



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO  
DE HIDALGO**

---

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**ENSAMBLAJE DE MAMÍFEROS TERRESTRES EN UN BOSQUE  
TEMPLADO EN ÁREAS BAJO DIFERENTE MANEJO  
FORESTAL, EN HUASCA DE OCAMPO, HIDALGO, MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

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

**JONATAN JOB MORALES GARCÍA**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. GERARDO SÁNCHEZ ROJAS**

**PACHUCA DE SOTO, HIDALGO**

**2007**

## **DEDICATORIA**

A mis amados padres Ángel  
y Silvia por darme la oportunidad de  
salir adelante. Gracias por el amor,  
el apoyo y la confianza.

A mis hermanos Daen y  
Angélica por soportarme, apoyarme  
y rockear, pero sobre todo por su  
amor incondicional.

A mi querida tía Lilia por  
mostrarme el fascinante mundo de  
la naturaleza.

---

---

## APOYO FINANCIERO

Este trabajo fue financiado por el proyecto "Influencia de las prácticas de manejo en la conservación de la diversidad de bosques templados del Estado de Hidalgo" con clave **UAEH-DIP-ICBI-AAB-014**, el proyecto "Patrones de Diversidad Alfa y Beta de la Fauna de Hojarasca" **SEP-CONACYT 2003-C02-44312**, y el proyecto Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo, financiado por **FOMIX-HGO-2006C01 -43761**.

---

---

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Gerardo Sánchez Rojas por el apoyo y tiempo brindado durante la elaboración de esta tesis, por sus sabios consejos y enseñanzas, que sin duda han contribuido grandemente en mi formación como profesional, pero sobre todo gracias por tu amistad Bro.

A los revisores, Dra. Iriana Zuria, M. en C. Miguel Ángel Cabral, Dr. Víctor M. Bravo, Dr. Numa P. Pavón, Dr. Alberto E. Rojas, Dr. Gerardo Sánchez y Biol. Ricardo León.; por sus comentarios que contribuyeron a mejorar este trabajo.

A mis compañeros y amigos del gran laboratorio de "Conservación Biológica", Ana Paola, Elizabeth, Aliñe, Amelia, Cecilia, Alejandra, Pilar, Mariano, Alfredo, Heli, Cristian, quienes hicieron mi estancia en el Lab, muy placentera y divertida y en múltiples ocasiones me ayudaron con mi trabajo.

A todos mis amigos, con quienes compartí esta grandiosa etapa de mi vida, Alfredo, Mariano, Gilberto, Osear, Gabriel, Héctor, Tavo, Jorge, Najera y a mis gordas Sofi, Ari, Nizz, Esme, Gracias por el mejor regalo del mundo su amor y amistad.

---

De manera especial un agradecimiento a Ana Paola y Elizabeth quienes me ayudaron en todo momento en este trabajo y quienes con su gran sabiduría contribuyeron a enriquecerlo.

A todas las mujeres hermosas que estuvieron conmigo durante esta travesía gracias por su amor y cariño.

Un agradecimiento especial a mi amigo Irving de Luna, con todo cariño para ti donde quiera que te encuentres.

**Tabla de contenido**

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>El bosque templado en México.....</b>	<b>4</b>
<b>Antecedentes sobre estudios de ensamblaje de mamíferos y la     aplicación de trampas cámara.....</b>	<b>6</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>9</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
<b>Área de estudio.....</b>	<b>9</b>
<b>Manejo forestal y estructura del bosque.....</b>	<b>10</b>
<b>Mastofauna.....</b>	<b>14</b>
<b>Muestreo.....</b>	<b>16</b>
<b>Trampas cámara.....</b>	<b>16</b>
<b>Estaciones olfativas.....</b>	<b>18</b>
<b>Análisis estadístico.....</b>	<b>19</b>
<b>Evaluación del inventario.....</b>	<b>19</b>
<b>Comparación de los ensambles en los sitios de estudio.....</b>	<b>20</b>
<b>Preferencias de hábitat para las especies del ensamble     de mamíferos.....</b>	<b>20</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
<b>Correlación entre métodos de muestreo trampas cámara y estaciones     olfativas.....</b>	<b>22</b>

---

<b>Registro de fotos y huellas para las áreas de estudio.....</b>	<b>23</b>
<b>Resultados del inventario.....</b>	<b>24</b>
<b>Diversidad del ensamble de mamíferos entre los sitios de estudio.....</b>	<b>28</b>
<b>Preferencias de hábitat.....</b>	<b>29</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Área de estudio</b>	<b>13</b>
----------------------------------	-----------

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Dispersión del número total de fotos y huellas registradas para cada especie.	<b>22</b>
<b>Gráfico 2.</b> Curva de acumulación de especies para los tres sitios de estudio.	<b>25</b>
<b>Gráfico 3.</b> Curva de acumulación de especies para el área de semilleros.	<b>26</b>
<b>Gráfico 4.</b> Curva de acumulación de especies para el área de árboles de fuste de baja calidad.	<b>27</b>
<b>Gráfico 5.</b> Curva de acumulación de especies para el área no manejada.	<b>28</b>

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Especies de Mamíferos reportadas en el ordenamiento territorial del municipio de Huasca de Ocampo Hidalgo (COEDE, 1999)	.....	14
<b>Cuadro 2.</b>	Especies reportadas por Coronel-Arellano en el 2004, en su inventario mastofaunístico: el caso del rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo.	.....	15
<b>Cuadro 3.</b>	Número de registros: fotos y de estaciones olfativas activadas (huellas) para cada especie dentro de las tres áreas de estudio dentro del rancho Santa Elena en Huasca de Ocampo, Hidalgo.	.....	21
<b>Cuadro 4.</b>	Especies registradas con trampas cámara y estaciones olfativas en tres diferentes áreas del bosque templado de la región de Huasca de Ocampo, en Hidalgo.	.....	24
<b>Cuadro 5.</b>	Comparación del índice de <i>Shannon</i> para la diversidad de mamíferos terrestres registrados con trampas cámara.	.....	29
<b>Cuadro 6.</b>	Comparación de las pruebas <i>Pos Hoc</i> de la tabla de contingencia.	.....	30

---

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Foto 1</b>	<i>Odocoileus virginianus</i>	.....	<b>52</b>
<b>Foto 2.</b>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	.....	<b>52</b>
<b>Foto 3.</b>	<i>Bassariscus astutus</i>	.....	<b>53</b>
<b>Foto 4.</b>	<i>Didelphis virginiana</i>	.....	<b>53</b>
<b>Foto 5.</b>	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	.....	<b>54</b>
<b>Foto 6.</b>	<i>Spilogale putorius</i>	.....	<b>54</b>
<b>Foto 7.</b>	<i>Sciurus oculatus</i>	.....	<b>55</b>
<b>Foto 8.</b>	<i>Sylvilagus floridanus</i>	.....	<b>55</b>
<b>Foto 9.</b>	<i>Peromyscus maniculatus</i>	.....	<b>56</b>
<b>Foto 10.</b>	Huellas de <i>Dasyopus novemcinctus</i>	.....	<b>56</b>

---

---

## RESUMEN

Se evaluó la diversidad de especies de mamíferos en un bosque templado de pino-encino sometido a aprovechamiento forestal en el municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo. El estudio se basó en el análisis comparativo de las especies presentes en tres diferentes áreas forestales, dos sometidas a extracción forestal por diferente tipo de manejo (árboles de fuste de baja calidad y otra de árboles padre o semillero) y una área sin manejo. La detección de las especies de mamíferos fue mediante la utilización de trampas cámara y estaciones olfativas. Se colocaron seis trampas cámara activas durante quince días por mes, ubicando un par de trampas cámara por sitio de muestreo simultáneamente, durante un periodo de seis meses. Además se colocaron nueve estaciones olfativas, tres por cada sitio de manejo forestal durante dos días en tres meses. Las trampas cámara se ubicaron en 36 sitios diferentes en las áreas de estudio, acumulando un total de 540 días, 12960 horas/cámara, mientras que las estaciones olfativas se ubicaron en 27 sitios diferentes en las áreas de estudio, acumulando un total de 54 días, 1296 horas/estación olfativa. Mediante el método de trampas cámara se obtuvieron 89 registros fotográficos de nueve especies de mamíferos de seis órdenes (3 carnívoros, 2 roedores, 1 lagomorfo, 1 xenartro, 1 artiodáctilo y 1 marsupial), y se obtuvieron 29 registros de huellas de siete especies de cinco órdenes. Se encontró que ambos métodos están correlacionados significativamente, ( $r=0.888$ ) por lo que se asume que ambos métodos pueden registrar la abundancia relativa de las especies. Debido a que se reportaron más especies y registros con los resultados del método de trampas cámara se analizan sólo estos resultados. Utilizando los resultados de las especies en cada hábitat estudiado y el número de registros como una medida de la abundancia se estimó el índice de *Shannon* para cada área de estudio, el cual se comparó mediante una prueba de *t de student* y se encontró que la estructura del ensamblaje es diferente entre sí en los fragmentos de árboles de fuste de baja calidad y los no manejados ( $T=-2.56$ ,  $gl=52$ ;  $P<0.05$ ). Se determinó además que la distribución de las especies no es independiente de los tipos de manejo ( $\chi^2 =63.42$ ;  $gl = 16$ ;  $P<0.0001$ ), por lo que al menos la presencia de una de las especies de mamíferos se ve afectada por el tipo de manejo, tal es el caso del conejo que sólo presentó registros en el área de semilleros y el del zorrillo manchado, quien sólo se registró en al área de árboles de fuste de baja calidad. Al parecer, las zonas de árboles de fuste de baja calidad, debido a sus características físicas, no son preferidas por la mayoría de mamíferos silvestres. Estos resultados indican que hay cambios importantes en el ensamble de mamíferos que se pueden detectar en los diferentes tipos de manejo forestal, por lo que la modificación del hábitat trae importantes consecuencias en cuanto a la composición mastofaunística, y al parecer, la falta de un estrato arbustivo bien desarrollado, en este tipo de bosque templado de Hidalgo, afecta negativamente la diversidad de algunos de los mamíferos terrestres. Es muy importante que las prácticas de manejo forestal tengan en cuenta estos cambios, pues resulta importante la conservación de las especies de mamíferos para mantener el equilibrio natural dentro de estos bosques.

## INTRODUCCIÓN

La destrucción y transformación del hábitat es considerada como una de las amenazas más serias para la biodiversidad (Meffe y Carroll, 1997; Crooks, 2001; Haila, 2002). Siendo las actividades humanas, como la producción agrícola, forestal o de pastoreo, las causas más importantes de la desaparición de especies y ecosistemas (Dayli, 1997).

