



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**ÍNDICES DE ABUNDANCIA RELATIVA DE MAMÍFEROS  
EN LA PARTE OCCIDENTAL DEL PARQUE NACIONAL  
PICO DE ORIZABA, PUEBLA.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**BIOLOGA**

**PRESENTA**

**VALERIA RUIZ SERRANO**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. EFRAÍN R. ÁNGELES CERVANTES**



**México D.F 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS

A mi mamá, Digna Serrano Santiago por otorgarme la vida y darme las mejores lecciones eres mi mayor inspiración.

A mi abuelo Florencio Serrano Meza y mi hermano Ramses Torreblanca Serrano por ser mis figuras paternas y enseñarme el amor a la vida.

A mi hermano Hebert Ruiz Serrano por los buenos y malos momentos, por la alegría y los consejos.

A toda la familia Serrano Santiago por todo su apoyo, por permitirme conocer un lugar tan bello como Oaxaca, por ser tan especiales y enseñarme la belleza de la Naturaleza.

A mi novio José Arturo Gutiérrez Núñez, eres un gran hombre, gracias por brindarme tu amor y tu compañía. Te amo.

A Verónica Núñez Abad, Amauri Gutiérrez Núñez e Iván Gutiérrez Núñez, por abrirme las puertas de su casa y su corazón, los quiero mucho.

Al Dr. Efraín R. Ángeles Cervantes por abrirme los ojos y enseñarme que la creatividad humana no tiene límites.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a la vida que me ha dado tanto.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la oportunidad de desarrollar mis capacidades en la mejor institución.

A FES Zaragoza, por abrirme las puertas al conocimiento.

Al Dr. Efraín R. Ángeles Cervantes por compartirme su conocimiento, por enseñarme que la imaginación es nuestra mejor herramienta, por dejarme formar parte de un gran equipo de trabajo y por los consejos brindados.

Al Dr. Antonio Alfredo Bueno Hernández por brindarme un voto de confianza y el conocimiento compartido.

Al M. en C. Manuel Faustino Rico Bernal por la contribución realizada a este trabajo y la confianza.

Al Dr. David Nahum Espinoza Organista por sus consejos, la confianza y las aportaciones realizadas a este trabajo.

Al Biólogo Cristóbal Galindo Galindo por su colaboración y aportación a este trabajo.

A la Dra. Alejandrina Ávila Ortiz del Laboratorio de Ficología de la FES Zaragoza por apoyarme en la fase experimental de este trabajo y por su amistad. También a Arturo, Olivia, Mariana, Erick y disculpen si olvido a alguien, pero gracias por hacer esas tardes de trabajo tan amenas.

Al Dr. Fernando A. Cervantes Reza, por su valiosa aportación en la culminación de este trabajo.

A la colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM, por permitirme hacer uso de sus colecciones científicas para el desarrollo de este trabajo.

A mi gran familia Serrano Santiago, por estar a mi lado.

A José Arturo Gutiérrez Núñez, te agradezco todas tus palabras y acciones para apoyarme y alentarme, sin ti esto hubiera sido mucho más difícil. Te amo.

A la familia Gutiérrez Núñez, gracias por la diversión y las palabras de aliento.

A tod@s mis amig@s: l@s que ya se han ido, l@s que siguen mi lado y l@s que han llegado. Gracias.

A tod@s los compañer@s que han formado parte del Laboratorio de Ecología Terrestre e Hidrología en la UMIEZ de la FES Zaragoza UNAM. Gracias por su apoyo en los muestreos en campo que no fueron fáciles pero sí muy divertidos.

## CONTENIDO

CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1 Estudios faunísticos en el Parque Nacional Pico de Orizaba.....	4
2.2 Importancia de los mamíferos no voladores en el ecosistema.....	5
2.3 Evaluación de poblaciones de mamíferos silvestres .....	6
2.4 Estudios basados en pelos de guardia .....	8
2.5 Evaluación de poblaciones de mamíferos por medio de Índices de Abundancia Relativa (IAR).....	9
2.6 Riqueza de especies .....	11
2.7 Diversidad beta .....	13
2.8 Importancia ecológica de los carnívoros.....	14
2.9 Hábitos alimentarios de <i>Lynx rufus</i> .....	15
2.10 Uso de hábitat de <i>Lynx rufus</i> .....	16
<b>3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>4. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>19</b>
4.1 Objetivos particulares .....	19
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>20</b>
5.1 Clima.....	21
5.2 Geología.....	21
5.3 Edafología .....	21
5.4 Hidrología .....	22
5.5 Vegetación .....	23
5.6 Fauna.....	24
5.6.1 Mamíferos.....	24
5.6.2 Aves.....	24
5.6.3 Reptiles y Anfibios.....	24
5.7 Contexto socio-demográfico .....	24

