centro del país, es necesario conocer los mamíferos que se encuentran en un determinado lugar geográfico (principalmente en escalas geográficas finas, que a su vez son escalas más rigurosas y reales) y posteriormente generar estrategias de manejo y conservación acerca de la situación actual y futura de los mamíferos mexicanos. Es

importante determinar los diferentes ensamblajes de mamíferos pertenecientes a diferentes escalas geográficas principalmente en estados que cuentan con información limitada acerca de su diversidad mastozoológica.

Debido a que Hidalgo se encuentra dentro de un complejo montañoso altamente endémico (Eje Neovolcánico Transversal) y la diversidad mastofaunística es medianamente conocida, es importante continuar avanzando en el conocimiento del número y tipo de especies de mamíferos presentes, para así establecer su situación en términos de conservación, uso, y manejo; por lo que en este trabajo se pretende contribuir al conocimiento básico de los mamíferos presentes en Hidalgo, particularmente del municipio de Huasca de Ocampo.

## **CAPÍTULO 2: Inventarios**

En las últimas décadas, el agravamiento de los problemas ambientales o ecológicos ha aumentado la demanda de información científica acerca de la diversidad biológica (Toledo y Castillo, 1999), para proponer estrategias para su uso y protección. Un ejemplo de la preocupación anterior es que han surgido estrategias como la elaboración del artículo 7° en la Convención de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Medioambiente, el cuál establece la prioridad de identificar los componentes, conservación y uso sostenible de la biodiversidad (Stork y Samways, 1995).

Los inventarios surgen por la necesidad de realizar estudios periódicos de la fauna o flora local y regional o de un país. Los inventarios son un elemento que genera el conocimiento necesario para determinar especies indicadoras, proporcionan el soporte necesario para mantener y actualizar los listados faunísticos o florísticos y proporcionan los elementos para monitorear las características poblacionales (Ramírez-Pulido y Mudespacher, 1987).

## 2.1 Definición

El inventariado de la biodiversidad es un sondeo, clasificación, catalogación, cuantificación y mapeo de entidades como genes, individuos, poblaciones, especies, gremios, hábitats, biotopos, ecosistemas y de paisajes o de sus componentes, para que así la información generada sea sintetizada y analizada para establecer los diferentes procesos presentes en una unidad geográfica estudiada (Kremen *et al.*, 1993; Stork y Samways, 1995; Dennis y Ruggiero, 1996). El resultado de los inventarios es más que un listado de nombres y números, debido a que estos son bases potenciales para su uso en temas como la sistemática, ecología, biogeografía y conservación biológica (Stork y Samways, 1995). Los inventarios generan una foto instantánea de la biodiversidad en un lugar y tiempo determinado.

La importancia de los inventarios radica en que la información básica que generan, puede ser empleada para crear decisiones y políticas para establecer el manejo y la conservación de la diversidad biológica; son herramientas para planear el diseño de áreas protegidas, evaluar el uso sostenible de los recursos bióticos y proveer las bases para la selección de ensamblajes hacia el monitoreo (Kremer *et al.*, 1993). Realizar un inventario no es sencillo, debido a que se requiere crear una estrategia en particular para verificarla continuamente (monitoreo).

## 2.2 Monitoreo

Este consiste en la supervisión (regular o irregular) de los cambios en la estructura del ecosistema, composición y función en respuesta a factores naturales, disturbios humanos o actividades de manejo a través del tiempo (Kremer, *et al.*, 1993). Se dice que el inventariado se encuentra asociado al monitoreo, ya que en teoría se establece el número y tipo de especies y posteriormente se verifica que estas continúen dentro del área de estudio.

El inventario y monitoreo depende de diferentes factores como: 1) determinar las escalas temporales y espaciales de investigación y manejo, 2) planear la viabilidad y el tiempo destinado para el proyecto a realizar, 3) establecer el grupo o grupos biológicos que generen la información necesaria para que ilustren los cambios pertinentes en la escala de trabajo, 4) usar metodologías apropiadas y eficientes para manejar o estudiar el sitio de manejo, 5) estandarizar la colección de datos y análisis estadísticos, 6) colocar y mantener el material biológico en colecciones, 7) usar los datos existentes y revisar si se encuentran vigentes y 8) finalmente, establecer variables abióticas y antropogénicas que tengan cierto grado de influencia en el estudio (Stork y Samways, 1995).

Dicha catalogación de la biodiversidad (inventario) puede sólo contener elementos acerca de la biodiversidad *per se*, o también puede incluir factores biológicos o no, asociados dentro de los elementos catalogados. Uno de los propósitos fundamentales de los inventarios, es desarrollar las bases necesarias para continuar con investigaciones posteriores acerca de uno o varios grupos biológicos y la capacidad de predecir eventos biológicos futuros. Otro propósito relativamente reciente es que debe de proporcionar información espacial, acerca de la distribución de los organismos presentes.

### **2.3 Tipos de Inventarios**

Los inventarios pueden clasificarse en tres niveles de intensidad: cualitativos, cuantitativos y relacionales. Los inventarios cualitativos poseen sólo información de presencia-ausencia acerca del grupo o grupos de estudio. Los inventarios cuantitativos identifican tamaños poblacionales, frecuencias distribucionales o presencia en coberturas de gran extensión geográfica, y un inventario relacional es aquel que combina los dos tipos de inventarios anteriores, cualitativos y cuantitativos. Así también, los inventarios se elaboran en diferentes escalas geográficas, dentro de los límites de una unidad de manejo (por ejemplo, predios y municipios), dentro de una región biogeográfica de un país, o tal vez dentro de un continente; este último comprende diferentes regiones biogeográficas. También los inventarios pueden ser

enfocados a uno o varios niveles de detalle, estos pueden ser génicos, especies, comunidades, paisajes y procesos. Los inventarios con mayor detalle (génicos, específicos, y en comunidades), son los realizados dentro de una o dos unidades de manejo (Dennis y Ruggiero, 1996).

#### **2.4 Importancia de los inventarios**

Conocer la identidad y la distribución geográfica de las especies, es quizá el nivel más importante y requerido en los inventarios, ya que se generan datos sobre la presencia o ausencia de especies en un área, información básica con la cuál se comienza a entender la estructura de la comunidad, su función y procesos dentro de la misma (Stork y Samways, 1995).

Los inventarios faunísticos regionales, estatales o nacionales, son herramientas importantes de las cuáles, tanto la comunidad académica y el sector oficial requieren para contar con elementos necesarios para plantear, planear, proponer y promover proyectos sobre la ecología de una especie o de una comunidad en particular o sobre el manejo y la conservación de los recursos naturales de un lugar determinado (Ramírez-Pulido y Mudespacher, 1987).

Cuando se realiza un inventario se presenta cierta complejidad, ya que las especies se consideran unidades dinámicas, es decir, se extinguen, reducen o aumentan sus números poblacionales, reducen o amplían sus áreas de distribución; algunas que se encuentran en el sitio de estudio, pasan desapercibidas y estas se encuentran pobremente representadas y caracterizadas. Otra de las razones de la complejidad de los inventarios en la actualidad, es que las actividades antropogénicas ejercen una presión mayor hacia las especies, siendo así que estas presentan ya un grado de defaunación importante.

Se requiere tener información actual de los inventarios en diferentes localidades, ya que los análisis y tomas de decisión actuales para la conservación y manejo de especies se basan en registros históricos, que no aseguran que aún habiten en la zona, por lo que podemos estar sobreestimando la diversidad.

## **2.5 Dificultades en los inventarios**

Los problemas que se presentan al elaborar un inventario son: 1) la falta de recursos económicos y humanos, 2) la variación en la capacidad y técnica de los individuos que lo realizan, 3) el tipo y cantidad de material con el que se cuenta (debido a que de este depende la intensidad precisión y comprensión de los datos a analizar), 4) la época del año en la que se realiza el muestreo, 5) la carencia de

métodos para comparar la eficiencia entre inventarios, 6) el esfuerzo invertido, 7) los inventarios proveen sólo información temporal acerca de los diferentes elementos catalogados (tal vez este problema en particular, sea el de mayor complejidad para resolver) y 8) la variación en la dedicación y entusiasmo de las instituciones que se encuentran conduciendo a los mismos (Stork y Samways, 1995; Dennis y Ruggiero, 1996; Moreno y Halffter, 2000). Evidentemente la cantidad de presupuesto, la capacidad y técnica del personal, el material con el que se cuenta para elaborar un inventario, siempre varía y es imposible crear una estrategia para regularlo.

A pesar de lo anterior, se pueden superar algunos de los problemas que presentan los inventarios, ya que en la actualidad se han incrementado las propuestas metodológicas para evaluarlos (Moreno, 2001).

Una de estas propuestas la representan las curvas de acumulación de especies, que permiten comparar entre diferentes inventarios, evaluar la eficiencia y complementariedad dentro de un área de estudio. Así, el uso de estas funciones puede ayudar a obtener un mejor muestreo y planeación de protocolos hacia un inventariado eficiente y posteriormente una optimización del tiempo requerido (Moreno y Halffter, 2000).

Pocos países disponen de inventarios completos de los recursos faunísticos con los que cuentan, algunos por poseer fauna poco diversa y otros por tener recursos económicos suficientes. Sin embargo, existen países como México, en los cuáles su diversidad es relativamente bien conocida, no precisamente por el resultado de una planificación, sino más bien por el interés de otros países por conocer la diversidad que impera en nuestra nación (Ramírez-Pulido y Mudespacher, 1987). Dada la carencia de un inventario adecuado para la mayoría de México, es necesario recurrir a proyecciones de diversidad gamma para entender los patrones de la abundancia de especies de mamíferos de México (Fa y Morales, 1998).