Sin lugar a duda, los bosques templados son uno de los ambientes más alterados por las actividades productivas, por ser una gran fuente de recursos forestales (García, 2001; Luna *et al.*, 2004). Además, estos bosques templados son uno de los ecosistemas más importantes a nivel mundial, pues poseen un alto valor biológico, sostienen una gran cantidad de organismos, estabilizan los suelos impidiendo la erosión, promueven el ciclo hídrico y desempeñan un papel importante en el balance del carbono a nivel mundial (García, 2001; Luna *et al.*, 2004).

En México, grandes extensiones de bosque templado se encuentran bajo un manejo intensivo, que involucra un gradiente de manejos que van desde la explotación intensiva en plantaciones mono específicas, hasta técnicas de recuperación del bosque siguiendo procesos de sucesión más naturales (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1997; Merino-Pérez, 2004).

Las diferentes prácticas de manejo forestal generan impactos directos o indirectos en los componentes (paisaje, ecosistemas, comunidades, especies/población, genes) y en los atributos (estructura, composición y

función) de la biodiversidad (Putz *et al.*, 2000), alteran el hábitat modificando la disponibilidad de recursos, originando cambios en la vegetación y el clima, con lo que pueden cambiar el desarrollo normal de los procesos ecológicos de la fauna silvestre (Cuarón, 2000; Fimbel *et al.*, 2001). Lo anterior tiene consecuentemente implicaciones directas sobre las poblaciones de los mamíferos (Forsythe y Roelle, 1990; Sánchez-Hernández *et al.*, 2001; Torre, 2004).

Las modificaciones en los bosques crean un mosaico diferente en cada tipo de manejo forestal y en las comunidades de mamíferos (Lomolino y Perault, 2000); lo que puede disminuir la permanencia de las especies en los fragmentos residuales del bosque (Erin y Keith, 1997). Esto altera el ensamblaje (conjunto de especies relacionadas filogenéticamente que comparten un mismo tiempo y espacio *sensu* Fauth *et al.*, 1996) de los mamíferos terrestres, debido a que la estructura del ensamble de mamíferos es influenciada significativamente por la transformación antrópica del hábitat (Lomolino y Perault, 2000).

En la última década ha quedado claro que un considerable número de especies puede sobrevivir en ambientes dominados por actividades humanas, lo cual permite mantener al menos una fracción de la diversidad biológica en áreas con algún tipo de perturbación (Dayli *et al.*, 2003).

Existe escasa información y se sabe poco sobre los cambios en los procesos ecológicos que involucran a la fauna silvestre causados por el manejo forestal en los bosques (Fimbel *et al.*, 2001). Las modificaciones en la estructura del bosque templado aumentan la vulnerabilidad de la fauna,

haciendo difícil poner en práctica programas de manejo y conservación de recursos naturales. Por lo que resulta de suma importancia entender cómo reaccionan los individuos y las poblaciones de las diferentes especies de mamíferos que habitan en las zonas modificadas por actividades antrópicas, para poder establecer estrategias correctas de manejo y conservación sustentable.

### **El bosque templado en México**

México es considerado como el centro primario de la diversidad mundial de los pinos (*Pinus spp.*) y de encinos (*Quercus spp.*) del hemisferio occidental, dos de los géneros más representativos y económicamente más importantes de los ecosistemas de climas templados (Challenger, 1998).

México posee alrededor de 55.3 millones de hectáreas de bosque (<http://www.wwf.org.mx>, 2006). De esta superficie, el 80 % es propiedad ejidal y comunal, el 15% particular y el 5% nacional (INEGI, 2001). Estos bosques poseen un alto valor biológico, concentran una gran porción de la biodiversidad nacional (Flores y Gerez, 1994) y proporcionan amplios beneficios económicos. La mayor parte de los bosques ejidales son propiedad de poblaciones con escasos recursos económicos y sus ingresos dependen totalmente de la producción forestal, debido a esto, y a problemas como la tala clandestina los bosques se encuentran bajo presión constante, por lo que el bosque templado de México se está perdiendo a una proporción alarmante, tan es así, que la pérdida anual del bosque se estima entre 600,000 y 770,000 hectáreas (<http://www.wwf.org.mx>, 2006). Sin

embargo, si este recurso se administra de manera adecuada puede representar una oportunidad para su conservación y aprovechamiento sustentable (Bray *et al.*, 2003).

Los bosques templados poseen una alta riqueza de especies y endemismos. En México, en los bosques de pino-encino se concentra una gran cantidad de los endemismos de vertebrados (200 spp), y muchas especies se han extinguido o han desaparecido localmente (Flores y Gerez, 1994). El número de mamíferos en los bosques de coníferas de México se estima en 16 especies endémicas y nueve no endémicas, y en los bosques de encinos en 20 especies endémicas, y 20 no endémicas (Flores y Gerez, 1994).

Las zonas de bosque templado son de suma importancia económica y biológica, por lo que el manejo forestal en áreas no protegidas tiene gran importancia para la conservación de la biodiversidad y debe estar encaminado también a resolver la problemática de los habitantes, afectando lo menos posible la biodiversidad (Schelhas y Greenber, 1993; Crooks, 2001; Challenger, 2003).

### **Antecedentes sobre estudios de ensamblaje de mamíferos y la aplicación de trampas cámara**

En México existen pocos estudios sobre los cambios que produce el manejo forestal en la composición de las especies de mamíferos terrestres que habitan en los bosques templados y se enfocan por lo general a una sola especie o algún grupo de mamíferos (Sánchez *et al.*, 2003). Sin embargo, algunos estudios proporcionan información sobre el comportamiento del ensamblaje de mamíferos en áreas bajo manejo (Lomolino y Perault, 2000; Crooks, 2001).

Algunos trabajos muestran que la abundancia de las comunidades de pequeños mamíferos pueden ser modificadas por los tipos de manejo a los que son sometidos los bosques templados (Clark *et al.*, 1998; Baccus *et al.*, 2000; Tallmon *et al.*, 2003). Los mamíferos medianos y grandes también se ven afectados por los tipos de manejo, por ejemplo, en el pantanal del suroeste de Brasil, los efectos producidos por el manejo forestal en las áreas de propiedad privada, generan un impacto negativo en la abundancia de la mayor parte de las especies de mamíferos (Trolle, 2003). En ambientes templados, en un estudio sobre la sensibilidad de los mamíferos carnívoros a la fragmentación de hábitats en California, sugiere que la respuesta de las diferentes especies a los escenarios con fragmentación varía según el tamaño corporal de las especies y el grado de perturbación de cada área. Por ejemplo se menciona que la presencia de depredadores como el puma, el gato montés y el coyote, declinan conforme los fragmentos son más pequeños y aislados, mientras que otras especies como los mapaches y

zorrillos son favorecidas por la fragmentación con un incremento en su abundancia en sitios fragmentados (Crooks, 2001).

El estudio de los mamíferos requiere de técnicas especializadas para una valoración de su biodiversidad (Walker *et al.*, 2000). Existen diferentes métodos de estudio, pero su aplicación depende del medio ambiente, el costo y las necesidades del muestreo (Silveira *et al.*, 2003). Dichos métodos deben ser eficientes y confiables para obtener una rápida valoración de la abundancia y riqueza de especies, factores que resultan cruciales para determinar prioridades en la conservación (Silveira *et al.*, 2003).

Una de las técnicas actualmente más utilizadas para el estudio de mamíferos, son las trampas cámara, debido a las ventajas que representan al captar imágenes de mamíferos, pues son fáciles de usar y causan poca o nula perturbación al ambiente (Schaik y Griffiths, 1996; Trolle, 2003). Por ejemplo Carbone *et al.*, (2002) mencionan las ventajas que tiene este método para estudiar a los mamíferos crípticos y hacen énfasis en la importancia de este método a nivel ecológico. Wallace *et al.*, (2003) hacen referencia también a la importancia de las trampas cámara en estudios ecológicos y mencionan el incremento de este método de estudio en todo el mundo. Por otra parte, Trolle y Kery (2003) mencionan que el muestreo con trampas cámara, aunado a una correcta metodología, es una de las mejores herramientas de estudio para resolver problemas ecológicos, reconocer especies y estimar densidades poblacionales. Silveira *et al.*, (2003) en Brasil, en un estudio comparativo entre técnicas de muestreo (trampas cámara, trayectos lineales e indicios directos) mencionan que las trampas cámara son

un método eficiente y confiable para una rápida valoración de la riqueza y abundancia de especies. En Japón, en un estudio de monitoreo de la diversidad y abundancia de mamíferos se muestra que las trampas cámara son muy importantes para identificar la presencia de especies, así como también para realizar estudios ecológicos (Yasuda, 2004).

## OBJETIVOS

### General

- Describir y comparar los cambios que se presentan en el ensamblaje de mamíferos terrestres en dos áreas de bosque templado sometidas a manejo forestal y un área no manejada del rancho Santa Elena, Municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo, para determinar cómo responde el ensamblaje de mamíferos terrestres a las diferentes intensidades de aprovechamiento forestal.

### Particulares

- Establecer si el método de trampas cámara refleja la abundancia de las especies al correlacionarlo con otro método independiente como son las estaciones olfativas.
- Determinar la calidad del inventario en las dos áreas bajo manejo forestal y en el área no manejada.
- Establecer las diferencias en cuanto a la estructura en la diversidad de mamíferos terrestres entre los sitios de manejo forestal y el no manejado mediante el índice de diversidad de *Shannon*.
- Determinar si existe independencia entre los hábitats y las especies de mamíferos terrestres.

## HIPÓTESIS

Considerando la sensibilidad y los requerimientos de algunas especies de mamíferos, tales como la cantidad y disponibilidad de recursos en los diferentes escenarios forestales, ocasionados por las prácticas de manejo forestal, esperamos un cambio en la riqueza de especies, abundancia y consecuentemente en el ensamblaje de mamíferos entre los diferentes tipos de extracción forestal. Asumiendo que los cambios posiblemente se deban a las alteraciones del hábitat ocasionadas por la extracción de los árboles comerciales (Fredericksen *et al.* 1999; Ochoa, 2000; Ochoa y Soriano, 2001).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El rancho Santa Elena se ubica en el municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo (Fig.1). Tiene una extensión aproximada de 1, 000 ha y se encuentra localizado formando parte de la región montañosa del eje neovolcánico entre las coordenadas 20° 07' 53.4" N y 98° 31' 38.5" E. La zona se encuentra en una altitud promedio que va de 2300 a 2700 msnm (INEGI, 1992).

El clima en la zona es de tipo sub-húmedo templado y semi-frío, con lluvias en verano (C (w<sub>1</sub>) b (i') g w"). El porcentaje de lluvia invernal es de 5.75% con respecto a la precipitación total anual, la precipitación máxima ocurre en septiembre, y es de 148.3 mm mientras que la mínima ocurre en diciembre con 11.2 mm. La temperatura más alta se registra en mayo con

18.0°C la más baja en enero 12.1°C. La marcha anual de la temperatura es de tipo Ganges (García, 1981).