<b>6. MÉTODOS</b> .....	26
6.1 Sitio de estudio.....	26
6.2 Elección de los sitios de muestreo.....	26
6.3. Independencia de vestigios.....	26
6.4 Colecta e Identificación de excretas .....	27
6.5 Colecta e Identificación de huellas.....	27
6.6 Obtención de pelos de guardia en madrigueras o echaderos.....	28
6.7 Obtención de pelos de guardia de excretas .....	28
6.8 Tratamiento de pelos de guardia.....	29
6.9 Determinación de especies a través de pelos de guardia.....	29
6.10 Riqueza de especies.....	30
6.11 Obtención de la diversidad beta.....	30
6.12 Obtención de los Índices de Abundancia Relativa (IAR).....	31
6.12.1 IAR <sub>1</sub> .....	31
6.12.2 IAR <sub>2</sub> .....	31
6.13 Hábitos alimentarios de <i>Lynx rufus</i> .....	31
6.14 Uso de hábitat de <i>Lynx rufus</i> .....	32
<b>7. RESULTADOS</b> .....	33
7.1 Estimación de la riqueza máxima de especies y representatividad del muestreo .....	33
7.2 Riqueza de especies por transecto.....	34
7.3 Mamíferos terrestres registrados en el PNPO, Puebla, bajo protección de acuerdo con la NOM-059, UICN y CITES .....	35
7.4 Riqueza de especies por tipo de vegetación.....	36
7.5 Riqueza de especies y altitud .....	38
7.6 Análisis de la heterogeneidad ambiental en el PNPO, Puebla.....	39
7.7 Estimación de la diversidad beta.....	40
7.8 Índices de Abundancia Relativa de mamíferos terrestres en el PNPO, Puebla ..	41
7.8.1 IAR en bosque de oyamel ( <i>Abies religiosa</i> ) .....	42
7.8.2 IAR en zacatonal .....	43
7.8.3 IAR en pino-zacatonal ( <i>Pinus hartwegii- Agrotis toluensis</i> ) .....	44
7.8.4 IAR en bosque de pino ( <i>Pinus montezumae</i> ) .....	45
7.9 Hábitos alimentarios de <i>Lynx rufus</i> .....	46
7.10 Uso de hábitat de <i>Lynx rufus</i> .....	47
<b>8. DISCUSIÓN</b> .....	49

8.1 Riqueza de especies .....	49
8.1.1 Comparación de la riqueza de especies con otros parques nacionales.....	50
8.2 Riqueza de especies por tipo de vegetación.....	51
8.2.1 Bosque de oyamel ( <i>Abies religiosa</i> ) .....	51
8.2.2 Zacatonal o pradera de alta montaña .....	52
8.2.3 Pino-zacatonal ( <i>Pinus hartwegii- Agrostis tolucensis</i> ).....	53
8.2.4 Bosque de pino ( <i>Pinus montezumae</i> ) .....	54
8.3 Diversidad beta .....	55
8.4 Índices de Abundancia Relativa .....	55
8.5 Hábitos alimentarios de <i>Lynx rufus</i> .....	57
8.6 Uso de hábitat de <i>Lynx rufus</i> .....	58
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	<b>62</b>
<b>10. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>64</b>
10.1 Fuentes de información .....	76
<b>11. ANEXO DE VESTIGIOS DE MAMÍFEROS TERRESTRES REGISTRADOS EN EL PNPO, PUEBLA</b> .....	<b>A</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I. Especies de mamíferos registradas en la parte occidental del PNPO, Puebla por Martínez-Vázquez <i>et al.</i> (2000; 2010)	5
Cuadro II. Especies de mamíferos terrestres y tipos de vestigios en los cuatro tipos de vegetación de la parte occidental del PNPO, Puebla.	35
Cuadro III. Mamíferos terrestres en alguna categoría de protección en la NOM-059, CITES y UICN, así como su endemidad.	35
Cuadro IV. Tipos de vegetación, transectos efectivos y áreas de muestreo en el PNPO, Puebla.	41
Cuadro V. Índices de abundancia relativa $IAR_1$ e $IAR_2$ , a partir de frecuencia de rastros en el bosque de oyamel.	42
Cuadro VI. Índices de abundancia relativa $IAR_1$ e $IAR_2$ , a partir de frecuencia de rastros en el zacatonal.	43
Cuadro VII. Índices de abundancia relativa $IAR_1$ e $IAR_2$ , a partir de frecuencia de rastros en el pino-zacatonal.	44
Cuadro VIII. Índices de abundancia relativa $IAR_1$ e $IAR_2$ , a partir de frecuencia de rastros en el bosque de pino.	45
Cuadro IX. Presas de <i>Lynx rufus</i> en dos tipos de vegetación.	46
Cuadro X. Vestigios de <i>Lynx rufus</i> y sus presas en el PNPO, Puebla.	48
Cuadro XI. Estudios de riqueza de mamíferos terrestres en zonas dentro de la Faja Volcánica Transversal.	50



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del PNPO en Puebla.	20
Figura 2. Tipos de vegetación en la parte occidental del PNPO, Puebla	23
Figura 3. Ubicación espacial de los 21 transectos realizados en la parte occidental del PNPO, Puebla.	27
Figura 4. Muestreo de pelos de guardia en el PNPO, Puebla.	28
Figura 5. Curva de acumulación de especies, suficiencia del muestreo y estimadores de la riqueza de mamíferos terrestres para la vertiente occidental de PNPO, Puebla.	33
Figura 6. Riqueza de mamíferos terrestres por cada transecto.	34
Figura 7. Riqueza de mamíferos terrestres por tipo de vegetación.	36
Figura 8. Riqueza de carnívoros en los cuatro tipos de vegetación en el PNPO, Puebla.	37
Figura 9. Riqueza de roedores en los cuatro tipos de vegetación en el PNPO, Puebla.	37
Figura 10. Riqueza de lagomorfos en los cuatro tipos de vegetación en el PNPO, Puebla.	38
Figura 11. Riqueza de especies por altitud en el PNPO, Puebla.	38
Figura 12. Dendograma de similitud basado en el Índice de Jaccard para los cuatro tipos de vegetación en el PNPO, Puebla.	39
Figura 13. Diversidad beta para los cuatro tipos de vegetación analizados en el PNPO. Puebla.	40
Figura 14. Mapa de uso de hábitat de <i>Lynx rufus</i> .	47
Figura 15. Ubicación de las zonas de alimentación de <i>Lynx rufus</i> (madrigueras con pelos de guardia de sus presas).	48
Figura 16. Afluentes de agua del PNPO.	51
Figura 17. Estrato arbóreo en el bosque de oyamel del PNPO, Puebla.	59
Figura 18. Madriguera grande con excretas de roedor en el PNPO, Puebla.	59
Figura 19. Excretas de roedor en una madriguera grande en el bosque de oyamel del PNPO, Puebla.	60