## **2.6 Discusión**

La diversidad de mamíferos en México es un tema recurrente y uno de los mejor conocidos en cuanto a fauna silvestre mexicana (Arita, 1993; Arita y León-Paniagua, 1993; Cervantes *et al*, 1994; López-Wilchis y López, 1998; Ceballos *et al*, 2002; Villa *et al.*, 2003). Sin embargo, los diferentes análisis elaborados se basan en especies que presentan registros y distribuciones históricas.

Existe una necesidad inherente por elaborar y mantener inventarios actualizados, debido a que probablemente muchas especies de mamíferos se encuentran desaparecidas localmente, debido a que se encuentran sujetas a

procesos de defaunación importantes (generados principalmente por actividades humanas); lo que lleva a actualizar los inventarios o en su caso evaluar si la fauna de un determinado lugar geográfico se encuentra vigente. En el siguiente capítulo se pretende determinar el estado de la fauna de un bosque templado de Hidalgo.

## **CAPÍTULO 3: Diversidad de la mastofauna terrestre de un bosque templado en Huasca de Ocampo, Hidalgo**

### **3.1 Introducción**

La biodiversidad es una característica compleja de los sistemas biológicos que se manifiesta en diferentes escalas espaciales y temporales (Halffter *et al.*, 2001), por lo que uno de los principales objetivos en ecología y biología en general, es estimar el tipo y número de especies de uno o varios taxones presentes en una área determinada (Ugland *et al.*, 2003). La manera más directa para conocer la diversidad biológica a nivel de especies que hay en una localidad, es realizando un inventario (Halffter *et al.*, 2001).

Cuando se elabora un inventario es preferible muestrear o trabajar con especies indicadoras, o mejor aún, con ensamblajes indicadores debido a que estos responden fácilmente a cambios ambientales, que son relativamente fáciles de medir (Kremen *et al.*, 1993). Un ensamblaje suele ser definido como grupos de individuos relacionados filogenéticamente y que se encuentran dentro de una misma comunidad (Fauth *et al.*, 1996). Debido a que la identificación taxonómica de los mamíferos no es relativamente compleja, cubren un amplio rango de heterogeneidad de hábitats (la clase posee especies con diferente capacidad de movimiento); especificidad de microhabitat, (especialistas a generalistas); conjuntamente ocupan un amplio rango

de micro-habitats y sus técnicas de muestreo están estandarizadas; por lo tanto pueden ser utilizados potencialmente como un grupo indicador (Kremen, 1992).

Existen diferentes métodos confiables y eficientes para una evaluación rápida del ensamblaje de la mastofauna que se encuentran en un determinado lugar; por ejemplo: observaciones indirectas como huellas, excretas, pistas, así como observaciones directas, trayectos en franja, entre otras. (Jones *et al.*, 1996). De la variedad de métodos que existen, el utilizar trampas de cámaras fotográficas ha demostrado ser una herramienta útil que en ocasiones, supera los métodos convencionales para registrar la riqueza específica (Trolle y Kery, 2003). De ésta manera se recomienda elaborar un inventario con el método de cámaras debido a que: 1) no es un método intrusivo, 2) no dependen de las condiciones climáticas y 3) no se necesita experiencia relativa para utilizar y colocar las trampas-cámara (Silviera *et al.*, 2003). Con el muestreo con cámaras se puede llegar a determinar la edad y el sexo de los mamíferos, sin embargo, sólo se ha logrado utilizar con organismos que sean posible de identificar como individuos, como por ejemplo ocelotes y tigres, ya que estos poseen marcas naturales que hacen posible diferenciarlos entre individuos de la misma especie (Karanth y Nichols, 1998; Carbone *et al.*, 2001; Trolle y Kery, 2003).

También con las trampas-cámara se ha llegado a establecer patrones de actividad y uso de hábitat, los cuáles son elementos clave hacia la conservación de la vida silvestre (van Schaik y Griffiths, 1996; Trolle, 2003; Kinnaird *et al.*, 2003).

En biología de la conservación existen pocos trabajos realizados en zonas manejadas, las cuales ocupan cada vez una mayor extensión dentro del país, lo anterior ha generado la necesidad de empezar a estudiar los procesos que ocurren en ellas, debido a que forman parte del paisaje. Esto es de vital importancia pues para poder llegar a conclusiones adecuadas del estado de la fauna silvestre, es necesario tener una perspectiva real de las condiciones en que se encuentran algunas especies tanto en áreas protegidas como en áreas manejadas (Hilty y Merenlender, 2003).

### **3.2 Objetivos**

- Realizar un inventario de los mamíferos terrestres que se encuentran dentro de un bosque templado
- Determinar si el muestreo con cámaras es adecuado para realizar un inventario
- Establecer patrones de actividad de las diferentes especies fotografiadas por el método de trampas-cámara

### 3.3 Área de estudio

El inventario se realizó en una localidad ubicada en el municipio Huasca de Ocampo, Hidalgo (Figura 3.1), que se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: 20° 21' y 20° 06' N; 98° 38' y 98° 27' O. Presenta una altitud promedio de 2,100 msnm y tiene una superficie de 30, 580 hectáreas (Consejo Estatal de Ecología, 1999). Este municipio representa el 1.73% de la superficie del Estado de Hidalgo (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1992). Huasca de Ocampo se ubica al sureste del Estado de Hidalgo y limita políticamente al norte con el Estado de Veracruz, al sur con el municipio de Singuilucan, al este con los municipios de Acatlán y Metepec y al oeste con Omitlán de Juárez y Atotonilco el Grande (Consejo Estatal de Ecología, 1999).



**Figura 3.1.** Mapa de la República Mexicana donde se resalta en primera instancia el Estado de Hidalgo y dentro de este el municipio de Huasca de Ocampo.

Biogeográficamente el municipio se ubica dentro de la provincia Eje Neovolcánico Mexicano (el 85% de su superficie se encuentra en dicha provincia) y la provincia Sierra Madre Oriental (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1992). El relieve municipal es muy variado, en la parte norte presenta planicies y alturas con variaciones entre 2,000 y 2,100 msnm, por otra parte, en el norte-centro existe una depresión tectónica erosiva conocida como la Barranca de Metztlán. Al sur, la superficie se eleva desde 2,300 hasta 3,000 msnm en una serie de montañas altas, conocidas como Sierra de las Navajas (Consejo Estatal de Ecología, 1999).

Los estudios faunísticos realizados para este municipio se basan en listados generales, registros históricos, la nomenclatura de las especies en algunos casos es incorrecta y no se menciona el método utilizado para la identificación de mamíferos; como es el caso de la mastofauna reportada por el Consejo Estatal de Ecología (1999). Sin embargo, se reportan 15 especies de mamíferos terrestres (Cuadro 3.1) para el municipio, de las cuales *Leopardus pardalis nelsoni* es imposible que se encuentre, debido a que ésta subespecie en particular se distribuye en la costa del pacífico (Hall, 1981), al igual que la especie *Nasua nasua* que se distribuye desde Colombia y Venezuela hasta Uruguay y el norte de Argentina (Gompper y Decker, 1998).

En este trabajo se considera que la fauna reportada por Gallina y colaboradores (1974), es una aproximación más real de la mastofauna que potencialmente se puede encontrar dentro del área de estudio (Cuadro 3.2.).

**Cuadro 3.1.** Especies reportadas en el estudio de ordenamiento del Municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo (Consejo Estatal de Ecología, 1999).

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>
Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>
Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys palustris</i>
		<i>Rheithrodontomys fulvescens</i>
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
	Felidae	<i>Felis pardalis nelsoni</i> *
		<i>Leopardus wiedii</i>
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>
		<i>Conepatus mesoleucus</i>
		<i>Mephitis macroura</i>
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>
		<i>Procyon lotor</i>
		<i>Nasua nasua</i> *
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>

Nota: \* Especies de las cuáles se duda seriamente que se encuentre en al área de estudio

**Cuadro 3.2. Especies Reportadas para el Parque Nacional “El Chico”, Hidalgo.** Tomado de Gallina y colaboradores (1974).

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>
Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>
Rodentia	Muridae	<i>Peromyscus truei</i>
		<i>Peromyscus maniculatus</i>
		<i>Microtus mexicanus</i>
		<i>Neotoma mexicana</i>
	Geomyidae	<i>Thomomys umbrinus</i>
	Sciuridae	<i>Glaucomys volans</i>
		<i>Sciurus aureogaster</i>
		<i>Spermophilus variegatus</i>
Carnívora	Canidae	<i>Canis latrans</i>
		<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>
		<i>Mephitis macroura</i>
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>
		<i>Procyon lotor</i>
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>

El inventario se elaboró en una propiedad privada llamada “Rancho Santa Elena” (20° 07’ 53.4” N y 98° 31’ 38.5” E), el cuál tiene una superficie aproximada de 1,000 hectáreas. Dentro de éste, se encuentran tres de las principales elevaciones del municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo: Cerro Encinal (2,740 msnm), Cerro Ladera Grande (2,940 msnm) y Cerro el Horcon (2,920 msnm; Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998).

En cuanto a la Geología del lugar la roca es sedimentaria e ígnea extrusiva, las cuáles pertenecen al periodo terciario; las unidades litológicas reportadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1998) para este sitio son: toba ácida y toba ácida-brecha volcánica ácida.

El clima reportado para esta zona es templado sub-húmedo, con lluvias en verano (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998).

El área de estudio, también se caracteriza por poseer el cuerpo de agua: Presa San Carlos, que desemboca en la corriente de agua “Las animas” (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998)

Las principales formaciones florísticas que se encuentran en el rancho son: a) *bosque de pino*, que se encuentra entre los 2,200 y 3,000 msnm; b) *bosque de*

*encino*, que es la asociación con una mayor extensión y se presenta de los 2,100 a 2,300 msnm; c) *bosque de tlaxcal* que se localiza de los 2,000 a 2,100 msnm y d) *pastizal*, que es una asociación de gramíneas (Consejo Estatal de Ecología, 1999). El bosque en general se encuentra dominado por *Pinus patula*, *P. teocote*, *Quercus crassifolia* y *Juniperus flaccida* (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1992).