Los tipos de vegetación dominantes son: bosque de pino, bosque de encino, bosque de pino-encino y pastizal siendo las especies predominantes *Pinus teocote*, *Pinus montezumae*, *Pinus patula*, *Quercus laurina* y *Quercus rugosa*. También se puede encontrar un estrato arbustivo y herbáceas dominado por las familias: Amarantaceae, Compositae, Ericaceae, Labiatae, Loganiaceae, Rosaceae, Rubiaceae y Umbelliferae. (INEGI, 1992; COEDE, 1999).

### **Manejo forestal y estructura del bosque**

En el rancho Santa Elena se realizan diferentes tipos de aprovechamiento forestal y actividades de ecoturismo, acciones que sin duda afectan de algún modo a las poblaciones de mamíferos, debido a que el manejo de bosques implica la manipulación de la estructura de la vegetación y consecuentemente provocan la modificación de los atributos del hábitat de numerosas especies animales.

Dentro del rancho Santa Elena los estudios se realizaron en tres zonas con diferente manejo forestal (Figura 1).

- a) Zona de semillero.
- b) Zona de tala selectiva en árboles de fuste de baja calidad.
- c) Zona sin manejo.

Para cada una de las tres zonas de estudio se realizó la caracterización vegetal del área en cuadros de 100m<sup>2</sup>, con tres réplicas de muestreo para

cada zona, la caracterización consistió en determinar el promedio de árboles, arbustos y hierbas e identificar las familias a las que pertenecen con ayuda de las claves florísticas del estado (Rzedowski, 1983; Rzedowski y Rzedowski, 2001). También se obtuvo la altura mediante la utilización de cintas métricas y el telémetro de rayo láser (Rangefinder). Se determinó, el porcentaje de cobertura arbórea con la ayuda de un densiómetro esférico (forest densiometers. Bartlesville, Oklahoma).

**a)** La zona del semillero comprende un área de 128,567.841 metros cuadrados. El manejo forestal consiste en extraer árboles cuyas características, no sean las óptimas y dejar sólo aquellos individuos genéticamente superiores, es decir que posean las mejores cualidades estructurales, como altura, ancho y forma del tronco (García, 2001), con el objetivo de disminuir la densidad y aumentar su capacidad productiva. Este tipo de manejo estimula el desarrollo del sotobosque, presenta una vegetación cerrada mayor que la de las zonas sin manejo y de árboles de fuste de baja calidad (obs.Per). Esta zona presentó un promedio de 41.33 árboles por cada 100 m<sup>2</sup> con una altura entre 1m a 24m. Los árboles que se registraron para la zona pertenecen a las familias Fagaceae, Pinaceae y Cupressaceae. Por cada 100 m<sup>2</sup> se encontraron en promedio 460 arbustos de las familias Compositae, Rosaceae, Ericaceae y Loganiaceae. El porcentaje de cobertura arbórea fue de 87%, mientras que las hierbas cubrían el 27.67% del total del suelo.

**b)** La zona de tala selectiva de árboles de fuste de baja calidad o también llamada corta de aclareo, comprende un área de 966,925.571 metros

cuadrados, se caracteriza por presentar una vegetación poco densa, debido al corte selectivo de árboles. El objetivo de la corta es la redistribución e incremento de los mejores árboles para mejorar la calidad de los productos, elevar el estado sanitario y estructural de la masa arbolada, preparándola para corte (Musalem *et al.*, 1998). Esta zona presento en promedio 23.67 árboles por cada 100 m<sup>2</sup>, con una altura de 1.2m a 24m pertenecientes a las familias Fagaceae, Pinaceae y Cupressaceae. Por cada 100 m<sup>2</sup> se encontraron en promedio 26 arbustos de las familias Compositae, Rosaceae, Ericaceae y Loganiaceae. El porcentaje de cobertura arbórea fue de 82%, mientras que las hierbas cubrían el 47.33% del total del suelo.

c) La zona no manejada comprende un área de 255,903.062 metros cuadrados. Está compuesta por un bosque templado clásico de pino-encino, con una densidad arbórea y arbustiva mediana (obs.Per). Esta zona, se ha conservado con el fin de preservar la flora y fauna del lugar. El promedio de árboles por cada 100 m<sup>2</sup> fue de 18.33, presentando una altura de 1.2m a 28m. Los árboles que en este lugar fueron encontrados pertenecen a las familias Fagaceae, Pinaceae y Cupressaceae. Por cada 100 m<sup>2</sup> se encontraron en promedio 169 arbustos de las familias Compositae, Rosaceae, Ericaceae y Loganiaceae. El porcentaje de cobertura arbórea fue de 88%, mientras que las hierbas cubrían el 9.33% del total del suelo.

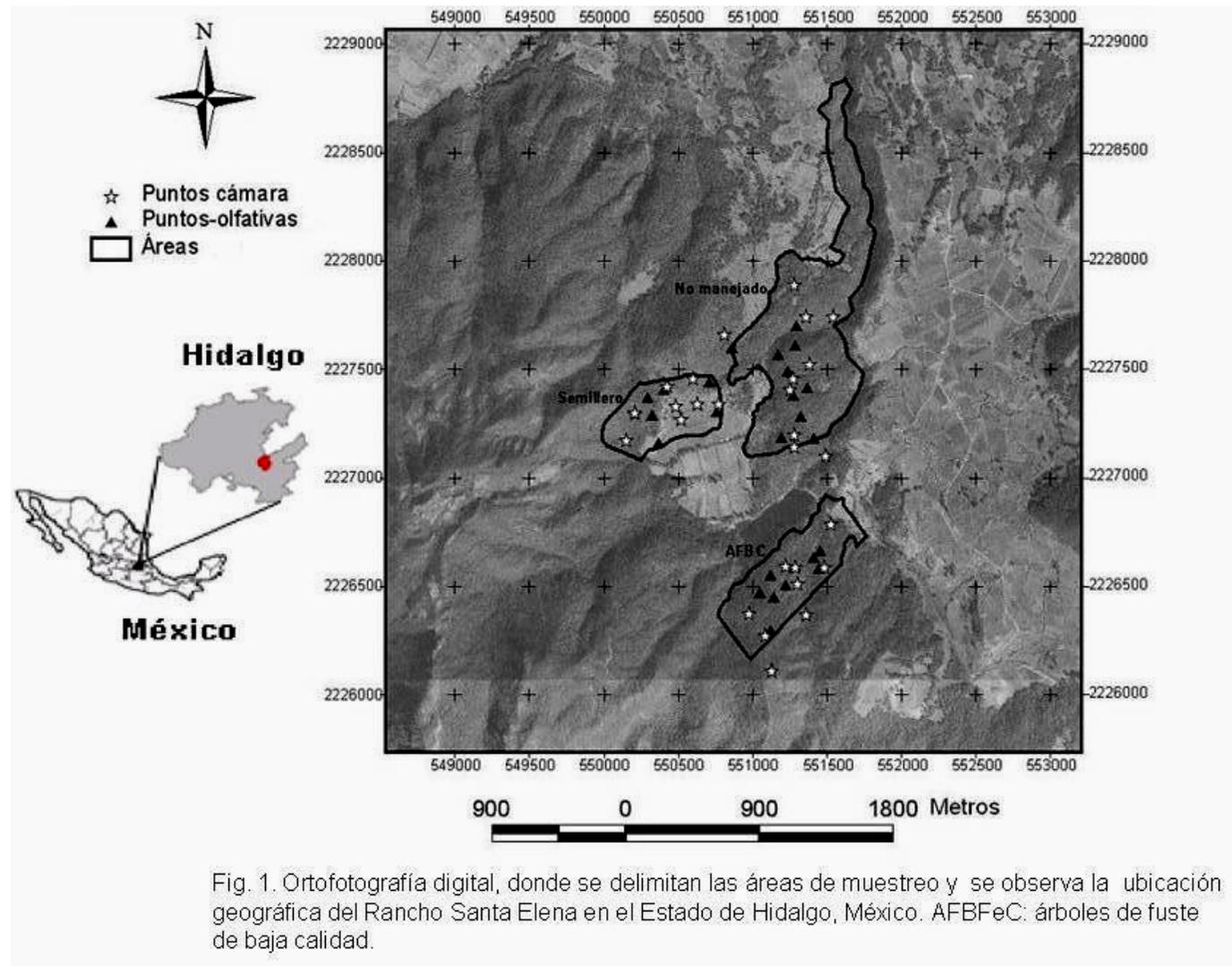


Fig. 1. Ortofotografía digital, donde se delimitan las áreas de muestreo y se observa la ubicación geográfica del Rancho Santa Elena en el Estado de Hidalgo, México. AFBFeC: árboles de fuste de baja calidad.

## Mastofauna

Para determinar una lista potencial de especies para la zona, fueron revisados varios listados de mamíferos. Por ejemplo, el Consejo Estatal de Ecología (COEDE, 1999), reporta en su ordenamiento territorial del municipio de Huasca, 15 especies de mamíferos terrestres, de los cuales como lo menciona Coronel-Arellano (2004), es poco probable que se encuentren *Felis pardalis nelsoni* o *Leopardus pardalis nelsoni* y *Nasua nasua*, debido a que la distribución del primero corresponde con la costa del Pacífico (Hall, 1981) y del segundo (*Nasua nasua*) a Colombia, Venezuela y parte de Uruguay y norte de Argentina (Gompper y Decker, 1998). El listado completo se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Especies de Mamíferos reportados para el municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo (COEDE, 1999). Se marcan con asterisco las especies o subespecies que son errores, pues los rangos de distribución no corresponden a la región de estudio, por lo que se han anexado los nombres correctos para la zona de estudio, en color gris.

Orden	Familia	Especie	
Didelphimophia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	
Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	
Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys palustris</i> <i>Rheithrodontomys fulvescens</i>	
Carnívora	Canidae	<i>Canis latrans</i> <i>Urocyon cinereoargenteus</i>	
		<i>Felis pardalis nelsoni</i> *	
	Felidae	<i>Felis pardalis pardalis</i> <i>Leopardus wiedii</i>	
		Mustelidae	<i>Mustela frenata</i> <i>Conepatus mesoleucus</i>
			Procyonidae
		<i>Procyon lotor</i> <i>Nasua nasua</i> *	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Nasua narica</i> <i>Odocoileus virginianus</i>	

Coronel-Arellano (2004), en su inventario mastofaunístico del rancho Santa Elena, registró para el sitio, a través de diferentes métodos de muestreo, 11 especies de mamíferos terrestres, lo que puede dar una idea acerca de la composición de la mastofauna terrestre del lugar (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies reportadas por Coronel-Arellano (2004), en su inventario mastofaunístico: del rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo.