## RESUMEN

La riqueza y diversidad de mamíferos terrestres son indicadores de la funcionalidad ecológica de las áreas protegidas. En el Parque Nacional Pico de Orizaba, los estudios faunísticos son escasos, por lo que se tienen las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la riqueza de especies? ¿Qué valores presentan los índices de abundancia relativa de estos mamíferos? ¿Qué valores registra la diversidad beta en el PNPO? ¿Qué especie es la de mayor importancia ecológica y cuál es su uso de hábitat? Para tratar de contestar estas interrogantes, se ubicaron 21 transectos, en la parte occidental del Parque Nacional Pico de Orizaba, Puebla: siete en el bosque de oyamel; siete en bosque de pino; cuatro en bosque de pino-zacatonal; y tres en el zacatonal de alta montaña. En cada transecto se registraron todos los vestigios de mamíferos (pelos de guardia, excretas, huellas y conos roídos), para estimar los Índices de Abundancia Relativa de los mamíferos. La riqueza observada y estimada de mamíferos para el PNPO, se obtuvo con el programa EstimateSWin820, utilizando los estimadores Chao<sub>2</sub>, Jack<sub>1</sub> y Bootstrap. La diversidad beta, se estimó con el inverso del índice de similitud de Jaccard. El uso de hábitat y hábitos alimentarios del carnívoro más importante se obtuvo por medio de la distribución y el análisis de sus vestigios.

Se registraron 28 especies de mamíferos terrestres, que corresponden al 77% de la riqueza estimada. La riqueza fue mayor en el bosque de oyamel, seguido del zacatonal, el pino-zacatonal y la menor riqueza de especies fue el bosque de pino (21, 12, 10 y 7 respectivamente). Dos especies (*Cryptotis mexicana* y *Glaucomys volans*) están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, una especie (*Lepus callotis*) está incluida en la lista roja de la UICN, otra en el apéndice II de CITES (*Lynx rufus*) y siete especies son endémicas de México. Las especies con el mayor IAR<sub>2</sub> fueron *Lynx rufus* (0.23) *Microtus mexicanus* (0.23), *Odocoileus virginianus* (0.23) y *Sylvilagus cunicularius* (0.23). El carnívoro más importante fue *Lynx rufus* y utiliza el bosque de oyamel y zacatonal de alta montaña. El muestreo a través de pelos de guardia mostro mayor éxito, ya que en menor tiempo y esfuerzo se muestrean mamíferos grandes medianos y pequeños. Los valores de diversidad beta son altos por lo que se concluye que el PNPO, Puebla es una zona heterogénea con una alta riqueza de especies y heterogeneidad ambiental.

**Palabras clave:** parques nacionales, abundancia relativa, muestreo de mamíferos terrestres, riqueza de especies, diversidad beta, pelos de guardia, *Lynx rufus*, uso de hábitat y hábitos alimentarios.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las funciones de los parques nacionales es la conservación de la flora y fauna silvestre. Para evaluar esta función a través del tiempo, se utilizan indicadores, entre los que destacan los Índices de Abundancia Relativa (IAR) de poblaciones de mamíferos, ya que es difícil contabilizarlos cada año.

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, permite identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia y nos alerta acerca de procesos empobrecedores de la diversidad. (Magurran, 1988)

Los IAR tienen rigor estadístico, son confiables, fáciles de usar y han sido frecuentemente usados para monitorear poblaciones de mamíferos a lo largo del tiempo y estimar si estas poblaciones se mantienen (Hochachka *et al.* 2000; Monroy y Velázquez, 2002; Wilson y Delahay, 2001).

La evaluación de índices de abundancia relativa a través del conteo de rastros como huellas, excretas, madrigueras y pelos de guardia a lo largo de un transecto es un método que ha producido muy buenos resultados (Carrillo *et al.*, 2000; Monroy- Vilchis y Velásquez, 2002; Arellano *et al.*, 2008; Orjuela y Jiménez, 2004). Además es un método no invasivo, fácil de aplicar y de bajo costo.

Para conocer el estado de conservación de la zona también son útiles los índices de diversidad alfa y beta, estos índices permiten hacer comparaciones con otras zonas y realizar modelos predictivos de lo que ocurre y puede ocurrir si se presentan cambios.

Desde su decreto en 1937 al año 2000, el PNPO ha perdido más del 50% de su cubierta vegetal original (Arriaga *et al.*, 2000), sin embargo no se han encontrado estudios sobre la situación de las poblaciones de fauna silvestre, por lo que este proyecto pretende responder las siguientes interrogantes ¿Cuál es la riqueza de especies de mamíferos terrestres? ¿Qué valores presentan los índices de abundancia relativa de estos mamíferos? y ¿Qué valores registra la diversidad beta en el PNPO? ¿Qué especie es la de mayor importancia ecológica y cuál es su uso de hábitat y hábitos alimentarios?

Los resultados de este estudio permitirán sentar las bases para que muestreos en años posteriores puedan indicar si las poblaciones aumentan, disminuyen o se mantienen, y poder proponer áreas y estrategias de conservación en dicho parque nacional.