### **3.4 Método**

#### **3.4.1 Salidas y trampeo**

Se realizaron 18 salidas al área de estudio durante las cuáles se colocaron 626 trampas del tipo Sherman para la detección de mamíferos pequeños, como roedores y musarañas. El cebo utilizado en cada trampa fue avena impregnada con esencia de manzana o vainilla (Anexo I). Las trampas Sherman se pusieron de manera aleatoria en 15 sitios diferentes dentro del área de estudio (ver Anexo II); así, las trampas se colocaron en forma de gradilla con una distancia entre ellas de 10 metros y se tomaron las coordenadas geográficas en coordenadas UTM con ayuda de un receptor (Garmin's GPS III Plus Personal Navigator). Las trampas se dejaron accionadas durante dos noches y en la segunda noche se colocó cebo nuevamente dentro de cada trampa.

Se reportan índices de abundancia para cada especie de roedor capturado, para establecer de manera cuantitativa que especie es más abundante dentro del área de estudio. Los índices de abundancia se calcularon de la siguiente manera:

$$\text{Índice de abundancia} = \frac{\text{número de roedores capturados}}{\text{noches trampa}}$$

Donde:

Las noches trampa son: el número de trampas Sherman colocadas (626) multiplicado por las noches en las cuáles se dejaron accionadas (2).

Para la detección de mamíferos mayores se utilizaron cámaras fotográficas automáticas las cuales se disparan con un sensor de movimiento; éstas se colocaron en 24 sitios diferentes dentro del área de estudio (ver Anexo III). El criterio de selección para colocar la trampa-cámara fue el de ubicar pasaderos de organismos, escorrentías de agua e indicios indirectos de mamíferos (estercoleros, excretas aisladas y huellas), con el fin de aumentar la probabilidad de tomar registros fotográficos.

Las cámaras se fijaron en árboles con ayuda de cuerdas elásticas, verificando la distancia a la cuál el sensor de movimiento es activado (de 3 a 4 metros aproximadamente), posteriormente se colocó el cebo (manteca o algodón impregnado con esencia de manzana) en un recipiente de plástico redondo (de 2 cm de profundidad y un diámetro de 6 cm) para uniformizar la cantidad de atrayente utilizado.

Cada cámara se programó para registrar la fecha en la cuál es activada y finalmente con ayuda de un receptor GPS, se estableció la posición geográfica en la cuál se dejó encendida cada cámara. Por último, cuando se recogieron las cámaras de cada sitio, se verificó que siguieran funcionando para establecer los días que éstas estuvieron accionadas.

### **3.4.2 Evaluación del inventario**

Para predecir las especies de mamíferos que potencialmente se pueden registrar con el método de trampas-cámara, se utilizaron estimadores no-paramétricos de diversidad alfa: Chao <sub>2</sub>, Jackknife de primer orden 1 y Bootstrap (Moreno, 2001).

El estimador Chao<sub>2</sub> es recomendable cuando se tienen muestras pequeñas y se calcula de la siguiente manera:

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S = Total del número de especies

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

M = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

El estimador Jackknife de primer orden, se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L); este estimador reduce la subestimación del verdadero número de especies en el área de estudio (Moreno, 2001). El estimador anterior se calcula de la siguiente forma:

$$Jack_1 = S + L \frac{m - 1}{m}$$

Donde:

S = Total del número de especies

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

m = número de muestras

El estimador Bootstrap se basa en  $p_j$ , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie  $j$ , pero al parecer este estimador es menos preciso que los tres anteriores (Moreno, 2001).

$$Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Los métodos no paramétricos descritos anteriormente para estimar la riqueza de especies se utilizan cuando sólo se cuenta con datos de presencia-ausencia en las muestras. Asimismo, se utilizan los tres estimadores con la finalidad de que pudieran ser utilizados de manera comparativa con otros estudios. Con los resultados de los estimadores, se elaboró una curva de acumulación de especies, utilizando como unidad de muestreo los días que se dejaron encendidas las diferentes cámaras.

Para calcular los valores de los estimadores de diversidad: Chao 2, Jackknife de primer orden, Jackknife de segundo orden y Bootstrap se utilizaron los algoritmos del programa Estimates 6.0. b1 (Colwell, 2001).

### **3.4.3 Patrones de actividad**

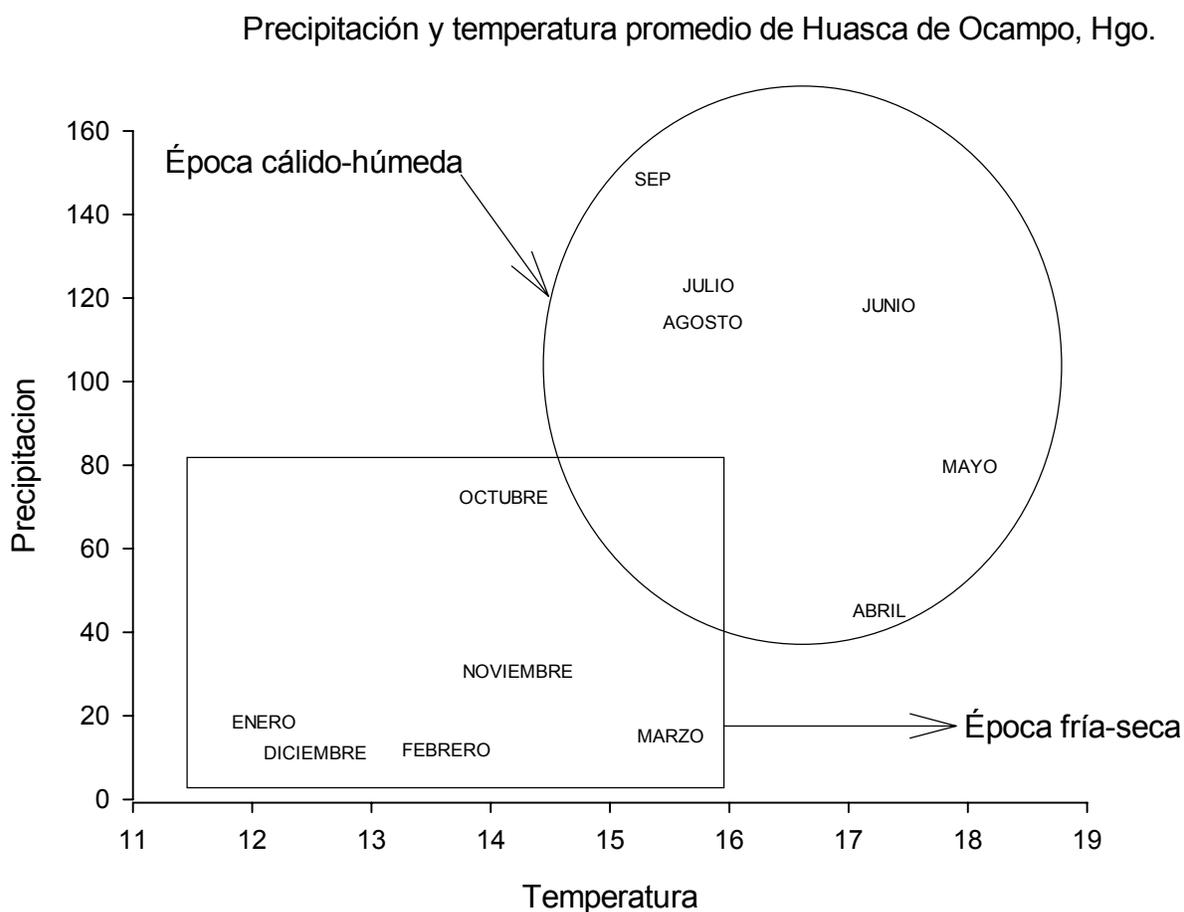
Para establecer el momento del día en el cuál los mamíferos se encuentran activos, se utilizó la orientación e intensidad de la sombra registrada en las diferentes fotos obtenidas mediante trampas-cámara. Así como que se registro la fecha en la que se obtenía el registro del mamífero. La identificación de las diferentes especies fotografiadas fue por medio de guías de campo (Ceballos y Galindo, 1984; Aranda, 2000; Ceballos y Miranda, 2000; Kays y Wilson, 2002).

### **3.4.4 Separación del muestreo en épocas**

Para determinar si las especies de mamíferos registradas variaban durante el año en el que se realizó el muestreo. Se dividió este en dos épocas el año (cálido-húmeda y fría-seca), a partir de la información de temperatura y lluvia total promedio de 1980 a 1999 (datos obtenidos de CAASIM). Posteriormente, para cada época se elaboró una curva de acumulación de especies utilizando como unidad de muestreo los días que se dejaron encendidas las diferentes cámaras.

De esta manera la separación del muestreo mediante cámaras en épocas del año es la siguiente: a) la época fría-seca está formada por los meses de: octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; b) la época cálido-húmedo se

encuentra integrada por lo meses: abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre (Figura 3.2).



**Figura 3.2.** Se utilizó la temperatura y lluvia total promedio de Huasca de Ocampo, Hidalgo (de 1980 a 1999), para separar el muestreo en dos épocas; con el fin de predecir mediante curvas de acumulación en que época se detectan un mayor número de mamíferos terrestres. Los datos fueron tomados de Contingencias Ambientales y Aguas Subterráneas (CASSIM).