<b>Orden</b>	<b>Especie</b>	<b>Método de registro</b>	<b>Nombre común</b>
Xenarthra	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Cámaras	Armadillo
Lagomorpha	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Observación directa y cámara	Conejo
Rodentia	<i>Microtus mexicanus</i>	Trampas tipo Sherman	Ratón
	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Trampas tipo Sherman y cámara	Ratón
	<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
Artiodactyla	<i>Procyon lotor</i>	Huellas	Mapache
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Observación directa y cámara	Venado cola blanca

## **Muestreo**

El muestreo se llevó a cabo de septiembre de 2004 a febrero de 2005. Para obtener los datos de campo se colocaron trampas cámara y estaciones olfativas. Se realizaron 14 salidas al campo, cada salida tuvo una duración de tres días aproximadamente, durante los cuales se colocaron, revisaron y retiraron las trampas.

La disposición de las trampas cámara y de las estaciones olfativas cubrieron la mayor extensión posible de las zonas de estudio, tratando de evitar los bordes de las áreas, con el fin disminuir los sesgos. Del mismo modo la selección de la localización final de las trampas se hizo utilizando los pasaderos de organismos y escorrentías de agua, así como indicios indirectos de presencia de mamíferos (estercoleros, excretas aisladas y huellas), con el fin de aumentar la probabilidad de tomar registros fotográficos y de huellas. Todos los puntos donde se ubicaron las trampas cámara y estaciones olfativas fueron marcados en un mapa y se registró su posición geográfica con una unidad de GPS (Karanth y Nichols, 1998).

## **Trampas cámara**

Las trampas cámara que se utilizaron son de la marca Forestry Supplies®, que emplean un sistema de detección sensible al movimiento, por medio de un rayo infrarrojo, el cual al interrumpirse por el cruce de algún organismo dispara la cámara automáticamente. Fueron programadas para tomar las fotografías en un lapso de tres minutos entre cada fotografía, además de registrar la hora y la fecha.

El muestreo con trampas cámara duró seis meses, de septiembre de 2004 a febrero de 2005. Se emplearon seis trampas cámara, colocando un par por cada zona de muestreo (semillero, árboles de fuste de baja calidad y área no manejada) separándolas una de otra en distancias de 500 a 2500 metros. Las cámaras se fijaron en árboles con ayuda de cuerdas elásticas y se determinó la distancia a la que el sensor de movimiento era activado (tres a cuatro metros aproximadamente). Una vez fija la cámara, se enfocó hacia un blanco donde se situó el cebo atrayente (manteca de cerdo), el cual se colocó generalmente debajo de algún montículo de rocas, en recipientes de plástico (60 ml de volumen, con 5.7 cm de diámetro y 2.3 cm de altura). Adicionalmente las rocas fueron impregnadas de manteca, debido a que algunas veces los recipientes con el cebo fueron removidos por los animales.

Las trampas cámara se colocaron al inicio de cada mes permaneciendo activadas por periodos de 15 días, al término de este tiempo se retiraron, con el fin de evitar una respuesta condicionada de los organismos hacia los sitios, además durante los 15 días restantes del mes se les dio mantenimiento, debido a que requieren de una revisión periódica para confirmar su buen funcionamiento y cuando es necesario cambiar pilas o rollos fotográficos (Maffei *et al.*, 2002).

Las trampas cámara se ubicaron en 36 sitios diferentes en las áreas de estudio, acumulando un total de 190 días cámara por sitio, para un esfuerzo de muestreo de 4320 horas/cámara por sitio. De forma general para los tres sitios de estudio, estuvieron por un periodo de 540 días, 12960 horas/cámara. Se usaron 36 rollos fotográficos y 40 kilogramos de manteca de cerdo (cebo).

## **Estaciones olfativas**

Las estaciones olfativas se colocaron dentro de la zona con cobertura vegetal en las tres áreas de estudio evitando usar caminos, y constó de un círculo de un metro de diámetro, con tierra del lugar previamente cernida a la cual se le colocó un cebo atrayente, que se ubicó en medio de la trampa en recipientes de plástico con una medida de 60 ml de volumen, con 5.7 cm de diámetro y 2.3 cm de altura. Este método de muestreo con estaciones olfativas permitió captar las huellas de los mamíferos presentes en las diferentes áreas, mismas que se identificaron en las guías de campo (Aranda, 2000; Ceballos y Miranda 2000).

Las estaciones olfativas se colocaron desde el mes de diciembre de 2004 hasta febrero de 2005, después de la época de lluvias, debido a que el clima impide la construcción de las trampas (Warren *et al.*, 2000) y la correcta identificación de las huellas porque las borra o modifica drásticamente haciendo los resultados poco confiables.

En cada salida al campo se colocaron nueve estaciones olfativas, tres por cada sitio de muestreo, las cuales permanecieron en el lugar dos días, existiendo una distancia aproximada entre ellas de 500 a 2500 metros.

Las estaciones olfativas se colocaron, en 27 diferentes puntos dentro de cada zona forestal de estudio, acumulando un total de 18 días estación por sitio, para un esfuerzo de muestreo de 432 horas-estación por sitio. De forma general para los tres sitios de estudio, estuvieron por un periodo de 54 días, 1296 horas/estación olfativa.

### **Análisis estadístico**

Se realizó una prueba de correlación simple para establecer la comparación entre métodos (Zar, 1999), entre el número de fotos y huellas registradas para cada especie, de tal forma que se pudiera corroborar si los registros de ambas técnicas pueden reflejar la abundancia relativa y riqueza de especies.

### **Evaluación del inventario**

Para poder determinar qué tan exhaustivo es el inventario dentro de las dos áreas bajo manejo y el área no manejada, se realizó una curva de acumulación de especies para cada área del bosque bajo estudio y una general, con datos de presencia-ausencia, usando como unidad de muestreo los días cámara acumulados. Esto permitió predecir las especies de mamíferos que se pueden esperar con el método de trampas cámara, mediante la aplicación del estimador no paramétrico de diversidad alfa Jackknife de primer orden el cual se basa en el número de especies que ocurren solamente en la muestra, además de reducir la subestimación del verdadero número de especies en el área de estudio (Moreno, 2001). Para realizar los cálculos de los estimadores de biodiversidad, se utilizaron los algoritmos del programa EstimateS 7.5.0 b1 (Colwell, 2001).

### **Comparación de los ensambles en los sitios de estudio**

Utilizamos una prueba de "t" para índices de diversidad de Shannon (Zar, 1999), con el objetivo de determinar si existen diferencias en las características del ensamblaje de mamíferos terrestres en las tres áreas con diferente manejo forestal. Se compararon los sitios por pares para corroborar, según los valores obtenidos, si existe una diferencia significativa en la diversidad de mamíferos terrestres dentro de los tres sitios bajo estudio, en el bosque templado en Huasca de Ocampo, en Hidalgo.

### **Preferencias de hábitat para las especies del ensamble de mamíferos**

Para determinar si hay independencia entre la presencia de las especies registradas dentro de las áreas estudiadas, se utilizó una tabla de contingencia con las variables de número de especies registradas y zona de estudio, calculada con el valor de Chi-cuadrada (Zar, 1999). En caso de que el valor de Chi- cuadrada fuera significativo se utilizó una prueba *Post Hoc* donde se estandarizaron todos los valores de los residuales de cada celda de la tabla de contingencia para establecer su contribución al valor de Chi cuadrada. Establecido este valor se calculó si esta celda se usa más o menos de lo esperado al azar, utilizando una comparación con una distribución normal estándar con un alfa de 0.05 (SAS, 1999). Los cálculos se realizaron con el programa STAT VIEW ver 5.0.1.

## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 300 fotografías, de las cuales 89 registros fotográficos fueron de especies de mamíferos silvestres. Los cuales incluyeron nueve especies de mamíferos de seis órdenes (3 carnívoros, 2 roedores, 1 lagomorfo, 1 xenarto, 1 artiodáctilo y 1 marsupial). Con las estaciones olfativas se obtuvieron 29 registros de huellas en 19 estaciones, registrando siete especies de cinco órdenes (3 carnívoros, 1 lagomorfo, 1 xenarto, 1 artiodáctilo y 1 marsupial).

Las especies registradas con trampas cámara fueron *Didelphis virginiana*, *Dasyopus novemcinctus*, *Sciurus oculatus*, *Peromyscus maniculatus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus*, *Spilogale putorius*, *Odocoileus virginianus* y *Sylvilagus floridanus*; mismas que fueron registradas en las estaciones olfativas, a excepción de los roedores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de registros obtenidos con trampas-cámara (fotos) y estaciones olfativas activadas (huellas) registradas para cada especie dentro de las tres áreas de estudio dentro del rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo.

<b>Especie</b>	<b>Fotos</b>	<b>Huellas</b>
<i>Bassariscus astutus</i>	26	9
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	21	10
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	7	4
<i>Sciurus oculatus</i>	2	0
<i>Sylvilagus floridanus</i>	2	1
<i>Odocoileus virginianus</i>	9	3
<i>Didelphis virginiana</i>	6	1
<i>Spilogale putorius</i>	5	1
<i>Peromyscus maniculatus</i>	11	0
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>29</b>

### Correlación entre métodos de muestreo: trampas cámara y estaciones olfativas

Los resultados de la prueba de correlación simple mostraron que el número de fotos y el número de huellas están correlacionados positivamente ( $r = 0.888$   $P < 0.001$ ) (Gráfico 1); es decir, ambos métodos reflejan datos similares, lo que sugiere que pueden estar reflejando la abundancia relativa de las especies registradas, (exceptuando el caso de los roedores). Como se puede ver en el cuadro 3, la información sobre la riqueza y abundancia de las especies se puede obtener utilizando la frecuencia fotográfica, por lo que todos los análisis siguientes se hicieron con esta variable de respuesta.