## 2. MARCO TEÓRICO

Una de las Áreas Naturales Protegidas de Puebla que comparte con Veracruz es el Parque Nacional Pico de Orizaba (PNPO), declarado así en 1973. Este parque tiene un área total de 19,756 ha. En el Estado de Puebla tiene 11,185 ha, entre los Municipios de Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma, Atzitzintla; y en Veracruz tiene 8,564 ha en los municipios de Chalcahualco y La Perla. (Martínez *et al.*, 2010)

De acuerdo con Arriaga *et al.* (2000) la región terrestre prioritaria 122 Pico de Orizaba – Cofre de Perote es de suma importancia para la conservación de la biodiversidad ya que es una zona de contacto entre la Sierra Madre Oriental, las zonas tropicales húmedas del este y las semiáridas del oeste con un alto índice de endemismos y una alta concentración de vertebrados en riesgo. Además, se encuentra en el límite este del Eje Neovolcánico Transversal, provincia con una gran heterogeneidad ambiental y con el mayor recambio de especies de mamíferos en el país, y es un área importante para la recarga de acuíferos y el mantenimiento de la red hidrológica superficial de la cuenca del Papaloapan.

Actualmente en esta región se ha incrementado la frontera agrícola, la deforestación, el pastoreo y la quema. Cerca del 50 % de la superficie original se ha perdido especialmente en las zonas bajas (Arriaga *et al.*, 2000).

Hasta el año 2000 en el PNPO solo se han hecho trabajos sobre descripciones de flora y fauna (Vargas, 1984, 1997; Arriaga *et al.*, 2000) y listas de mamíferos (Hall *et al.*, 1959, Martínez-Vázquez, 2000), pero aun el PNPO, no cuenta con un plan de manejo hasta la fecha.

### 2.1 Estudios faunísticos en el Parque Nacional Pico de Orizaba

Martínez-Vázquez (2000) realizó un listado de mamíferos en la vertiente occidental del Parque Nacional Pico de Orizaba, Puebla y registró: 6 órdenes, 10 familias, 16 géneros y 19 especies (Cuadro I). En 2010 Martínez-Vázquez *et al.*, realizaron un estudio de hábitos alimentarios del coyote en el PNPO y encontraron que el 48.96% de su dieta estaba constituida de mamíferos principalmente por el roedor *Peromyscus melanotis* (25.68%) y de un nuevo registro para el PNPO: la liebre *Lepus callotis* (Wagler, 1830) (9.46%).

Cuadro I. Especies de mamíferos registradas en la parte occidental PNPO, Puebla por Martínez-Vázquez *et al.*, (2000; 2010).

<b>Nombre científico</b>	<b>Autoridad Taxonómica</b>	<b>Nombre común</b>
<i>Didelphis virginiana californica</i>	Bennet, 1833	Tlacuache común
<i>Lepus callotis</i>	Wagler, 1830	Liebre torda
<i>Sylvilagus floridanus orizabae</i>	Merriam, 1893	Conejo serrano
<i>Sciurus oculatus oculatus</i>	Peters, 1863	Ardilla de Peters
<i>Neotoma mexicana torquata</i>	Baird, 1855	Rata cambalachera mexicana
<i>Peromyscus maniculatus</i>	Wagner, 1845	Ratón norteamericano
<i>Peromyscus melanotis</i>	J.A. Allen y Chapman, 1897	Ratón de orejas negras
<i>Reithrodontomys chrysopsis</i>	Merriam, 1900	Ratón cosechero de los volcanes
<i>Reithrodontomys chrysopsis perotensis</i>	Merriam, 1901	Ratón cosechero de los volcanes
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Baird, 1858	Ratón cosechero común.
<i>Microtus mexicanus mexicanus</i>	Saussure, 1861	Ratón de campo mexicano
<i>Cratogeomys merriami peraltus</i>	Goldman, 1937	Tuza
<i>Thomomys umbrinus</i>	Richardson, 1829	Tuza mexicana
<i>Lynx rufus escuinapae</i>	J. A. Allen, 1903	Gato montés mexicano
<i>Canis latrans cagottis</i>	C. E. H. Smith, 1839	Coyote
<i>Mephitis macroura</i>	Lichtenstein, 1832	Zorrillo listado del sur
<i>Conepatus leuconotus</i>	Lichtenstein, 1832	Zorrillo narigón occidental
<i>Sorex monticolus</i>	Merriam, 1890	Musaraña de montaña
<i>Sorex saussurei</i>	Merriam, 1892	Musaraña de Saussure
<i>Eptesicus fuscus miradorensis</i>	Beauvois, 1796	Murciélago moreno norteamericano

De estas especies, dos están incluidas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: ardilla de Peter *Sciurus oculatus oculatus*, sujeta a protección especial y la musaraña oscura *Sorex monticolus*, con categoría de especie amenazada.

## 2.2 Importancia de los mamíferos no voladores en el ecosistema

Los mamíferos carnívoros grandes, debido a su mayor tamaño, requieren un hábitat con una densa cobertura vegetal que les ofrezca una gran cantidad de refugios; además también requieren grandes extensiones de terreno y una alta disponibilidad de presas, en tanto los pequeños y medianos mamíferos actúan como consumidores primarios y secundarios, por lo que influyen en la estructura de la vegetación a través del consumo y dispersión de semillas (Vander Wall, 1993; Hollander y Vander Wall, 2004; Schnurr *et al.*, 2004), como dispersores de hongos ectomicorrizicos, (Maser *et al.*, 1978; Moore *et al.*, 2007; Pyare y Longland, 2001), y son presas de numerosos vertebrados depredadores (Williams *et al.*, 1992). Además promueven la aireación y enriquecimiento del suelo (Abaturov, 1972; Bakker *et al.*, 2004; Hole, 1981).