### **3.4.5 Otros métodos utilizados para la detección de mamíferos**

Se realizaron observaciones directas y detección por medio de huellas, éstas no se llevaron acabo de manera sistemática y se realizaron conforme se colocaban las trampas del tipo Sherman y cámaras, también se tomó la posición geográfica en coordenadas UTM de los avistamientos logrados.

### **3.4.6 Medidas del paisaje**

Utilizando los datos del GPS de las cámaras (ver anexo III), estas se ubicaron dentro de ortofotos digitales del estado (que corresponden al año 1995). Se utilizó el programa Arc View (Environmental Systems Research Institute, 1992-1999), el cuál permite medir distancias en diferentes unidades para estimar las siguientes variables: a) distancia de la cámara al borde más cercano siguiendo la orografía de la zona, de manera que se siguiera la ruta mas corta por lo que realmente podría transitar los individuos de las especies detectadas para llegar al borde y b) distancia de la cámara al cuerpo de agua más cercano (ambas mediciones se consideraron en metros).

Para generar los trayectos más cortos por donde los individuos pueden acceder a los bordes y cuerpos de agua se utilizó los modelos digitales de elevación de la zona (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática,1995), que

permiten detectar las zonas con pendientes mayores de 20°, las cuales se asume que los mamíferos evitan y rodean.

### **3.4.7 Asociación entre las especies y las medidas paisajísticas**

Tomando la presencia-ausencia de las especies y las medidas del paisaje (distancia al borde y cuerpos de agua más cercanos), se calculó la probabilidad en que ocurría una especie en particular con respecto a las dos variables paisajísticas y la presencia ausencia del resto de las especies.

La relación de probabilidad se elaboró mediante regresiones logísticas por pasos (las cuáles son una extensión de la regresión múltiple y se utiliza cuando la variable dependiente es binomial). La finalidad de utilizar este estadístico es que permite encontrar una relación entre variables dicotómicas (presencia/ausencia, vivo/muerto, etc.) y variables continuas (pero no necesariamente deben serlo). Por lo que esté estadístico también, predice la probabilidad de que un evento suceda basado en la combinación de las variables predictoras (Norman y Streiner, 2000).

Se utilizó la presencia-ausencia de cada especie como la variable dependiente y como variables independientes los datos de las medidas paisajísticas (distancia en metros al borde y cuerpo de agua más cercano) y los datos de presencia-ausencia

de las especies restantes (*Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus*, *Dasypus novemcinctus*, *Sylvilagus floridanus*, *Peromyscus maniculatus*, *Sciurus oculatus*, *Odocoileus virginianus*). La estimación de los parámetros de la regresión se hizo utilizando el programa Stat View (SAS Institute Inc., 1992-1998).

### 3.5 Resultados

Con los diferentes métodos utilizados se identificaron un total de diez especies silvestres de mamíferos y una doméstica. Con respecto a las 626 trampas tipo Sherman colocadas se logró capturar dos especies de roedores (Cuadro 3.3). El roedor más abundante dentro del área de estudio es *Peromyscus maniculatus*, de esta especie se capturaron 80 individuos (41 machos y 39 hembras) y tiene un índice de abundancia de 0.0632. El roedor con menor abundancia dentro del área de estudio es *Microtus mexicanus*, de esta especie se capturaron 2 individuos (un macho y una hembra) y tiene un índice de abundancia de 0.0001.

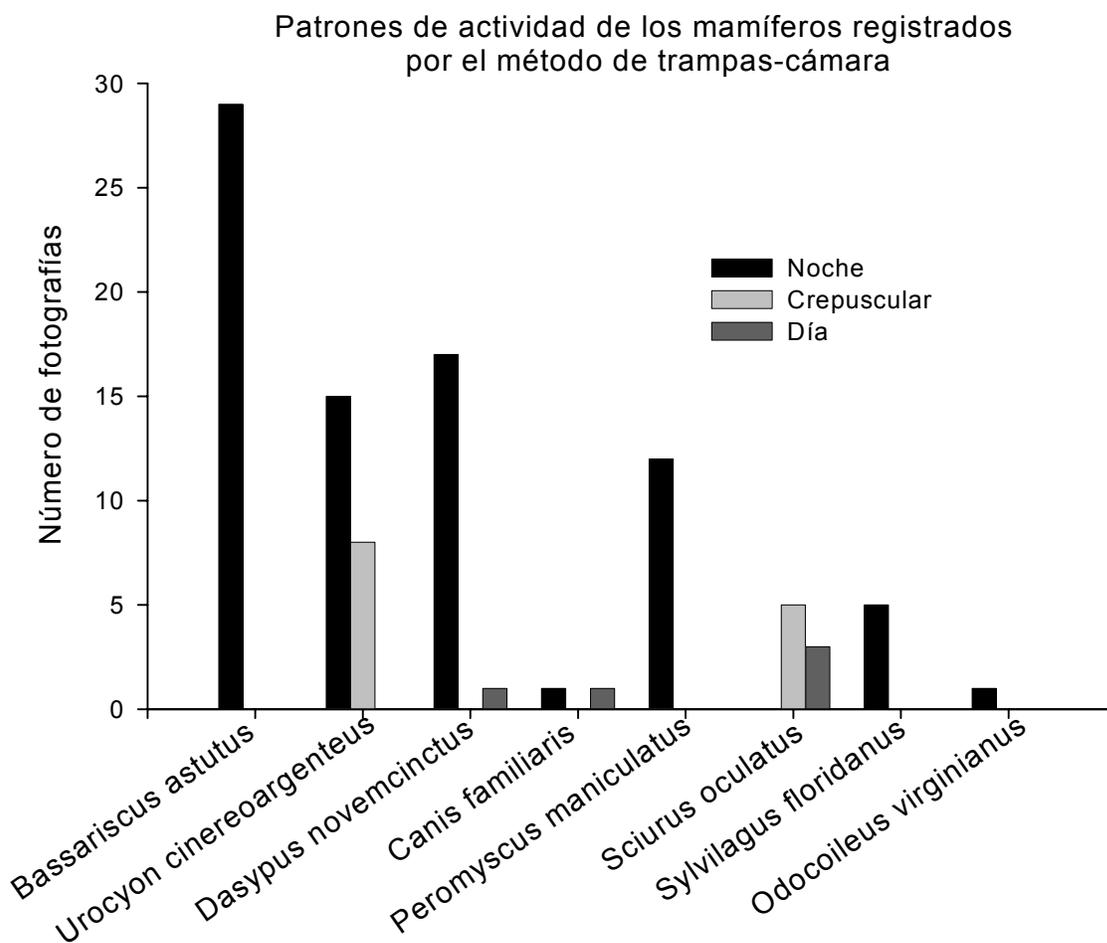
El método de registro más eficiente fue el de cámaras fotográficas automáticas, en las que se registró el mayor número de especies (siete especies silvestres y una doméstica). Mediante observaciones directas se registraron cuatro especies y una más fue detectada por medio de huellas (Cuadro 3.3).

**Cuadro 3.3.** Especies de mamíferos terrestres registrados en el área de estudio por los diferentes métodos utilizados. Se muestra también el orden y nombre común de cada especie.

Orden	Especie	Método de registro	Nombre común
Xenarthra	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Cámaras	Armadillo
Lagomorpha	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Observación directa y cámara	Conejo
Rodentia	<i>Microtus mexicanus</i>	Trampas del tipo herman	
	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Trampas del tipo sherman y cámara	
	<i>Sciurus oculatus</i>	Observación directa y cámara	Ardilla
Carnívora	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Cámaras	Zorra gris
	<i>Canis familiaris</i>	Cámaras	Perro
	<i>Mustela frenata</i>	Observación directa	Onza, martha
	<i>Bassariscus astutus</i>	Cámaras	Cacomixtle
	<i>Procyon lotor</i>	Huellas	Mapache
Artiodactyla	<i>Odocoileus virginianus</i>	Observación directa y cámara	Venado cola blanca

Las cámaras fotográficas automáticas registraron a: *Dasyus novemcinctus*, *Sylvilagus floridanus*, *Peromyscus maniculatus*, *Sciurus oculatus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus*, y *Odocoileus virginianus* (Anexo IV), con un esfuerzo invertido de 399 días-cámara (días que se dejaron encendidas las cámaras

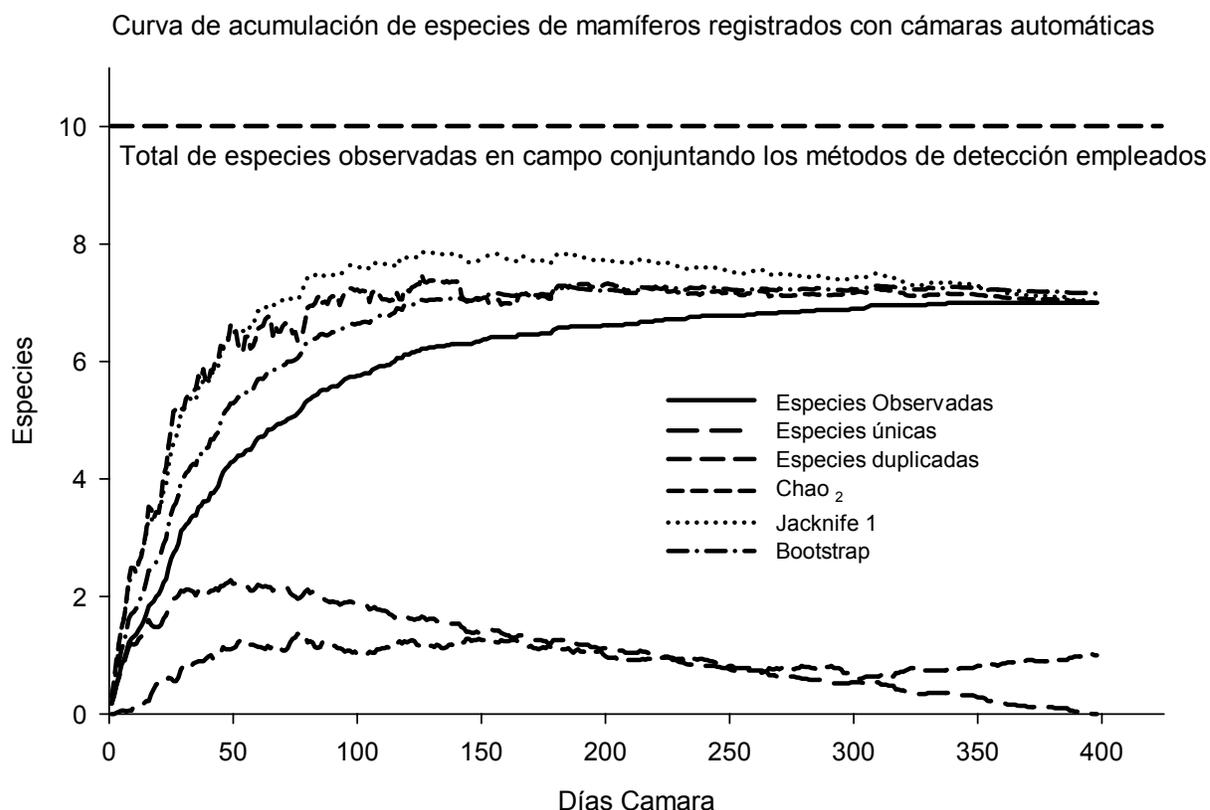
en 24 sitios distintos). Con éste método se obtuvieron un total de 98 registros fotográficos (Anexo V) y la actividad de las especies (Figura 3.3).