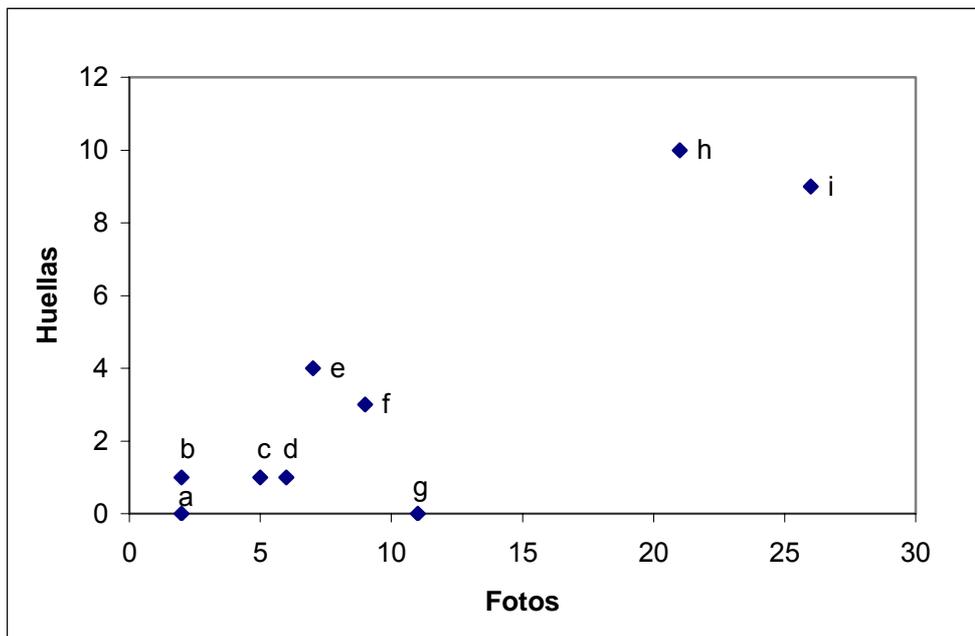


Gráfico 1. Gráfica de dispersión entre el número total de registros con trampas-cámara (fotos) y estaciones olfativas (huellas) registradas para cada especie, observando un comportamiento similar de ambos métodos. a) *Sciurus oculatus*; b) *Sylvilagus floridanus*; c) *Spilogale putorius*; d) *Didelphis virginiana*; e) *Dasyopus novemcinctus*; f) *Odocoileus virginianus*; g) *Peromyscus maniculatus*; h) *Urocyon cinereoargenteus*; i) *Bassariscus astutus*

### Registro de fotos y huellas para las áreas de estudio

El ensamblaje de mamíferos para cada área del bosque templado estudiada fue el siguiente:

a) Área de semillero: encontramos, mediante el método de trampas-cámara, siete de las nueve especies totales registradas, mientras que con el método de estaciones olfativas se lograron registrar sólo cuatro (Cuadro 4). En esta zona no existieron registros del tlacuache *Didelphis virginiana*, ni del zorrillo manchado *Spilogale putorius*.

b) Área de bosque de árboles de fuste de baja calidad (AFBC): se captaron cinco especies de mamíferos terrestres con las trampas-cámara, mientras que con las estaciones olfativas también se registraron cinco especies (Cuadro 4). En esta área no se presentaron registros de tres especies, la ardilla *Sciurus oculatus*, el conejo *Sylvilagus floridanus*, ni el ratón *Peromyscus maniculatus*.

c) Área sin manejo: se captaron con las trampas-cámara siete especies de mamíferos terrestres, mientras que las estaciones olfativas sólo registraron cuatro (Cuadro 4). No hubo registros del conejo *Sylvilagus floridanus*, ni del zorrillo manchado *Spilogale putorius*.

Cuadro 4. Número de registros para las especies encontradas en tres diferentes áreas en un bosque templado: semillero, árboles de fuste de baja calidad (AFBC) y no manejado, de la región de Huasca de Ocampo, en Hidalgo.

Especie	Semillero		AFBC		No manejado	
	No. Fotos	No. Estaciones activadas	No. Fotos	No. Estaciones activadas	No. Fotos	No. Estaciones activadas
<i>Bassariscus astutus</i>	18	4	0	3	8	2
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	8	3	9	3	4	4
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	1	0	5	1	1	3
<i>Sciurus oculatus</i>	1	0	0	0	1	0
<i>Sylvilagus floridanus</i>	2	1	0	0	0	0
<i>Odocoileus virginianus</i>	2	1	2	2	5	0
<i>Didelphis virginiana</i>	0	0	2	0	4	1
<i>Spilogale putorius</i>	0	0	5	1	0	0
<i>Peromyscus maniculatus</i>	1	0	0	0	10	0

### Resultados del inventario

La curva de acumulación de especies permitió estimar el número esperado de especies para cada una de las áreas de estudio, que al compararlo con el número observado permitió determinar qué tan exhaustivo resultó el inventario para las zonas en estudio (Moreno, 2001).

De acuerdo con los resultados de este método, la curva de acumulación de especies general estimó 12 especies para el total de los sitios, mientras que las observadas fueron nueve (Gráfico 2). Por lo que el muestreo representa al 75% de las especies esperadas.

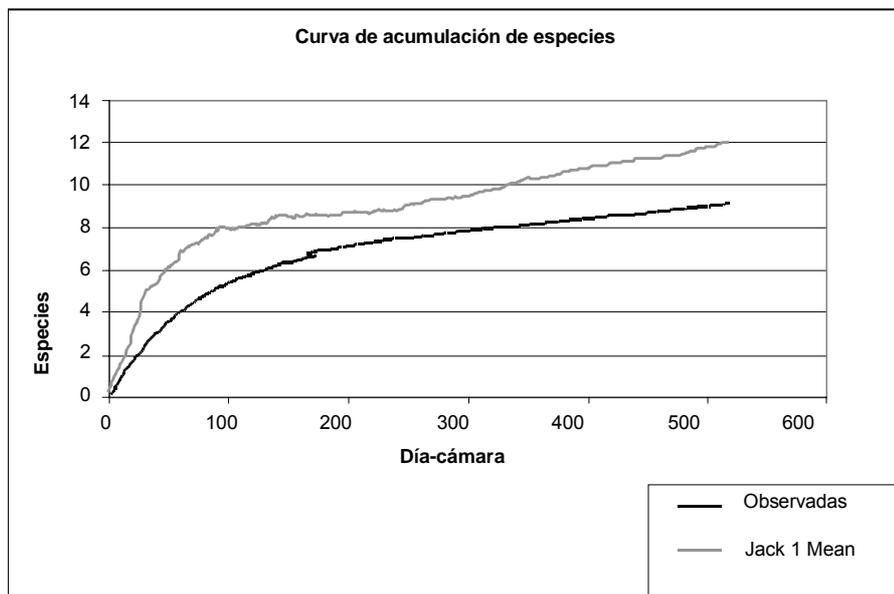


Gráfico 2. Curva de acumulación de especies de mamíferos, de las tres áreas de estudio, en un bosque templado de Huasca de Ocampo, Hidalgo, con un esfuerzo de muestreo de 540 días-cámara. Se predicen para los sitios 12 especies, con el estimador no paramétrico Jackknife de primer orden.

Para el área de semilleros, la curva de acumulación de especies estimó 10 especies en contra de las siete observadas. Para esta zona el esfuerzo de muestreo representó un 70% de las especies esperadas (Gráfico 3).

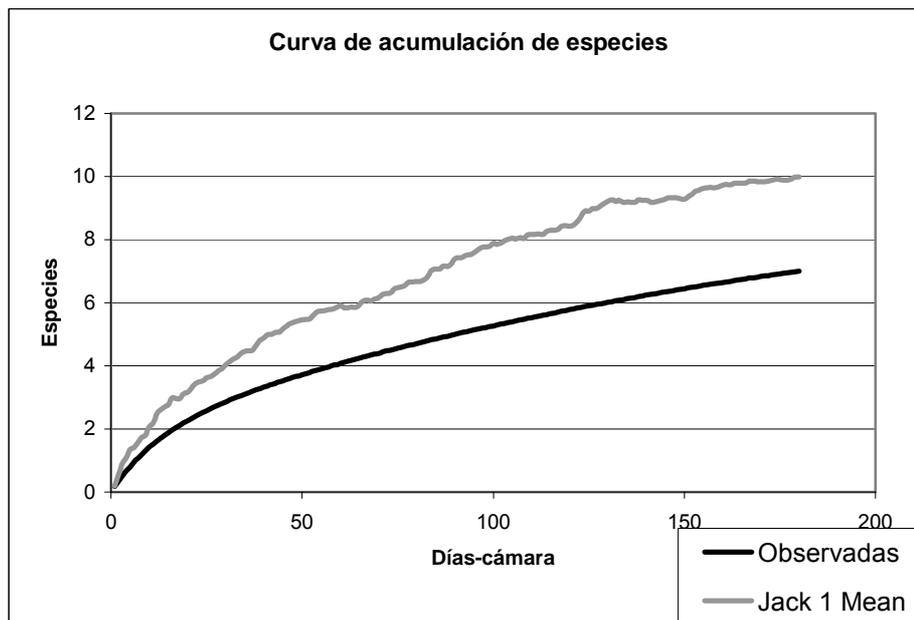


Gráfico 3. Curva de acumulación de especies de mamíferos del área de semillero de un bosque templado de Huasca de Ocampo, Hidalgo, con un esfuerzo de muestreo de 180 días-cámara, donde se estiman para el sitio 10 especies, con el estimador no paramétrico Jackknife de primer orden.

Para el área de árboles de fuste de baja calidad: en este caso la curva de acumulación de especies predijo cinco especies, comparada con las cinco observadas (Gráfico 4). En este caso el muestreo representó un 100% de las especies esperadas.

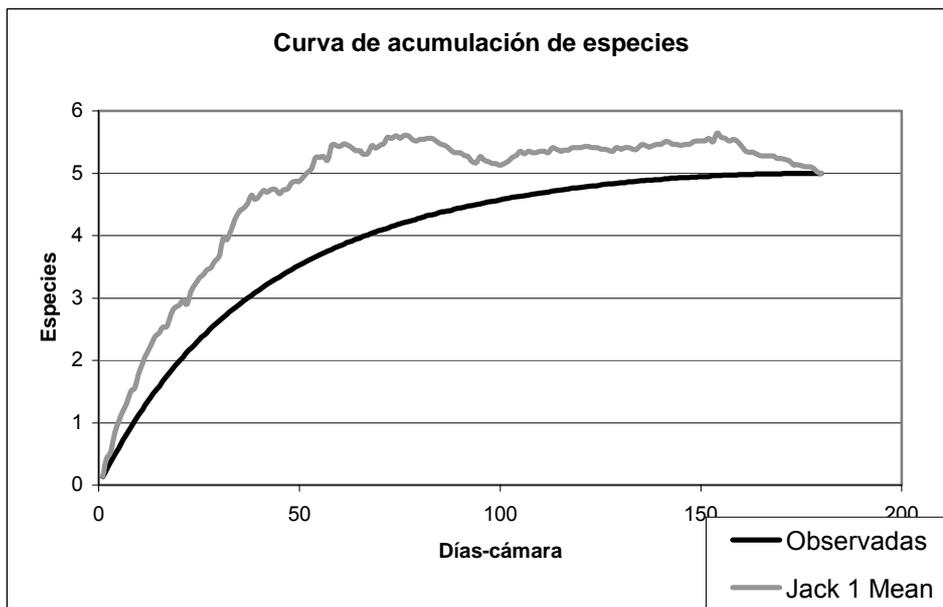


Gráfico 4. Curva de acumulación de especies de mamíferos del área de árboles de fuste de baja calidad en un bosque templado de Huasca de Ocampo, Hidalgo, con un esfuerzo de muestreo de 180 días-cámara, donde se estiman para el sitio cinco especies, con el estimador no paramétrico Jacknife de primer orden.

Área no manejada: en este caso la curva de acumulación de especies predijo nueve especies mientras que las observadas fueron siete. El muestreo representa un 77% de las especies esperadas (Gráfico 5).