Debido a su participación en varios niveles tróficos y procesos ecosistémicos algunas especies de mamíferos son consideradas indicadores de biodiversidad por ejemplo, Tognelli (2005), evaluó la utilidad de cuatro grupos de mamíferos como indicadores para conservar la totalidad de mamíferos terrestres en Sudamérica. Estos grupos fueron: mamíferos enlistados en la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), especies geográficamente raras, especies bandera y grandes mamíferos. Sus resultados demostraron que en 100 sitios, el grupo indicador de especies geográficamente raras representó el 80 % de las especies de mamíferos de Sudamérica y el de especies enlistadas en la IUCN representó el 75% en Sudamérica, estas categorías tuvieron los mayores porcentajes de representación. Los grupos indicadores de especies bandera y grandes mamíferos tuvieron el desempeño más pobre: en 100 sitios el grupo de especies bandera representó el 64% de las especies de mamíferos en Sudamérica y el grupo de grandes mamíferos representó el 70%.

Los mamíferos también pueden ser consideradas especies sombrilla, es decir, especies que al conservarlas también confieren protección a un gran número de especies con las que coexisten en la naturaleza (Roberge y Angelstam, 2004).

Hurme *et al.* (2008) evaluaron, en un bosque boreal al noreste de Finlandia, a la ardilla voladora siberiana (*Pteromys volans*) como especie sombrilla para especies dependientes de la madera como hongos de repisa, líquenes epífitos y escarabajos asociados al bosque maduro y en alguna categoría de protección. Concluyeron que para su área de estudio, la ardilla voladora puede servir como una especie sombrilla para un grupo de especies asociadas al bosque maduro y en alguna categoría de protección debido a que el volumen de desechos leñosos y el número de especies fue más alto en las parcelas habitadas por la ardilla voladora que en las parcelas deshabitadas.

### **2.3 Evaluación de poblaciones de mamíferos silvestres**

Existen diversos métodos para evaluar el estado de poblaciones de mamíferos, como colocar trampas Tomahawk para mamíferos medianos (Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2010) trampas tipo Sherman para pequeños mamíferos (Hernández-Flores *et al.*, 2010; Alfaro *et al.*, 2006) a lo largo de un transecto,

revisar las trampas periódicamente y registrar y marcar a los organismos atrapados.

*La radiotelemetría*, consiste en capturar individuos de una especie en particular y colocarles un collar con Sistema de Posicionamiento Global (GPS), es un método útil para estimar la amplitud de hábitat, uso de hábitat y la densidad poblacional de una especie (Chávez y Ceballos, 2005).

Sin embargo, los métodos anteriores implican una gran inversión de recursos humanos, económicos y de tiempo puesto que los mamíferos son especies naturalmente evasivas y muchas de ellas tienen bajas densidades poblacionales. Es necesario desarrollar métodos de muestreo en campo no invasivos y económicos (Monroy y Velásquez, 2002).

*El fototrampeo* es un método no invasivo ampliamente utilizado para estimar densidad de poblaciones, es una herramienta muy útil para el estudio de especies raras o de difícil observación que presentan conductas crípticas y evasivas (Medellín *et al.*, 2006) pero también requiere de un gran costo de inversión inicial.

*Vestigios* de los animales como huellas, excrementos, alimentos mordidos y alteraciones en la vegetación constituyen una valiosa herramienta para estimar la presencia de especies, abundancia relativa y uso y selección de hábitat. (Aranda, 2012; Chávez-Hernández *et al.*, 2011; Guzmán y Camargo, 2004; Simonetti y Huareco, 1999; Navarro, 2005).

Los Índices de Abundancia Relativa obtenidos a través de estos indicios pueden ser suficiente para tomar decisiones sobre manejo o conservación de una población ya que se asume que están relacionados de manera positiva con la abundancia real actual de las especies (Conroy, 1996), y sobre todo si se considera que los métodos para determinar la densidad de población, generalmente son de más difícil aplicación y más costosos (Aranda, 2000).

El registro de vestigios de actividad animal puede ayudar a obtener la diversidad alfa y la diversidad beta de grupos indicadores como los mamíferos también que pueden ser obtenidas a través de métodos indirectos de muestreo como ya que solo requieren datos de presencia de las especies en la comunidad.

Pereira *et al.* (2011), compararon la eficiencia de tres técnicas de campo para el monitoreo de mamíferos en la Reserva de Desarrollo Sustentable de



Uacari en el oeste del Amazonas brasileño, las técnicas fueron: caminata diurna en transectos lineales registrando señales de actividad y avistamientos, caminata nocturna en transectos lineales y fototrampeo en sitios de bosque estacionalmente inundado y bosque no inundable. En sus resultados registraron 14 especies, de las cuales 13 fueron registradas con fototrampeo, 12 especies con caminata diurna y 7 con caminata nocturna, además todas las especies registradas con caminata nocturna fueron también registradas con fototrampeo y caminata diurna. El armadillo gigante fue exclusivamente registrado con fototrampeo y el pecarí de labios blancos exclusivamente con caminata diurna. Todas las técnicas fallaron en detectar la especie más común, el agutí (*Agouti paca*) en dos sitios. Concluyeron que altos esfuerzos de muestreo combinando métodos de muestreo y análisis estadísticos que permitan la integración de diferentes fuentes de datos, como fotos, huellas y avistamientos visuales son necesarios para maximizar la eficiencia de los programas de monitoreo de mamíferos grandes y medianos.