**Figura 3.3.** La mayoría de las especies registradas presentan un patrón de actividad nocturno.

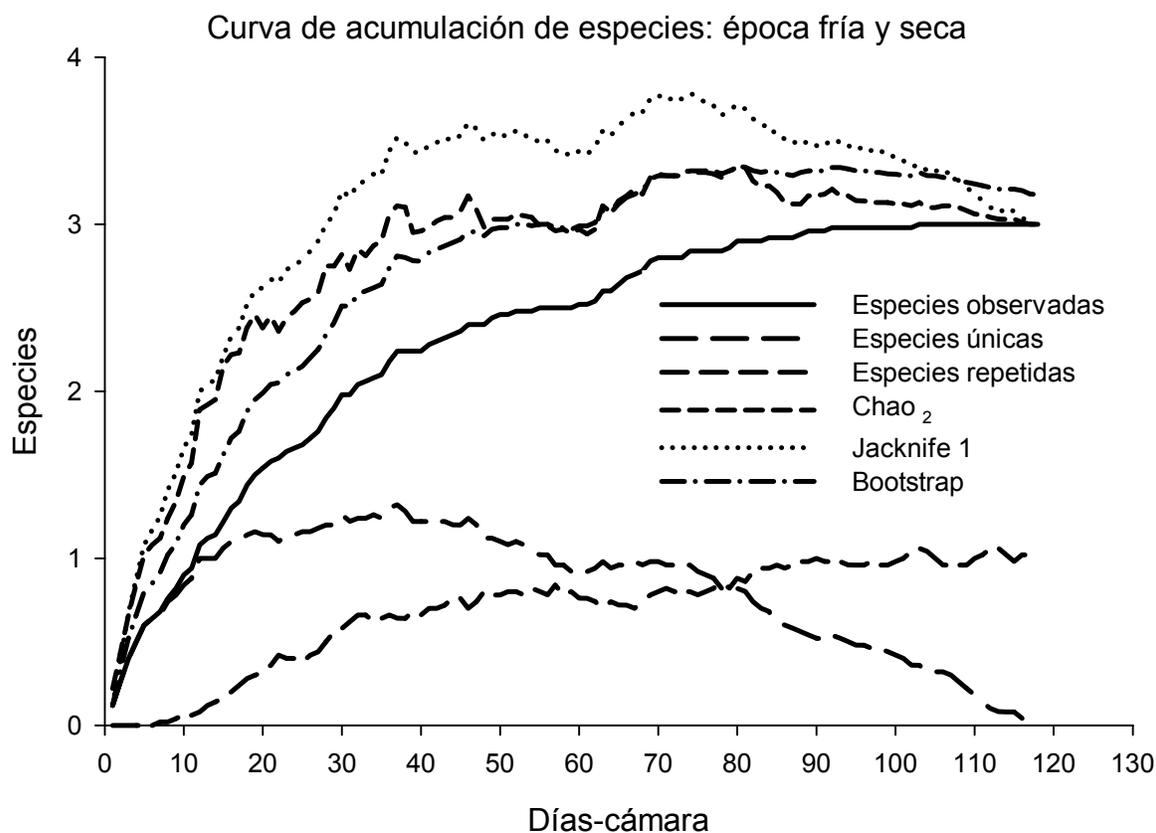
Los estimadores no-paramétricos de diversidad alfa Chao<sub>2</sub>, Jackknife de primer orden y Bootstrap estiman en siete las especies de mamíferos terrestres en la localidad. Con respecto a los modelos de predicción mediante curvas de

acumulación de especies, el método de trampas-cámara ha registrado la totalidad de especies de mamíferos terrestres dentro del área de estudio; debido a que los diferentes estimadores (Chao<sub>2</sub>, Jackknife de primer orden y Bootstrap) han alcanzado una asíntota con respecto al esfuerzo de muestreo, es decir con éste método no se espera registrar otra especie (Figura 3.4).



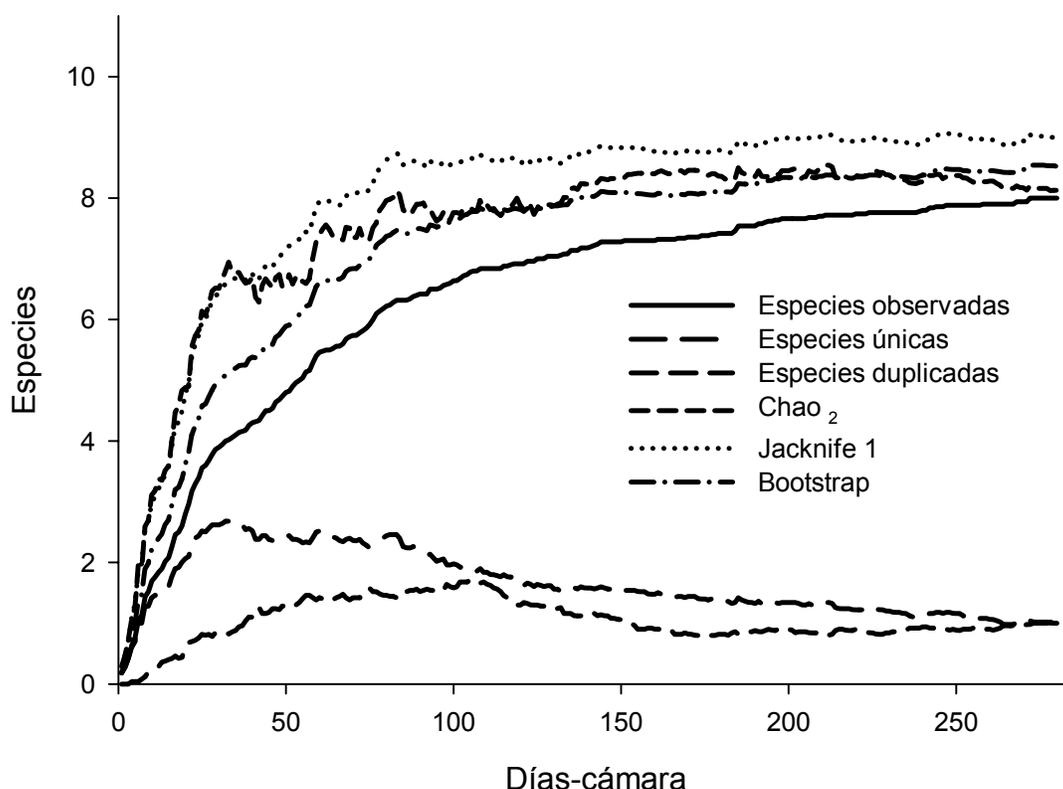
**Figura 3.4.** Curva de acumulación de especies de mamíferos del “Rancho Santa Elena” utilizando diferentes estimadores de diversidad alfa (Chao<sub>2</sub>, Jackknife de primer orden y Bootstrap). Nótese que los diferentes estimadores utilizados estiman como máximo siete especies en el área de estudio, por lo que estos subestiman el número de especies real en el área de estudio.

En la época fría-seca los estimadores de diversidad alfa Chao 2, Jacknife de primer orden y Bootstrap, predicen que en ésta época se encuentran tres especies en el área de estudio (Figura 3.5). En la época cálido-húmeda los estimadores predicen nueve especies, con excepción de Chao 2 el cuál predice 8.13 especies en el área de estudio (Figura 3.6).



**Figura 3.5.** Curva de acumulación de especies con un esfuerzo de muestreo de 118 días cámara. Nótese que los diferentes estimadores de diversidad estiman tres especies dentro del área de estudio.

Curva de acumulación de especies: época cálido-húmedo



**Figura 3.6.** Curva de acumulación de especies con un esfuerzo de 290 días cámara. Los estimadores de diversidad en esta época estima un mayor número de especies que en la época fría-seca.