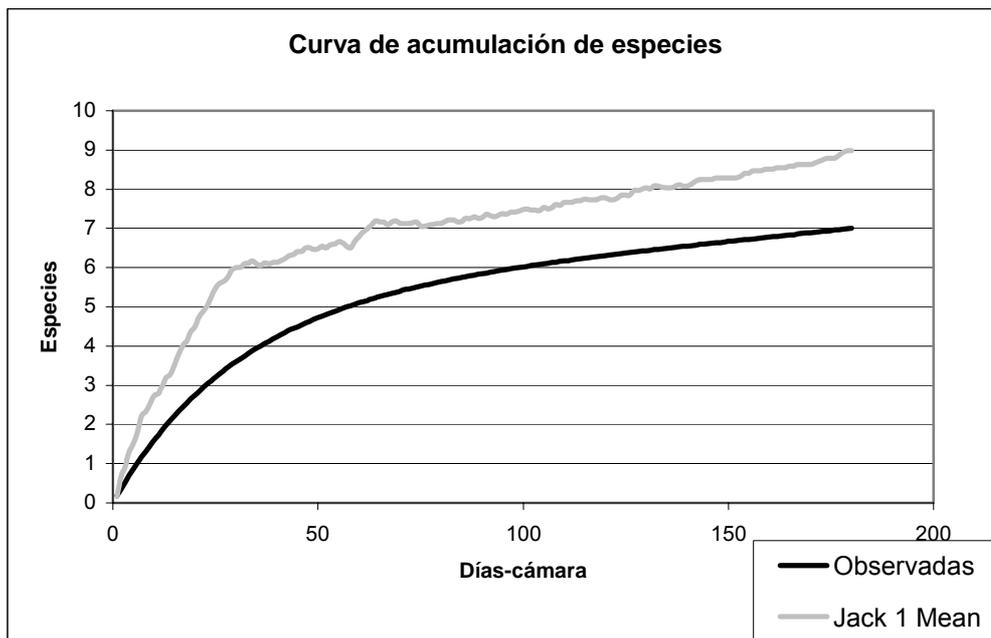


Gráfico 5. Curva de acumulación de especies de mamíferos del área no manejada en un bosque templado de Huasca de Ocampo, Hidalgo, con un esfuerzo de muestreo de 180 días-cámara, donde se estiman para el sitio nueve especies, con el estimador no paramétrico Jackknife de primer orden.

### Diversidad del ensamble de mamíferos terrestres entre los sitios de estudio

Se encontró al comparar los sitios con el índice de Shannon que el valor más alto del índice fue  $H' = 0.744$ , para el área de árboles de fuste de baja calidad, mientras que el área no manejada presentó un valor de  $H' = 0.632$  y el valor más bajo fue para el área de semillero con  $H' = 0.578$ . La comparación de los pares de hábitats, muestra que hay una diferencia significativa en cuanto a la diversidad, debido a que el sitio de árboles de fuste de baja calidad y el no manejado fueron significativamente distintos  $T = -2.560$ ,  $P < 0.05$ . Mientras que no se encontró una diferencia significativa entre los otros dos pares de hábitat restantes (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación del índice de Shannon para la diversidad de mamíferos terrestres registrados con trampas cámara entre tres diferentes áreas en un bosque templado: semillero, árboles de fuste de baja calidad (AFBC) y no manejado, de la región de Huasca de Ocampo, Hidalgo.

H'	Pares de Hábitat	T	Valor de probabilidad
Semillero=0.5784	Semillero vs AFBC	-0.605	n.s.
No Manejado=0.6321	Semillero vs No Manejado	-1.7377	n.s.
AFBC =0.7447	AFBC vs No manejado	-2.560	P<0.05

### Preferencias de hábitat

La tabla de contingencia muestra que no existe independencia entre las especies y los tipos de manejo ( $\chi^2 = 63.42$ ;  $gl = 16$ ;  $P < 0.0001$ ), es decir, al menos la presencia de una de las especies de mamífero se relaciona con el tipo de manejo. Los resultados para realizar la tabla de contingencia con los datos fotográficos se muestran en el cuadro 4.

Debido a que se encontraron diferencias significativas en la diversidad se utilizó la prueba *Pos Hoc* del programa *STAT VIEW ver 5.0.1*. Se encontró que las preferencias de hábitat de las especies de mamíferos son diversas, resaltando que el semillero es menos utilizado de lo que se esperaría para muchas especies. Así podemos observar que *B. astutus* utiliza menos las áreas de AFBC, mientras que *S. putorius* sólo se presenta en el área de AFBC por lo que se detecta menos de lo esperado en las otras dos zonas.

Para *D. Virginiana* se observa que usa menos de lo esperado el semillero y *S. floridanus* parece no utilizar la zona no manejada. Otras especies como *S. oculatus* parecen utilizar de manera indistinta todos los tipos de manejo dentro del bosque templado (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de las pruebas *Pos Hoc* de la tabla de contingencia que muestran (-) cuando el sitio es utilizado menos de lo que se esperaba; (+) cuando se utiliza más de los que se esperaba; e (=) igual a lo que se esperaba para cada especie entre las tres diferentes zonas de estudio del bosque templado de la región de Huasca de Ocampo, Hidalgo. (AFBC: árboles de fuste de baja calidad).

<b>Especies</b>	<b>Semillero</b>	<b>AFBC</b>	<b>No manejado</b>
<i>Bassariscus astutus</i>	+	-	=
<i>Dasypus novemcinctus</i>	=	+	=
<i>Didelphis virginiana</i>	-	=	+
<i>Odocoileus virginianus</i>	-	=	+
<i>Peromyscus maniculatus</i>	-	-	+
<i>Sciurus oculatus</i>	=	=	=
<i>Spilogale putorius</i>	-	+	-
<i>Sylvilagus floridanus</i>	+	=	-
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	=	+	-

## DISCUSIÓN

Los resultados del estudio muestran, como se plantea en la hipótesis, que los cambios estructurales del bosque debidos al manejo forestal, afectan de manera directa a las especies de mamíferos terrestres, de forma tal que es posible detectar cambios significativos en el ensamblaje que se encuentran en cada área de estudio. Esto coincide con diferentes trabajos que demuestran que existe un efecto definido del tipo de manejo forestal que se realiza en cada área, sobre el ensamblaje de los mamíferos terrestres, que se refleja claramente en la riqueza de especies (Caire *et al.*, 1989; Crooks, 2001; Martin, 2002; Tallmont *et al.*, 2003; Wallace *et al.*, 2003). En este estudio los resultados demuestran que el manejo forestal en el caso del sitio de árboles de fuste de baja calidad disminuye la riqueza de especies; sin embargo, aumentó la diversidad y permitió el establecimiento de una especie (*S. putorius*) que al parecer prefiere habitar bajo estas condiciones, pues no presento registros en las otras zonas de estudio.

Es importante mencionar que es difícil saber si un registro es de uno o más individuos, tanto para el método de trampas cámara, como para el de estaciones olfativas. Por lo tanto, la colocación de las mismas se realizó en diferentes zonas dentro de los tres sitios de estudio, lo que ayudó a observar una mayor variación en la toma de registros, así mismo se programaron las trampas cámara en intervalos de tres minutos entre cada foto, para tratar de disminuir la incidencia de los mismos individuos en cada registro fotográfico.

La abundancia sólo se puede estimar para especies con marcas individuales, como algunos félidos tales como el jaguar o el ocelote y la metodología requiere de, al menos, 20 trampas cámara instaladas por pares frente a frente, para captar correctamente al animal y diferenciarlo (Maffei *et al.*, 2001). Las especies registradas en este estudio, no presentan marcas individuales específicas como las de los félidos antes mencionados, además de que no se contó con la cantidad requerida de trampas cámara para la identificación individual de las especies, debido a esto la variable de respuesta son los registros y no individuos particulares. Es importante tener en cuenta que el índice de abundancia relativa refleja cambios o tendencias poblacionales, mas no da información del actual tamaño de las poblaciones silvestres (Crawford, 1991).

Los resultados de la curva de acumulación de especies sugieren que cuando se particulariza por zona, se detecta que el área más diversa se logra inventariar al 100% (AFBC), mientras que en las otras dos áreas menos diversas, se logra un inventario de más del 75 % lo que se considera es adecuado para comparar la información, aunque bajo la reserva de no cumplir al 100% con el inventario en dos de los sitios (semillero y no manejado).

Es importante resaltar que una baja densidad poblacional de las especies hace que su registro sea más difícil, lo que incrementaría las especies raras, y por otro lado, que el número de individuos de las especies más abundantes provoque que la curva de acumulación de especies subestime la riqueza específica de un área en particular (Thomson y Whitters, 2003).

En el inventario de este estudio se reportan nueve especies de mamíferos terrestres silvestres: *Didelphis virginiana*, *Dasyopus novemcinctus*, *Sciurus oculatus*, *Peromyscus maniculatus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus*, *Spilogale putorius*, *Odocoileus virginianus* y *Sylvilagus floridanus*. De las cuales dos especies no se habían registrado en el inventario más inmediato para la zona (Coronel-Arellano, 2004), *Didelphis virginiana* y *Spilogale putorius*, lo que nos hace pensar que ambas especies tienen localmente muy bajas densidades poblacionales en la zona de estudio.

Muchos mamíferos silvestres son capaces de prosperar en zonas perturbadas por actividades humanas; sin embargo, no son claras las tendencias en cuanto a las preferencias de las diferentes especies sobre los sitios; por ejemplo, la mayoría de los mamíferos grandes como los félidos o los úrsidos son muy sensibles a los cambios en su hábitat, mientras que algunos mamíferos medianos y pequeños muchas veces se ven beneficiados con estos cambios; sin embargo cada especie tiene una respuesta específica hacia la perturbación (Martin, 2002). Los hábitats perturbados sin duda alguna, representan un futuro importante para la conservación y la supervivencia de algunas especies (Orjuela y Jiménez, 2004), y es lo único que queda disponible para ellos, por lo que debemos de empezar a entender cómo es que las especies los utilizan y cómo es que pueden permanecer en ellos. Es importante mencionar que las diferencias en cuanto a la riqueza y abundancia de especies se puede explicar debido a que los sitios con mayores registros fotográficos (no manejado y semillero) poseen una mayor complejidad en la estructura vegetal brindada principalmente por el

sotobosque (no manejado: 169 arbustos/m<sup>2</sup> y semillero: 460 arbustos/m<sup>2</sup>) originando más recursos, como alimento y refugio, lo que favorece a las especies, mientras que el área de árboles de fuste de baja calidad representó el menor porcentaje de arbustos (26 arbustos/m<sup>2</sup>). El área de semilleros, al presentar una mayor cantidad de porcentaje arbustivo, puede explicar que sea una de las zonas con mayor riqueza de especies, pero concretamente, sea el área donde existieron más registros de *B. astutus* y también la segunda en registros de *U. cinereoargenteus*.