#### **2.4 Estudios basados en pelos de guardia**

El estudio del pelo de guardia de mamíferos es un método confiable que permite determinar la presencia de una especie (Fasola *et al.*, 2005) y esto a su vez permite realizar múltiples estudios como: riqueza, dieta de carnívoros, ecología, genética de poblaciones y abundancia relativa entre otros.

En México, Arita (1985) y Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez (2003) describieron los pelos de guardia de los mamíferos del Valle de México y de la Sierra de Nanchititla del Estado de México.

Baca-Ibarra y Sánchez-Cordero (2004), elaboraron un catálogo de pelos de guardia dorsal de 149 especies de mamíferos terrestres voladores y no voladores que se distribuyen en Oaxaca, México. Las muestras de pelo las obtuvieron de ejemplares en colecciones científicas y colectas en campo.

El uso de pelos de guardia para evaluación de poblaciones de mamíferos ha sido utilizado, en México por los siguientes autores:

Arellano *et al.* (2008) evaluó la efectividad de dos tipos de trampas para pelo y dos esencias a lo largo de un gradiente altitudinal para detectar la presencia de carnívoros en La Reserva de la Biosfera El Cielo. Montaron un total de 276 trampas para pelo de guardia y obtuvieron 3, 335 pelos de guardia

de trampas exitosas detectando así el 74% de las especies de mamíferos potenciales en la reserva.

Pech-Canché *et al.* (2009), describieron los pelos de 46 especies de mamíferos no voladores con distribución en Yucatán, que representan el 53% de las especies identificadas para el Estado. Elaboraron una guía y una colección de referencia para la identificación de los pelos de guardia de los mamíferos de la región.

## **2.5 Evaluación de poblaciones de mamíferos por medio de Índices de Abundancia Relativa (IAR)**

Los Índices de Abundancia Relativa se pueden obtener a través del fototrampeo de individuos de una población (Datta *et al.*, 2008; Medellín, 2006), la tasa de observación de una especie o la frecuencia de visita a estaciones olfativas.

Sin embargo, la obtención de IAR por medio del registro y recolección de rastros dejados por un animal, implica una reducción de costos en comparación con el fototrampeo o las estaciones olfativas y en el tiempo invertido para la observación directa de especies, además es una herramienta útil con rigor estadístico, confiable, sumamente fácil de usar y ha sido frecuentemente usada para monitorear poblaciones de mamíferos a lo largo del tiempo y estimar si estas poblaciones se mantienen. (Monroy y Velásquez, 2002; Hochachka *et al.* 2000; Wilson y Delahay 2001; Lira-Torres, 2006 ; Bolaños y Naranjo, 2001).

Monroy y Velásquez (2002) utilizaron estaciones olfativas para evaluar la frecuencia de huellas de lince y coyote en seis unidades de vegetación en el sur de la cuenca de México. Obtuvieron una mayor frecuencia para el lince en el Bosque de Pino con un Índice de Abundancia Relativa promedio (IARp) de 143, en Bosque de Oyamel IARp 83 y Zacatonal IARp 144. El coyote se presentó con mayor frecuencia en el bosque de Pino IARp 405, bosque de Oyamel IARp 333 y Bosque Mixto IARp 282. Elaboraron modelos de distribución espacial para lince y coyote dentro del sur de la cuenca de México, y propusieron que dichos modelos se pueden usar para formular acciones de conservación.

Lira-Torres (2006) evaluó la abundancia relativa, la densidad poblacional y la preferencia de hábitat de los vertebrados en la Tuza de Monroy, Santiago

Jamiltepec, Oaxaca, mediante encuestas, observaciones en campo y su utilización por los pobladores. Recorrieron 10 transectos de 0.5 a 3.5 km dispuestos en cuatro unidades de vegetación. Realizaron observaciones directas, conteos de huellas y heces. Los índices de abundancia y densidad de las especies de la localidad fueron: *Odocoileus virginianus*, 1.29 rastros/km y 4.33 ind/km<sup>2</sup>; *Tayassu tajacu*, 0.55 rastros/km y 1.98 ind/km<sup>2</sup>; *Nasua narica*, 0.19 rastros/km y 16.93 ind/km<sup>2</sup>; *Leopardus pardalis*, 0.06 rastros/km y *Ctenosaura pectinata*, 0.20 rastros/km y 6.87 ind/km<sup>2</sup>. La vegetación secundaria fue el hábitat más utilizado por las cinco especies (P < 0.01). Concluyó que la permanencia de estas especies depende de la disponibilidad de alternativas económicas en la localidad, entre las que se destaca la implementación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA).

Bolaños y Naranjo (2001) realizaron un estudio durante un año donde estimaron la densidad, abundancia relativa y distribución del pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*), tapir (*Tapirus bairdii*), temazate (*Mazama americana*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la cuenca del Río Lacantún en la Reserva Integral de la Biósfera Montes Azules (RIBMA) y sus inmediaciones, a través de observaciones directas y conteos de rastros en transectos lineales. Recorrieron 426 km en total, localizaron 551 rastros e hicieron 177 avistamientos directos. De estos últimos, 129 (72.9%) correspondieron a pecarí de labios blancos, 36 (20.3%) a pecarí de collar, 7 (4.0%) a tapir y 5 (2.8%) a venado temazate y ninguno a venado cola blanca. Las abundancias relativas que obtuvieron de estas mismas especies fueron de 0.10, 0.56, 0.33, 0.33 y 0.01 rastro/km recorrido, respectivamente. Las densidades estimadas para tres de las cuatro especies observadas directamente dentro de la RIBMA (pecarí de labios blancos: 3.79 ind/km<sup>2</sup>; pecarí de collar 2.34 ind/km<sup>2</sup>; tapir 0.20 ind/km<sup>2</sup>). Concluyeron que era necesario realizar un monitoreo de las poblaciones de ungulados y su hábitat a largo plazo para registrar sus tendencias poblacionales y evitar la extinción local fuera de la RIBMA.