Con respecto a las diferentes regresiones logísticas elaboradas, se encontró sólo una relación significativa entre la especie *Bassariscus astutus*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Dasyus novemcinctus*. En el primer caso se detecta una relación con *Urocyon cinereoargenteus* y *Dasyus novemcinctus* ( $p = 0.0251$ ,  $p = 0.055$ ; con un coeficiente exponencial de 15.802 y 12.634, respectivamente; ver

cuadro 3.4). Es decir, en el sitio en el que se registra *B. astutus* existe una probabilidad del 15.8 % de registrar a *U. cinereoargenteus* y una probabilidad del 12.6% de registrar a *D. novemcinctus*. Mientras que en el caso de *U. cinereoargenteus* esta especie solo se encuentra asociada a *B. astutus* y lo mismo pasa en el caso de *D. novemcinctus*.

**Cuadro 3.4.** Modelo de regresión logística utilizando la presencia o ausencia de *Bassariscus astutus* para determinar las variables independientes que esta asociadas a la probabilidad de detección en los 24 sitios en donde se colocaron las trampas-cámara.

Variable	Error estándar	Valor de P	R	Coefficiente exponencial
Constante ( <i>B. astutus</i> )	1.058	0.0244	-0.307	0.092
<i>Dasyus novemcinctus</i>	1.325	0.0555	0.226	12.634
<i>Urocyon cinereoargeteus</i>	1.232	0.0251	0.304	15.802

### 3.6 Discusión

Debido a que se registraron sólo dos especies de pequeños mamíferos (*Peromyscus maniculatus* y *Microtus mexicanus*) y se invirtió un esfuerzo de

muestreo considerable (626 trampas del tipo Sherman accionadas durante dos noches) dentro de la zona, se garantiza que dentro del área de estudio ésta es la diversidad de roedores. Donde la especie *P. maniculatus* es la especie dominante, dentro de la localidad.

En el caso de los mamíferos medianos se registraron ocho especies silvestres, de las cuáles se encontró que las especies con un mayor número de registros fotográficos en la localidad fueron *Bassariscus astutus*, *Dasyus novemcinctus*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Peromyscus maniculatus*. Las especies con un menor número de fotografías fueron *Sylvilagus floridanus*, *Sciurus oculatus* y *Odocoileus virginianus* (ver anexo V).

Las curvas de acumulación de especies utilizando estimadores de diversidad alfa (Chao 2, Jackknife de primer orden y Bootstrap) indican que mediante el uso de cámaras, se ha registrado en su totalidad la riqueza específica de mamíferos terrestres en el área de estudio (Figura 3.4). Sin embargo, las predicciones de los estimadores se encuentran subestimando la riqueza específica del lugar, debido a que mediante las diferentes técnicas utilizadas se registraron 10 especies silvestres en el predio y mediante el método de cámaras sólo siete; de otra manera también se reporta un mayor número de especies de mamíferos terrestres dentro del área de estudio por el Consejo estatal de Ecología (1999).

La subestimación de la riqueza mediante los modelos (Chao<sub>2</sub>, Jackknife de primer orden y Bootstrap) podría explicarse por : 1) La selección de los sitios donde se colocaron las cámaras y los cebos utilizados sesgan el tipo de especies que se pueden registrar (a pesar de que las cámaras se colocaron en pasaderos y escurrientias de agua para evitar un efecto por el atrayente utilizado), 2) la densidad poblacional de las especies que faltan por registrar es tan baja, que la posibilidad de captura fotográfica es reducida y 3) el número de individuos de las especies más abundantes provocan que la curva subestime la riqueza específica del área de estudio (Thompson y Withers, 2003).

En el caso de *Procyon lotor* se descarta como una especie que afecte la subestimación de la riqueza empleando curvas de acumulación de especies, ya que el muestreo con cámaras se realizó hacia el interior del bosque, siendo que este organismo vive en hábitats con agua durante todo el año, como por ejemplo: riberas de ríos, lagos, lagunas, pantanos y esteros (Ceballos y Miranda, 2000), por lo que la probabilidad de su registro con cámaras es reducida por la ubicación física de la cámara.

Con respecto a las curvas elaboradas para cada época del año (Figura 3.5 y 3.6), la diferencia en la predicción del número de especies potenciales a encontrar

dentro del área de estudio, por los diferentes estimadores de diversidad (Chao <sub>2</sub>, Jackknife de primer orden y Bootstrap) calculados, probablemente se debió a que el esfuerzo de muestreo en ambas épocas (fría-seca y cálido-húmedo) es diferente, sesgando el resultado de las especies esperadas para el sitio. Pero principalmente el método empleado (trampas-cámara) se mejoró conforme se incrementó el muestreo.

Como se esperaría en el caso de los mamíferos se encuentra que la mayoría de las especies presentan un patrón de actividad nocturno (*Bassariscus astutus*, *Peromyscus maniculatus*, *Sylvilagus floridanus* y *Odocoileus virginianus*), mientras que dos especies presentan actividad tanto en el día como en la noche, (también llamadas catemerales) e incluyen: *Urocyon cinereoargenteus* y *Dasypus novemcinctus*. Ésta última (*D. novemcinctus*) presentó solo un registro durante el día. Por último, la especie que sólo presenta actividad en el día (diurna) es *Sciurus oculatus* (Figura 3.3).

En lo que se refiere a *Odocoileus virginianus* se no se cuenta con la evidencia necesaria para determinar si los individuos presentes en el área de estudio sean los remanentes de poblaciones locales de venados o si se tratan de individuos que se han escapado de un rancho cinegético aledaño.

Los resultados de la regresión logística muestran que en el caso del cacomixtle (*B. astutus*) éste parece que comparte los hábitats que ocupan tanto los armadillos como las zorras, lo que implica que existe una probabilidad de que se fotografíen en el mismo sitio en donde se colocaron las cámaras. Mientras que los hábitats que utilizan los armadillos (*D. novemcinctus*) es diferente del que utilizan las zorras (*U. cinereoargenteus*), de ahí que estas especies no se afecten de manera significativa en la probabilidad de encontrarse en el mismo sitio en el cuál se registraron mediante cámaras.

En este estudio se adicionan cuatro nuevos registros para Huasca de Ocampo, Hidalgo y son: *Sylvilagus floridanus*, *Peromyscus maniculatus*, *Microtus mexicanus* y *Sciurus oculatus*.

Por otro lado, si las especies reportadas por el Consejo Estatal de Ecología (15 especies; 1999) y Gallina y colaboradores (18 especies; 1974) se encuentran dentro del área de estudio, aquellas no registradas en este inventario (por ejemplo *Canis latrans*, *Thomomys umbinus*, y *Glaucomys volans*) son especies que presentan densidades poblaciones pequeñas y/o tal vez se encuentren desaparecidas localmente. Por lo que estas especies probablemente se encuentran sufriendo un proceso de defaunación importante al menos dentro del área de estudio.

El no registrar a especies como *D. virginiana*, *C. mesoleucus* y *M. macroura* reportadas por: Gallina y colaboradores (1999) y el Consejo Estatal de Ecología (1974), probablemente se debe a que el muestreo para la detección de mamíferos mayores se realizó sólo hacia el interior del bosque, siendo que las especies anteriores muestran preferencias por pastizales, matorrales, zonas desmontadas, tierras de cultivo e inclusive basureros (Ceballos y Miranda, 2000). Una alternativa posible para registrar las especies anteriores sería construir soporte metálicos para fijar las cámaras y colocarlas en zonas cercanas a los bordes del bosque.

La carencia de registros de *Lynx rufus* dentro del área de estudio, se debe a que esta especie utiliza extensas áreas de actividad que presenten un buen estado de conservación para satisfacer sus necesidades, el área de estudio y las zonas aledañas se encuentra desde hace tiempo bajo una intensa actividad humana provocando que sean muy pequeñas las áreas que se encuentran conservadas, por lo que la probabilidad de encontrar esta especie en la localidad es escasa. En el caso de *Leopardus . wiedii* se duda que se encuentre en el área de estudio, debido a que habita en zonas tropicales y prefieren las selvas con una cobertura vegetal muy densa, en donde abundan árboles grandes (Ceballos y Miranda, 2000); sin embargo, su distribución abarca parte del sureste del Estado Hidalgo (Oliveira, 1998).

En el caso particular de no registrar a *Spermophilus variegatus*, quizá se debe a que esta especie vive en zonas rocosas, como por ejemplo laderas rocosas, cañones, arroyos y acantilados; por lo que el trapeo con cámaras se debe de colocar en las zonas anteriores (Oaks *et al.*, 1987) .

Al parecer las trampas-cámara sólo pueden ser utilizadas con mamíferos de talla grande y que sea posible de identificar individualmente. Sin embargo, confirman ser una herramienta poderosa, ya que las especies registradas por este método indudablemente se encuentran dentro del área de estudio y se minimiza el error al identificarlas. No obstante, existen ciertas limitaciones con especies de talla pequeña y que carecen de marcas naturales (manchas, cicatrices, pelaje, etc.) para identificarlas individualmente.

### 3.7. Conclusiones

- Se reportan un total de diez especies de mamíferos silvestres: *Dasyopus novemcinctus*, *Sylvilagus floridanus*, *Microtus mexicanus*, *Peromyscus maniculatus*, *Sciurus oculatus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Mustela frenata*, *Bassariscus astutus*, *Procyon lotor* y *Odocoileus virginianus*.
- El método con más de registro fue el de trampas-cámara ya que se logró registrar siete especies silvestres y una doméstica; sin embargo, con éste

método se subestima la diversidad de mamíferos terrestres ya que no registró especies detectadas por otro método utilizado.