Esto parece ajustarse al proceso de sucesión ecológica, porque el área de semilleros, dadas sus características, podría encontrarse en una etapa intermedia de sucesión o muy cercana a ella, donde las comunidades son más productivas (Ricklefs, 1998). En esta área, al realizar el corte de árboles cuyas características no son las óptimas para la producción de maderas, se forman espacios en el dosel lo que permite una mayor entrada de luz, que brinda las condiciones para la colonización y propagación de hierbas y arbustos, originando condiciones favorables para la mastofauna, expresados como mayor grado de recursos alimenticios y áreas de refugio, siendo la tercera en diversidad de los sitios de muestreo y la segunda junto con el área sin manejo en riqueza de especies.

El área sin manejo podría estar en una representación sucesional madura (clímax), que ocurre cuando la comunidad logra entrar en equilibrio con su ambiente físico (Ricklefs, 1998). Esta área al presentar árboles desarrollados de gran tamaño, no favorece el desarrollo del estrato herbáceo y arbustivo como en el área de semilleros. Esta zona fue la segunda en

diversidad y resultó ser uno de los sitios con más riqueza de especies. Lo anterior podría deberse a que actúa como un refugio para la fauna que huye de la perturbación.

El área con mayor diversidad fue la de árboles de fuste de baja calidad. En esta zona, las características del manejo no permiten el desarrollo del sotobosque, presentando una vegetación poco densa, haciendo de ésta la zona de menor complejidad estructural de las tres. Sin embargo, debido a las características físicas de esta área, brindadas por el manejo forestal, ha permitido una mayor consistencia en la presencia de las especies registradas para el sitio. Su fauna consiste en mamíferos con una amplia capacidad de movimiento (Cuadro 4).

En ninguna de las zonas de estudio (semillero, árboles de fuste de baja calidad o área sin manejo) se registraron a las nueve especies de mamíferos registradas. Los sitios con mayor riqueza de especies fueron el área sin manejo y el área de semillero, cada una con siete especies, mientras que el sitio con árboles de fuste de baja calidad fue el de menor riqueza donde sólo se registraron cinco especies (Cuadro 4). Esto sugiere que, para mantener al conjunto de especies de la región, es importante que se conserve el mosaico de hábitats originados por el manejo forestal que hay en la zona de estudio, manteniendo la heterogeneidad dentro de los hábitats se puede conservar e incrementar la diversidad de las especies si se realiza con una intensidad moderada (Gómez-Pompa y Kaus, 1999; Halffter, 2005).

Los resultados muestran que la distribución de los mamíferos en el bosque templado no es independiente de los tipos de manejo forestal, debido

a que algunas especies se ven afectadas de manera diferencial. Estos cambios en las preferencias de las especies pueden ser la guía que permita entender la dinámica de los ensambles de mamíferos que se encuentran en los bosques templados bajo manejo forestal. Alterar un hábitat ocasiona una cascada de efectos sobre la mastofauna (o cualquier grupo animal), al eliminar factores importantes para algunas especies como son: el refugio, el alimento, o incluso al modificar las condiciones microclimáticas debido a la reducción de la cobertura vegetal. Las especies afectadas nocivamente por los cambios tienden a desaparecer del lugar buscando otro que satisfaga sus necesidades biológicas (Warren *et al.*, 2000; Tallmont *et al.*, 2003). Los cambios pueden desequilibrar la cadena trófica, al eliminar alguna fuente de alimento del sitio, obligando a las especies dependientes de este, a desaparecer o adaptarse y consecuentemente, al emigrar las presas, también deben hacerlo los depredadores. También existe la posibilidad de que los cambios sean favorables y proporcionen mayor cantidad de recursos a la mastofauna; sin embargo, todo es en la medida de las necesidades y requerimientos de cada especie (Haila, 2002). Un ejemplo claro es la ausencia de los félidos como el puma o el gato montés en la zona y la proliferación de otros depredadores como el cacomixtle y la zorra gris.

Los cambios en la estructura del ensamble de mamíferos con respecto al manejo forestal puede ser un criterio importante para seleccionar especies focales, apropiadas para investigaciones ecológicas y para planear correctamente la conservación de las áreas naturales. Por ejemplo, Crooks (2001), menciona que existen especies indicadoras de salud ambiental. En su

estudio menciona el caso del puma, afirmando que éste no es el mejor indicador del grado de perturbación del hábitat, debido a que requiere de un extenso ámbito hogareño y resulta extremadamente sensible a cambios ambientales. Por otra parte, el lince resulta ser un muy buen indicador de perturbación debido a que soporta mayores niveles de cambios en el ambiente, incluso llegando a habitar pequeños fragmentos. En nuestro caso resulta importante mencionar que ningún depredador tope como: *Puma concolor*, *Linx rufus* o *Canis latrans* fue registrado, por lo que se cree que en la zona el manejo forestal y la cercanía a centros de población humana afectan gravemente a estos organismos. Este patrón de intolerancia a la perturbación por parte de los grandes depredadores es común (Hernández, 2002; Crooks, 2001). En el estudio, las especies que presentaron mayor sensibilidad, basados en su respuesta de aparición en los sitios de estudio, fueron el zorrillo manchado y el conejo. Es interesante el caso del zorrillo manchado, porque al parecer el sitio de árboles de fuste de baja calidad, fue el mejor para su desarrollo, pues sólo fue registrado allí. Por otra parte, el conejo sólo se registró en el área de semilleros, lo que resulta de suma importancia, pues este organismo es una de las presas naturales favoritas de los depredadores tope (Hernández, 1994), al parecer su presencia dentro de las zonas de estudio es muy reducida, probablemente debido a que también es una de las presas favoritas de consumo humano. La alta sensibilidad de los depredadores como los felinos, podría también explicar la ausencia de los mismos, pues al no existir presas suficientes éstos tienden a emigrar (Hernández, 1994).

Las especies de mamíferos más abundantes registradas en el estudio, fueron la zorra gris y el cacomixtle aportando el mayor número de registros fotográficos y número de huellas. Esto fue reportado en un trabajo anterior (Coronel-Arellano, 2004) donde ambas especies también fueron las más abundantes. Estos meso-carnívoros (mamíferos de entre 101 y 10,000 gr. Ceballos *et al.*, 2002) tienden a ser los miembros más importantes de las comunidades cuando faltan los depredadores tope (Ray, 2000), gracias a su facilidad de adaptación a los cambios en su hábitat. El estudio a fondo de su ecología deberá de ser uno de los temas de mayor relevancia en el futuro inmediato, porque seguramente tendrá efectos a largo plazo en los ecosistemas.

La intervención antrópica por medio del manejo forestal en los bosques templados, origina una serie de modificaciones en la estructura vegetal que afecta al ensamblaje de mamíferos, el cual es definido por las características del hábitat y la vulnerabilidad propia de los mamíferos. Como se sabe, existen algunos mamíferos capaces de sobrevivir en ambientes perturbados, pero también algunas especies se encuentran en muy bajas densidades, otras se han extinguido como el lobo mexicano, y otras muy probablemente aún subsisten bajo una gran presión en la zona de estudio, tal es el caso de los depredadores como el puma, el coyote y el gato montés, por lo que es necesario proponer nuevas políticas de manejo forestal, que puedan proteger y gestionar el ambiente, en función de los intereses de las especies silvestres y no sólo a nuestro favor (Moutou y Bouchardy, 1993). Por lo anterior, es muy importante el estudio de las áreas bajo manejo forestal, así

como los sucesos biológicos que ocurren en ellas. El conocimiento de ellas ayudará a establecer estrategias para la conservación y permitirá una mayor comprensión de la ecología de las especies (Tallmont *et al.*, 2003), facilitando así el uso adecuado de los recursos naturales y el desarrollo sustentable.

Es importante reiterar que los resultados de este estudio son válidos sólo para la zona de muestreo. Debe mencionarse la necesidad de continuar con un programa permanente de monitoreo de las poblaciones, que considere los resultados obtenidos en el presente estudio. También es importante incluir otros componentes basados en estudios de captura y recaptura y de ecología, entre otros. En siguientes estudios el período de monitoreo debería abarcar todos los meses del año, para conocer a ciencia cierta las tendencias de las diferentes especies a lo largo del año.

## CONCLUSIONES

- Se reportaron un total de nueve especies de mamíferos silvestres terrestres (*Didelphis virginiana*, *Dasypus novemcinctus*, *Sciurus oculatus*, *Peromyscus maniculatus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus*, *Spilogale putorius*, *Odocoileus virginianus* y *Sylvilagus floridanus*;) en el rancho Santa Elena en Huasca de Ocampo, Hidalgo.
- Se encontró que el número de registros por fotografías y huellas está correlacionado positivamente, por lo que asumimos que el número de fotos está relacionado con la abundancia relativa de las especies registradas (exceptuando el caso de los roedores).
- El inventario de la mastofauna según los datos de las curvas de acumulación de especies representa para cada área más del 75% de las especies esperadas, por lo que los resultados se consideran confiables, por otra parte se logró registrar dos especies nuevas para el rancho Santa Elena; *Didelphys virginiana* y *Spilogale putorius*.
- Se encontró un efecto medible sobre la composición del ensamble de mamíferos silvestres aparentemente debido al manejo forestal. Es decir, los cambios estructurales del bosque afectan de manera directa a las especies de mamíferos terrestres.
- Se encontró una diferencia significativa entre los pares de hábitat en cuanto a la diversidad de la mastofauna. El sitio con mayor diversidad fue el de árboles de fuste de baja calidad; sin embargo, sólo registró cinco especies de mamíferos. Por otra parte, el área sin manejo fue la

segunda en diversidad, seguida del área de semilleros ambas reportando siete especies de mamíferos silvestres.