## 2.6 Riqueza de especies

La diversidad alfa corresponde al número de especies presentes en una muestra de una comunidad (Halffter y Moreno, 2005). De acuerdo con estos autores hay distintos tipos de diversidad alfa y cuanto más preciso se sea en definir cada uno de ellos será más fácil hacer comparaciones. Por lo tanto, en este estudio se evaluará la diversidad alfa dentro de las siguientes expresiones:

*La diversidad alfa puntual.* Como el número de especies de un grupo indicador que tiene una comunidad en un punto determinado.

*Diversidad alfa acumulada.* La suma de las especies encontradas entre dos límites de tiempo. Para alfa acumulada se consideran todos los nuevos registros de especies pero no se excluyen las que ya no están. El número resultante nunca va a corresponder con la realidad, sin embargo el valor de alfa acumulada tiene interés para algunos aspectos del análisis de la riqueza de especies (Halffter y Moreno, 2005). Se han desarrollado diversos métodos para evaluar la diversidad alfa los cuales se han dividido en dos grupos:

1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica), pero hacer esto en campo puede resultar más complicado de lo que se dice ya que en el caso de los mamíferos muchas especies tienen comportamientos elusivos y son poco abundantes naturalmente, además el diseño de muestreo debe ser complementario para registrar a todas las especies presentes y puede verse afectado por los recursos y el tiempo disponibles para realizarlo, por lo que se han desarrollado estimadores de riqueza de especies que ayudan a evaluar la suficiencia de muestreo para saber si con el esfuerzo invertido se han registrado todas las especies presentes en una zona o cual es el esfuerzo que hace falta para ello.

Dentro de estos estimadores están los que son llamados paramétricos que parten de supuestos acerca de la población y por lo tanto requieren que los datos se distribuyan de cierta forma. Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench (Escalante, 2003).

Los modelos no paramétricos han sido llamados también de distribución libre (*distribution-free*) porque los datos no asumen un tipo de distribución

particular ni una serie de supuestos *a priori* que los ajusten a un modelo determinado. El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar, y son relativamente efectivos. Los principales modelos no paramétricos que se han empleado para la estimación de la riqueza son *jackknife* de 1º y 2º orden, *bootstrap* y Chao2 (Escalante, 2003).

2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura o productividad). Los métodos basados en la estructura pueden clasificarse de acuerdo a la dominancia o la equidad de la comunidad (Moreno, 2001). Entre los índices de dominancia se encuentran el de Simpson, serie de Hill, Berger-Parker y McIntosh. Los índices de equidad más usados son los de Shannon-Wiener y Pielou. Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada. En cuanto a los no paramétricos de estructura, están el Chao1 y el estadístico Q.

Existen diversos estudios de evaluaciones de riqueza de especies (Alfaro, *et al.*, 2006; Hernández-Flores *et al.*, 2010; Ruiz-Soberanes *et al.*, 2010; Sánchez-Jasso *et al.*, 2013) aunque no en todos los casos se especifica si es una diversidad alfa puntual o acumulada por ejemplo:

Sánchez-Jasso *et al.* (2013), evaluaron la riqueza específica de mamíferos en un bosque reforestado del Parque Nacional Nevado de Toluca, registraron rastros en campo e instalaron estaciones olfativas y trampeo Tomahawk. Obtuvieron una riqueza de 12 especies y para el análisis de datos elaboraron curvas de acumulación de especies y utilizaron dos estimadores no paramétricos: Chao2 y Jackknife1, además obtuvieron la función de la riqueza observada Mao Tau. Para su estudio los tres estimadores indicaron que la riqueza observada fue estadísticamente cercana a la estimada.

Perez- Irineo *et al.* (2010), evaluaron varios parámetros de la diversidad alfa en una comunidad de mamíferos carnívoros en el cerro Tepezcuintle al noreste de Oaxaca, México. Establecieron tres sendas donde registraron rastros y observaciones directas y colocaron trampas Tomahawk, cepos, estaciones olfativas y fototrampas. Evaluaron la suficiencia de muestreo

elaborando curvas de acumulación basadas en individuos, ajustadas a los modelos Clench, exponencial y logarítmico, para cada una de las temporadas (diversidad alfa puntual) y para todo el conjunto de datos (diversidad alfa acumulada). Analizaron la diversidad de la comunidad utilizando el índice de Berger-Parker, la equitatividad de Pielou y el de diversidad de Shannon-Wiener. En sus resultados registraron seis especies, el modelo que mejor se ajustó a sus datos fue el de Clench para cada temporada y para todo el conjunto de datos. El modelo de acumulación de especies de Clench les indicó que el número asintótico de especies de carnívoros de la comunidad es de 7 especies. La diversidad expresada por el índice de Shannon-Wiener para la comunidad a lo largo del periodo de muestreo fue de  $H' = 0.49$ . La equitatividad para la zona fue de 0.273, el índice de Berger-Parker mostró a *Nasua narica* (coatí) como la especie dominante.