- El recurrir a cámaras fotográficas para realizar un inventario de mamíferos medianos es una herramienta útil, sin embargo, se presentan problemas para la detección de especies de talla pequeña (como por ejemplo roedores).
- El patrón de actividad para la mayoría de las especies reaportadas tiende a ser nocturno.
- La especie *Bassariscus astutus* comparte los hábitats que ocupan *Urocyon cinereoargenteus* y *Dasyopus novemcinctus*.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez, T., Álvarez-Castañeda, S. T y M. González-Escamilla. 1997. *Localidades típicas de mamíferos terrestres de México*. México. D. F.: Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste, S. C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.
- Aranda, M. 2000. *Huellas y rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Xalapa: Instituto de Ecología, A. C.
- Arita, T. A. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. *In Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. (ed. R. A. Medellín, & G. Ceballos), pp. 109-128. México, D. F.: Publicaciones Especiales Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C.
- Arita, T. A y León-Paniagua. L. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. *Ciencias* 7:13-22
- Arita, H. T., Figueroa, A. Frisch, P. Rodríguez y K. Santos-del-Prado. 1997. Geographical range size and the conservation of mexican mammals. *Conservation Biology* 11: 92-100.
- Asociación Mexicana de Mastozoología. 2001. [www.geocites.com/ammac\\_2001/index1.html](http://www.geocites.com/ammac_2001/index1.html). Consultada el 22/06/04.

- Baker, R. H. y B. Villa R. 1953. Mamíferos registrados por primera vez en el Estado de Hidalgo. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 14: 149-150.
- Barrón, G. R. 1992. *Contribución al conocimiento de la mastofauna del Estado de Hidalgo: Un enfoque educativo*. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de estudios profesionales Iztacala. México. UNAM.
- Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J. R., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnaird, M., Laidlaw, R., Lynam, A., Macdonald, D. W. Martyr, D., McDougal, C., Nath, L., O'Brien, T., Sidensticker, J., Smith, D. J. L., Sunquist, M., Tilson, R., y W. N. Wan Shahrudin 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4: 75-79.
- Ceballos, G. G. y C. L. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. México, D. F.: LIMUSA.
- Ceballos, G y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco, México. México.: Fundación Ecológica de Cuixmala-UNAM.
- Ceballos, G. y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II. Patrones de endemidad. *In Avances en el estudio de los mamíferos de México*. (ed. Medellín, R. A & G. Ceballos), pp. 87-106. México D. F.: Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C.

- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, y R. A. Medellín. 2002. Mamíferos de México. *In: Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales* (ed. G. Ceballos y J. A. Simonnetti) pp. 377-413. México, D. F.: CONABIO-UNAM.
- Cervantes, A. F., A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. *Anales del Instituto de Biología* 65(1): 177-190.
- Colwell, R. K. 2001. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 6.01 bl. User`s guide and application (<http://viceroy.eelo.uconn.edu/estimates>).
- Consejo Estatal de Ecología. 1999. Ordenamiento ecológico territorial de Huasca de Ocampo. México: COEDE.
- Dennis, G. J y M. A. Ruggiero. 1996. Biodiversity inventory: building an inventory at scales from local to global. *In Biodiversity in managed landscapes: theory an practice.*(ed. Sazaro, C. R. & D. W. Johnston),pp.149-156. New York, USA: Oxford.
- Environmental Systems Research Institute, Inc. 1992-1999. *Arc View GIS* 3.2.
- Fa, E. J y L. M. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. *In Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.* (ed. Ramamoorthy, T. P., Bye, R., A. Lot & J. Fa), pp. 315-352. México, D.F.: Instituto de Biología. UNAM.

- Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M. Resetarits, W. J., Van Buskirk, J. y S. A. McCollum. 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *The American Naturalist* 147: 282-286.
- Flores, V. O y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. México: CONABIO-UNAM.
- Gallina, T. P., González, R. F., Mountal, F. R. y S. C. Tello. 1974. *Bases para la reconstrucción del Parque Nacional "El Chico" Hidalgo, México*. México, D. F.: Facultad de Ciencias-Biología.UNAM.
- Gompper, E. M. y D. M. Decker. 1998. Nasua nasua. *Mammalian Species*. 508: 1-9.
- Guevara-Chumacero, L. M., R. López-Whilchis y V. Sánchez-Cordero. 2001. 105 años de investigación mastozoológica en México (1890-1995): una revisión de sus enfoques y tendencias. México: Acta Zoológica Mexicana, nueva serie.
- Halffter, G., C. E. Moreno y E. O. Pineda. 2001. *Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera*. M y T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 2. Zaragoza, 80 pp.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. U.S.A.: A Wiley-Interescience Publication.
- Hilty, J. y M. A. Merenlender. 2003. Studying biodiversity on private lands. *Conservation Biology* 17: 132-137.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1992. *Síntesis Geográfica del estado de Hidalgo*. Aguascalientes, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1995. F14d82me.bil.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1998. *Cuaderno estadístico municipal Huasca de Ocampo, estado de Hidalgo (edición 1997)*. Aguascalientes, México. 145
- Jones, C., McShea, J. W., Conroy, J. M. y T. H. Kunz. 1996. Capturing mammals. *In Measuring and monitoring biological diversity (standard methods for Mammals)*. (ed. Wilson, E. D., Cole, R. F., Nichols, D. J., Rudran, & R. S. M. Foster), pp. 115-155. U. S. A.: Smithsonian Institution Press.
- Karanth, U. K y J. D. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852-2862.
- Kays, W. R. y Wilson, E. D. 2002. *Mammals of North America*. U. S. A.: Princeton University Press.
- Kinnaird, F. M., Sanderson, W. E., Obrien, G. T., Wibisono, T. H. y G. Woolmer. 2003. Deforestation trends in a tropical landscape and implications for endangered large mammals. *Conservation Biology* 17: 245-257.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2: 203-217.

- Kremen, C., Colwell, R. K., Erwin, T. L., Murphy, D. D., Noss, R. F. y M. A. Sanjayan. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7: 796-808.
- López-Wilchis, R. y J. López-Jardínez. 1999. *Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá*. México: UAM.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza, 84pp.
- Moreno, C. E. y G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37: 149-158.
- Norman, G. y D. Streiner. 2000. *Biostatistics: the bare essentials*. Canadá: BC Decaer.
- Oaks, C. E., Young, J. P., Kirklnad. L. G., y F. D. Schmidt. 1987. Spermophilus variegatus. *Mammalian Species*. 272: 1-8.
- Oliveira, G. T. 1998. Leopardus wiedii. *Mammalian Species*. 579: 1-6.
- Ramírez-Pulido, J. y C. Mudespacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencia* 38: 49-67.
- Ramírez-Pulido, J., Britton, M. C., Perdomo, A. y A. Castro. 1986. *Guía de los mamíferos de México*. México.: Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- Revista Mexicana de Mastozoología. 2001. Vol. 5.

- Rodríguez, P., Soberón, J., y H. T. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 89: 241-259.
- Sánchez-Rojas, G. y C. Moreno. 2002. *Diversidad de mamíferos del estado de Hidalgo: ¿Qué tanto conocemos?*. Oaxaca, México: Memorias del VI Congreso Nacional de Mastozoología.
- SAS Institute Inc. 1992-1998. *StatView for windows*. Version 5.0.1.
- Silviera, L., Jácomo, T. A. A. y J. A. F. Diniz-Filho. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114, 351-355.
- Stork, N. E. y M. J. Samways. 1995. Inventoring and monitoring. *In Global Biodiversity Assessment*.(e.d. Heywood, V. H. y R. T. Watson), pp.457-517 Gran Bretaña: UNEP.
- Thompson, G. G. y P. C. Withers. 2003. Effect of species richness and relative abundance on the species accumulation curve. *Austral Ecology* 28: 355-360.
- Toledo, M. V y A. Castillo. 1999. La ecología en latinoamérica: siete tesis para una ciencia pertinente en una región en crisis. *Interciencia* 24: 157-168pp.
- Trolle, M. 2003. Mammal survey in the southeastern Pantanal, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 12: 823-836.

- Trolle M. y Kery, M. 2003. Estimation of ocelot density in the pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mamalogy* 84: 607-614.
- Ugland, I. K., S. J. Gray y K. E. Ellingsen. 2003. The species-accumulation curve and estimation of species richness. *Journal of Animal Ecology* 72, 888-897.
- Van Schaik, P. C. y M. Griffiths. 1996. Activity periods of Indonesian rain forest mammals. *Biotropica* 28: 105-112.
- Villa, R. B. y Cervantes, A. F. 2003. Los mamíferos de México. México, D. F.: UNAM-Grupo Editorial Ibero América, S.A. de C. V.