- No existe independencia entre las especies y los tipos de manejo forestal. Las preferencias de las especies fueron diversas, encontrando que la presencia de algunas especies se asocia con el tipo de manejo forestal.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. México.
- Baccus, J.T., M. Helen, Thomas, y M. Richard. 2000. Mammals of the freeman ranch, hays county, Texas. Texas State University. J F *Freeman Ranch Publication Series No. 1-2000.*
- Bray, D. B., L. Merino-Pérez, P. Negreros-Castillo, G. Segura-Warnholtz, J. M. Torres-Rojo, y H. F. M. Vester. 2003. Mexico's community-managed forests as a global model for sustainable landscapes. *Conservation Biology* 17 (3) 672-677.
- Caire, W., J. Tyler, P. Glass, y A. Mares. 1989. Mammals of Oklahoma. University of Oklahoma. Press, Norman. Pp.567.
- Carbone, C., S. Cristie, K. Conforti, T. Coulson, N. Franklin, J. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, M. Kinnaird, R. Laidlaw, A. Lynam, D. MacDonald, D. Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Seidensticker, L. Smith, y W. N. Wan Shahrudin. 2002. The use of photographic rates to estimate densities of cryptic mammals: response to Jennelle *et al.* The zoological society of London. *Animal Conservation* 5:121- 123.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, y R. A. Medellín. 2002. Mamíferos de México. En: *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. Ceballos, G., y J. Simonneti. Pp. 377-413. CONABIO, UNAM. México. D. F

- Ceballos, G., y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco, México. Fundación ecológica; A. C. UNAM. México.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, presente, pasado y futuro. CONABIO-UNAM-Agrupación Sierra Madre. México.
- Challenger, A. 2003. Conceptos generales acerca de los ecosistemas templados de montaña en México y su estado de conservación. México. Pp.17-45. En: Conservación de ecosistemas templados de montaña en México. Sánchez, O., G. Vega, E. Peters, y O. Monroy-Vilchis, Diplomado en conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre, CONABIO. México.
- Clark, B. K., B. S. Clark, R. T. Homerding, y W. Musterman. 1998. Communities of small mammals in six grass-dominated habitats of southeastern Oklahoma. *The American Midland Naturalist* 139: 262-268.
- Colwell, R. K. 2001. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, Version 7.5.0. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>, Storrs, Connecticut.
- Consejo Estatal de Ecología. 1999. Ordenamiento ecológico territorial de Huasca de Ocampo, Hidalgo. COEDE. México.
- Coronel-Arellano, H. 2004. Inventario de la mastofauna terrestre: el caso del rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo. Tesis de licenciatura en Biología. UAEH. México.

- Crawford, T. C. 1991. The calculation of index numbers from wildlife monitoring data. En Goldsmith, F. Monitoring for Conservation and Ecology. Chapman y hall. Pp. 220-248.
- Crooks, K. 2001. Relative sensitive of mammalian carnivores to habitat fragmentation. Conservation Biology 16(2) 488-502.
- Cuarón, A. 2000. Effects of land-cover changes on mammals in a neotropical region: a modeling approach. Conservation Biology 14: 1676-1692.
- Daily, C. G., G. Cevallos, J. Pacheco, G. Suzán, y A. Sánchez. 2003. Country side biogeography of neotropical mammals: Conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. Conservation Biology 17: 1814.
- Dayli, C. G. 1997. Country side biogeography and the provision of ecosystem services. Nature and human society: the quest for a sustainable world. Raven editor. National Research Council. National academy press, Washington, D. C. Pp.104-113.
- Environmental Systems Research Institute, Inc. 1992-1999. *Arc View* GIS 3.2.
- Erin, M. B., y A. H. Keith. 1997. Comparing the effects of landscape fragmentation by forestry and agriculture on predation of artificial nest. Conservation Biology 11 (6). 1418.
- Fauth, J. M., J. Bernardo, M. Camara, W. J. Resertaris, J. Van Burrkirk, y S. A. McCollum. 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. The American Naturalist 147: 282-286.

- Fimbel, R. A., A. Grajal y J. G. Robinson. 2001. *The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forests*. Columbia University, New York.
- Flores, O., y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad & UNAM. Edición Técnico Científicas. México.
- Forsythe, S. W., y J. Roelle. 1990. *The relationship of human activities to wildlife function of bottomland hardwood forests: the report of the wildlife working group. Ecologica processes and cumulative impacts illustrated by Bottomland Hardwood Wetland Ecosystems*. Gosselink, J. G., L. C. Lee, y T. A. Muir. Lewis Publ; Inc; Chelsea. Pp. 533-536.
- Fredericksen, N., T. Fredericksen, B. Flores y D. Rumiz. 1999. *Uso de claros de corta de diferente tamaño, por la fauna silvestre, en un bosque seco tropical*. Doc. Tec. 81. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz - Bolivia.
- García, A. E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- García, E. 2001. *Marco institucional, normativo y político para el manejo y comercialización de productos forestales no maderables en México*. Proyecto "Comercialización de productos forestales: factores de éxito y fracaso" UNEP – WCMC. México.

- Gómez-Pompa, A., y A. Kaus. 1999. From pre-Hispanic to future conservation alternatives: Lessons from Mexico. Proceedings of the Natural Academy of Science, 96: 5982-5986.
- Gompper, E. M., y D. M. Decker. 1998. *Nasua nasua*. Mammalian Species 508:1-9.
- Haila, Y. 2002. A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. Ecological applications 12 (2)321-334.
- Halffter, G. 2005. Towards a culture of biodiversity conservation. Acta Zoológica Mexicana, 21: 133-153.
- Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. A Wiley-Interscience, Publication. EUA.
- Hernández, H. A 1994. ¿Podrán sobrevivir los mamíferos carnívoros de México? Ciencia y Desarrollo. 114. México. Pp. 54-63.
- Hernández, H. C. 2002. Los mamíferos medianos del parque nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de licenciatura en Biología. Itztacala. UNAM. México.
- [http://www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/051216\\_evaluacion\\_pbm.pdf](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/051216_evaluacion_pbm.pdf). (30 de abril 2006)
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. 1992. Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. VIII Censo Ejidal, México.

- Karanth, U. K., y J. D. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*. 79 (8): 2852-2860.
- Lomolino, V. M., y R. D. Perault, 2000. Assembly and disassembly of mammal communities in a fragmented temperate rain forest. *Ecology* 18:1517-1532.
- Luna, I., J. J. Morrone, y D. Espinosa. 2004. Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Ed. Las Prensas de Ciencias. México.
- Maffei, L., E. Cuellar, y A. J. Noss. 2002. Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitana. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 11: 55-65.
- Martin, O.C. 2002. Riparian habitat management for mammals on corps of engineer's projects. Nota técnica. ERDC TN-EMRRP-SI-29: 1-13.
- Meffe, G. K., y R. Carroll. 1997. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates Sunderland, Massachusetts.
- Merino- Pérez, L. 2004. Conservación o deterioro, el impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de uso de los recursos forestales. Semarnat-CCMSS, México D.F. Pp.339-360.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T. Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza.
- Moutou, F., y C. Bouchardy. 1993. Los mamíferos en su medio. Ed. Plural. ECOGUÍAS. Barcelona.

- Musalem, F. J., H. Sánchez, y F. Becerra. 1998. Bases científicas para la elaboración de programas de manejo forestal en bosques de coníferas con fines de producción. Secretaria de Recursos Naturales. Dirección general forestal. Asociación Mexicana de Productores Forestales. México. Pp.47.
- Ochoa, J. 2000. Efectos de la extracción de madera sobre la diversidad de mamíferos pequeños en bosques de tierras bajas de Guayana Venezolana. *Biotropica* 32 (1): 146-164.
- Ochoa, J., y P. Soriano. 2001. The effects of logging on nonvolant small mammal communities in neotropical rain forests. Pp. 125-152. En: Fimbel R. A., A. Grajal and J. G. Robinson. *The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forests*. Columbia University, New York. P.808.
- Orjuela C., y G. Jiménez. 2004. Estudio de la abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, finca hacienda Cristales, área cerritos. *Pontificia Universidad Javeriana*. Revista de la Facultad de Ciencias. Colombia. 9: 87-96.
- Putz, F., K. Redford, J. Robinson, R. Fimbel y G. Blate. 2000. Biodiversity conservation in the context of tropical forest management. The World Bank environment department. Washington, D.C. – USA. Paper No 75.
- Ray, C. J. 2000. Mesocarnivores of Northeastern North America: status and conservation issues. WCS Working Papers. Wildlife Conservation Society. No.15. EUA.

- Ricklefs, R. E. 1998. *Invitación a la ecología, la economía de la naturaleza*. Editorial Médica Panamericana. 4ta edición. Buenos Aires.
- Rzedowski, J. 1983. *Vegetación de México*. Instituto Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Limusa. México.
- Rzedowski, G., y J. Rzedowski. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. CONABIO, Instituto de Ecología. A. C. 2a edición. Michoacán. México.
- Sánchez, O., E. Vega., E. Peters, y O. Monroy-Vilchis. 2003. *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- Sánchez-Hernández, C., M. de L. Romero-Almaraz, H. Colín-Martínez, y C. García-Estrada. 2001. Mamíferos de cuatro áreas con diferente grado de alteración en el sureste de México. *Acta Zoológica Mexicana* 84:35-48.
- SAS Institute Inc. 1999. *StatView for Windows*. Versión 5.0.1
- Schaiks, C., y M. Griffiths. 1996. Activity periods of Indonesian rain forest mammals. *Biotropica* 28(1)105-112.
- Schelhas, J., y R. Greenber. 1993. *Los fragmentos de bosques en el paisaje tropical y la conservación de las aves migratorias*. Documento 1, Centro Smithsoniano de aves migratorias. Washington, DC.
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1997. Programa integrado de manejo ambiental y forestal del predio particular "Fracción B y C del Rancho Santo Domingo" Municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo.

- Silveira, L., T. Jacomo, F. Alexandre, y F. Diniz-Filho. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114: 351-355.
- Tallmont, D., E. Jules, J. R. Nikki, y S. Mills. 2003. Of mice and men and trillium: cascading effects of forest fragmentation. *Ecological Applications* 13(5) 1193-1203.
- Thompson, G., y P. Withers. 2003. Effects of species richness and relative abundance on the shape of the species accumulation curve. *Austral Ecology*, 28, 355-360.
- Torre, I. C. 2004. Distribution, population dynamics, and habitat selection of small mammals in Mediterranean environments: the role of climate, vegetation structure, and predation risk. Tesis doctoral. Facultad de biología, Universidad de Barcelona. Pp. 178.
- Trolle, M. 2003. Mammal survey in the southeastern pantanal, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 12:823-836.
- Trolle, M., y M. Kery, 2003. Estimation of ocelot density in the pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of mammalogy* 84 (2) 607-614.
- Wallace, R. B., H. Gómez, G. Ayala, y F. Espinoza. 2003. camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the tuichi valley, Bolivia. *Sarem. Mastozoología Neotropical* 10(1):133-139.
- Walker, S. P., J. Novaro y D. Nichols. 2000 consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos.

- Mastozoología Neotropical, *Journal of Neotropical Mammalogy*. 2: 73-80.
- Warren, P.P., S. Badaraju, S. E. Warren, y N. Ramankutty. 2000. Calculating climate effects on birds and mammals: impacts on biodiversity, conservation, population parameters, and global community structure. Department of Zoology, University of Wisconsin, & Institute for Environmental Studies. *American Zoologist*. 40:597–630.
  - Yasuda, M. 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal study* 29: 37-46.
  - Zar, J. H. 1999. *Biostatistical análisis*, 4ta edición. Prentice-Hall, New York, EUA.

- **Especies reportadas para el estudio de ensamblaje  
de mamíferos.**



***Odocoileus virginianus***



***Urocyon cinereoargenteus***



***Bassariscus astutus***



***Didelphis virginiana***



***Dasypus novemcinctus***



***Spilogale putorius***



***Sciurus oculatus***



***Sylvilagus floridanus***



***Peromyscus maniculatus***



**Huellas de *Dasyus novemcinctus***