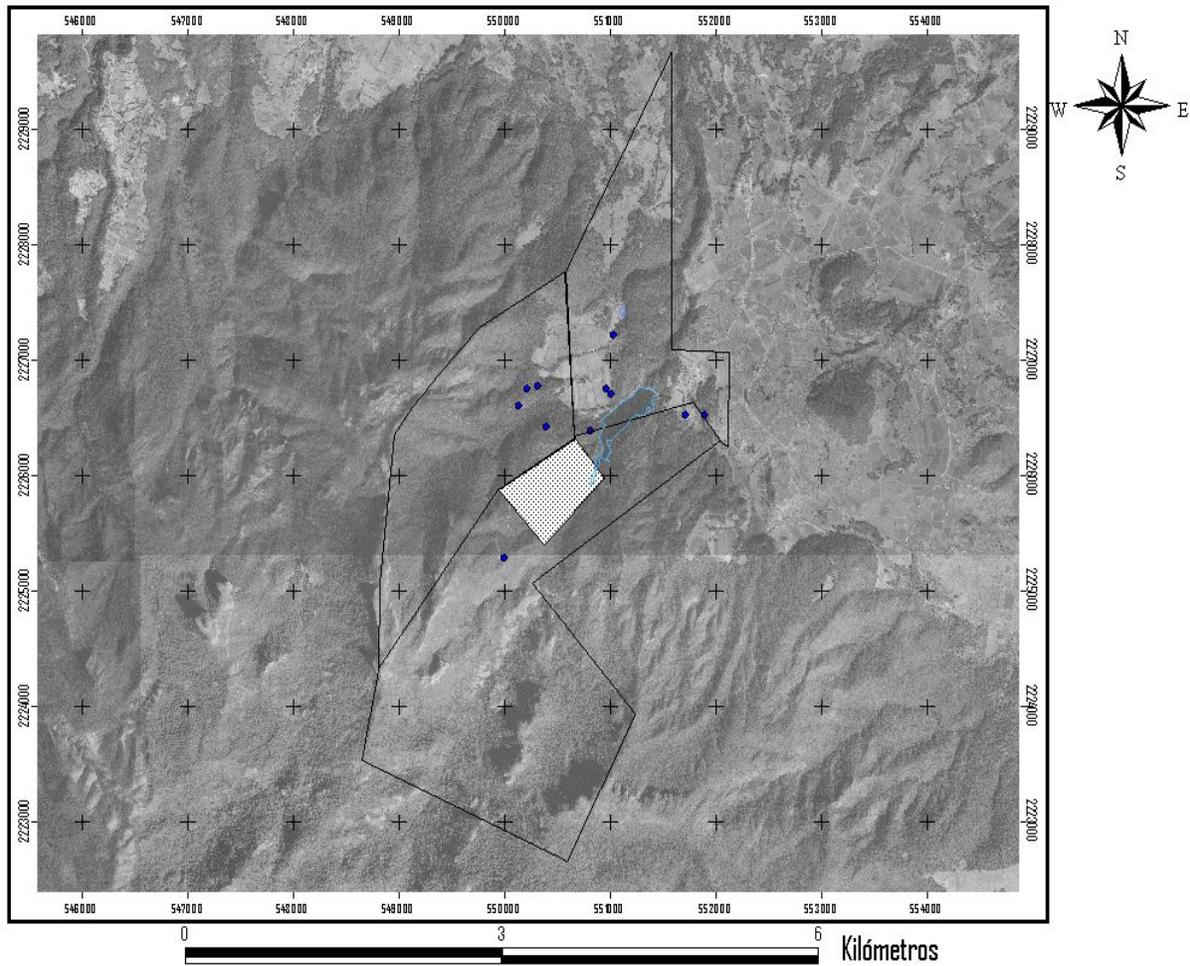
## ANEXO I

Trampas del tipo Sherman colocadas en diferentes sitios dentro del área de estudio

Fecha	Posición geográfica (UTM)		# de Trampas
	Norte	Este	
07/03/03	2226736	550947	39
al	2227204	551018	40
09/03/03	2226690	550991	40
	2226505	551882	39
	2226511	551704	40
09/05/03	2227204	551018	40
al	2226690	550991	40
11/05/03			
01/07/03	2226584	550117	50
al	2226738	550195	50
03/07/03	2226757	550306	50
01/08/03	2226374	550806	27
al			22
03/08/03	2226407	550378	50
26/09/03	2225946	550295	50
al	2225273	549984	49

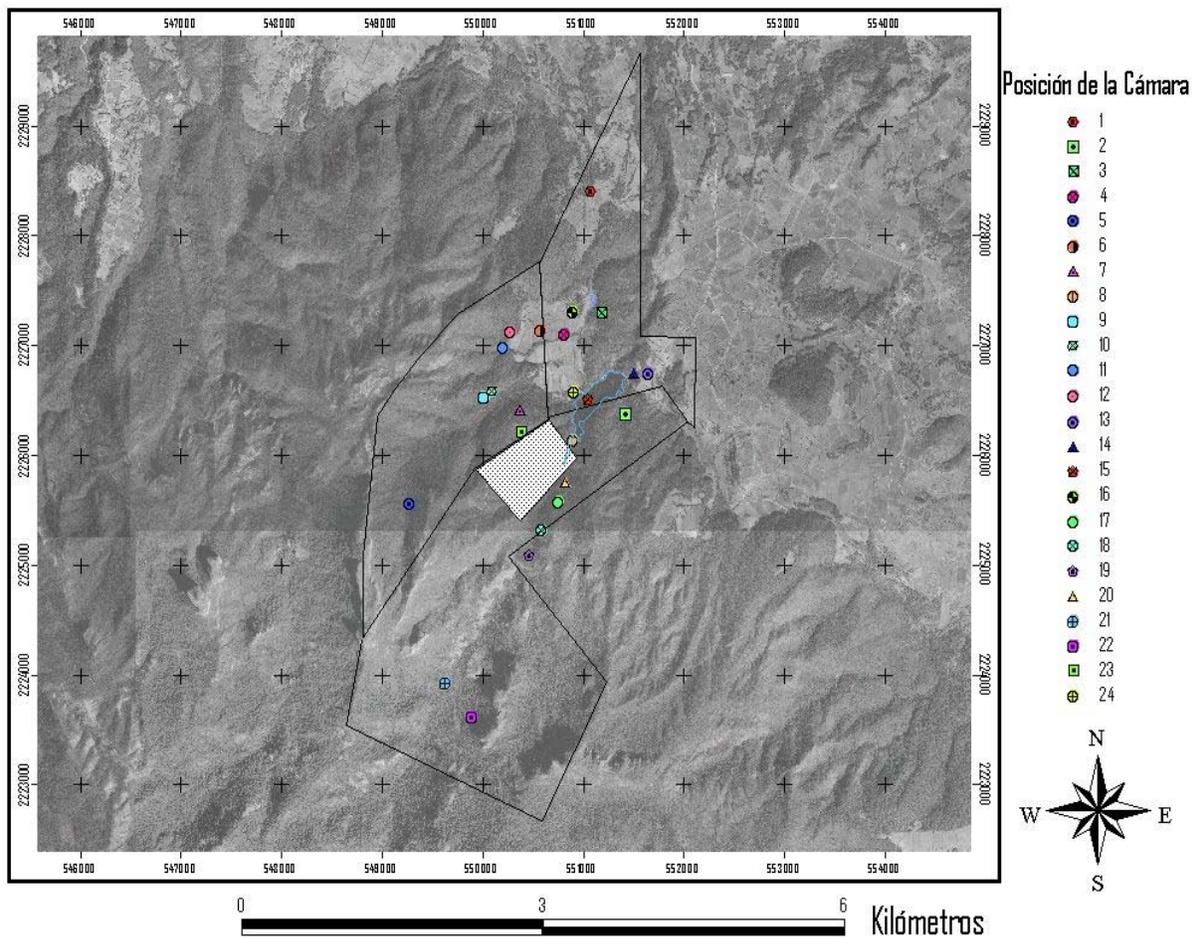
**ANEXO II**

Distribución espacial de los sitios en donde se colocaron las trampas del tipo Sherman en el área de estudio. La región marcada en el centro representa otro predio del municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo.



ANEXO III

Distribución espacial de las trampas-cámara colocadas en el área de estudio



**ANEXO IV** Registros fotográficos de las diferentes especies reportadas



*Urocyon cinereoargenteus*



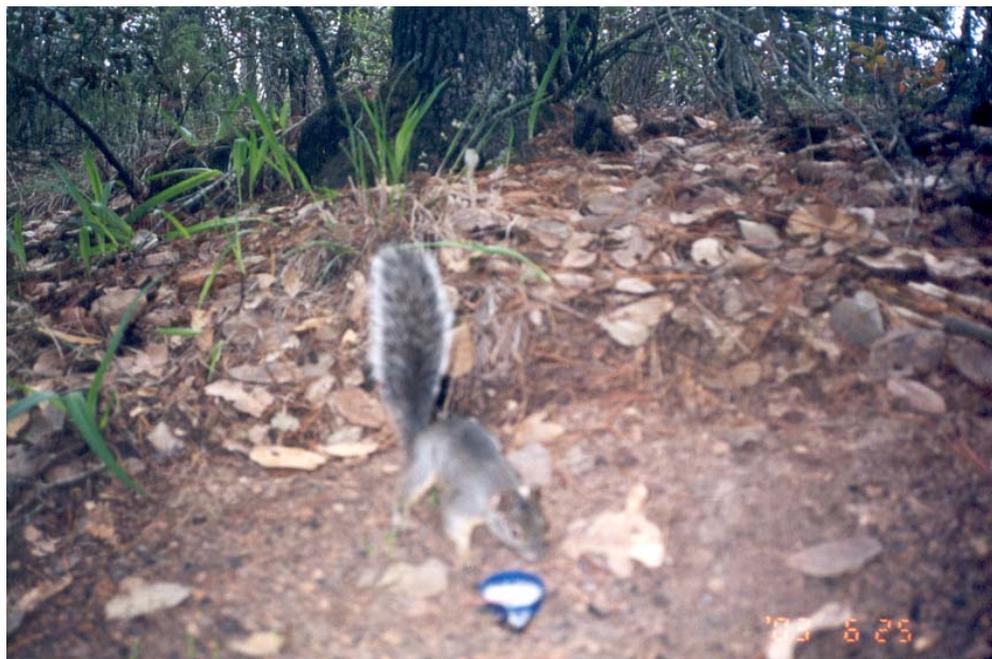
*Bassariscus astutus*



*Dasypus novemcinctus*



*Peromyscus maniculatus*



*Sciurus oculatus*



*Sylvilagus floridanus*



*Cuartos traseros de Odocoileus virginianus*

**ANEXO V**

Patrones de actividad y número de fotos por especie de mamíferos registradas por el método de trampas-cámara

Especie	Momento		
	Noche	Día	
		Crepuscular	Día
<i>Bassariscus astutus</i>	29		
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	15	8	
<i>Dasypus novemcinctus</i>	17		1
<i>Canis familiaris</i>	1		1
<i>Peromyscus maniculatus</i>	12		
<i>Sciurus oculatus</i>		5	3
<i>Sylvilagus floridanus</i>	5		
<i>Odocoileus virginianus</i>	1		
<i>Total</i>	80	13	5