## **2.7 Diversidad beta**

La diversidad beta mide las diferencias (el cambio) entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes (Halffter *et al.*, 2005).

La medición de la diversidad beta, está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984).

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Baev y Penev, 1995; Pielou, 1975). Sin embargo, a partir de un valor de similitud ( $s$ ) se puede calcular fácilmente la disimilitud ( $d$ ) entre las muestras:  $d = 1 - s$  (Magurran, 1988). Algunos de estos índices son: el coeficiente de similitud de Jaccard, el coeficiente de similitud de Sorensen, el índice de Braun-Blanquet y el índice de Ochiai-Barkman (Moreno, 2001).

Se ha documentado que la diversidad beta es el componente más importante para explicar la alta diversidad de especies en México (Rodríguez, *et al.*, 2003; Halffter y Moreno 2005)

## **2.8 Importancia ecológica de los carnívoros**

Los depredadores en la cima de la pirámide trófica son mamíferos del orden Carnívora y regulan las poblaciones de depredadores y presas (Terborgh *et al.* 1999; Gittleman *et al.* 2001). Las evidencias indican que la depredación tiene un papel fundamental en la preservación de la biodiversidad de las comunidades terrestres (Miller *et al.* 2001) e incluso en el control de zoonosis (Ostfeld & Holt 2004).

Los carnívoros son uno de los grupos más amenazados debido a que poseen ciertas características intrínsecas que los hacen vulnerables a las reducciones poblacionales y son de los animales que necesitan mayores áreas para vivir, y logrando proteger las superficies requeridas por las poblaciones de éstos animales también se protegería a la mayoría de las poblaciones de las especies restantes incluidas en tales áreas (Hernández, 1992). Por lo tanto es imprescindible generar información acerca del estado de las poblaciones de los carnívoros en Áreas Naturales Protegidas y reservas de México ya que dicha información también es un reflejo de la productividad y conservación de un determinado ecosistema.

En la parte occidental del PNPO, Martínez-Vázquez (2000) registró cuatro carnívoros; un miembro de la familia Felidae, un miembro de la familia Canidae y dos miembros de la familia Mephitidae (Cuadro I). En 2010, el mismo autor realizó un estudio de hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans cagottis*) en la parte occidental del PNPO, sin embargo en la actualidad no se han realizado estudios del estado poblacional de éstos carnívoros.

Además, de las tres familias de carnívoros registradas en la parte occidental del PNPO, los felinos son los más especializados para la caza y prácticamente todas sus características morfológicas y conductuales se encuentran al servicio de la detección y captura de presas (Kitchener, 1991). Sin embargo se desconoce el uso de hábitat y los hábitos alimentarios de estos carnívoros, por lo que es importante investigar al carnívoro más abundante que al parecer es *Lynx rufus*.

## 2.9 Hábitos alimentarios de *Lynx rufus*

El estudio sobre hábitos alimentarios permite comprender las relaciones tróficas entre los organismos de un ecosistema, y poder evaluar objetivamente los daños que se atribuyen a determinadas especies silvestres, fundamentar el manejo de criaderos, conocer la variación estacional de la dieta, su relación con la calidad, cantidad de los alimentos disponibles, y hacer inferencias sobre la capacidad de carga nutricional de diversos hábitat para distintas especies (Ojasti, 2000). Además es de gran utilidad para explicar y mitigar los impactos de diversas alteraciones del hábitat sobre los alimentos requeridos por la fauna silvestre (Cruz *et al.*, 2010).

Entre los mamíferos terrestres, los carnívoros se encuentran en el último nivel de la pirámide trófica y al analizar sus dietas podemos saber qué poblaciones de otros mamíferos son reguladas por su depredación, esto puede ayudar en la toma de decisiones de conservación y manejo.

El gato montés es el felino más ampliamente estudiado en América del Norte y sus hábitos alimentarios han sido ampliamente documentados, principalmente en los Estados Unidos (McCord & Cardoza, 1982), pero en México, donde encuentra el límite sur de su distribución, son pocos los estudios al respecto (Salas, 1987; Aranda *et al.*, 2002; Medellín, 2009).

En la actualidad existe una discusión acerca de si los gatos monteses son depredadores especialistas en lagomorfos (Kitchener, 1991; Bailey, 1974; Aranda *et al.*, 2002), o si son depredadores oportunistas que pueden cambiar su dieta dependiendo de la abundancia de los roedores (Maehr y Brady, 1986), lepóridos, aves, reptiles (Litvaitis, 1981; Delibes *et al.*, 1997) e incluso venados (Leopold, 1983; McCord & Cardoza, 1984; Litvaitis *et al.*, 1984; Litvaitis *et al.*, 1986).

Un método para analizar los hábitos alimentarios del gato montés es la colecta de excretas en campo para el posterior análisis de pelos de guardia hallados en las excretas siguiendo el método de Aranda (2000) para el tratamiento de las excretas y el método de Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez (2003) para el análisis e identificación de pelos de guardia.



## **2.10 Uso de hábitat de *Lynx rufus***

La selección de hábitat por los carnívoros ocurre a muchas escalas espaciales (Brown y Litvaitis, 1995). A pequeña escala (zonas de bosque o acahuales) probablemente es influenciada por características como la distribución de las presas, escondites para la caza y disponibilidad de refugios (Litvaitis et al., 1986).

De las 36 especies de felinos actuales (Wozencraft, 1993), cuatro de ellas son lince. El gato montés (*Lynx rufus*) es el lince de menor tamaño y el único que aún se encuentra en la mayor parte de su distribución histórica (Miller, 1992). Sin embargo en México pocos esfuerzos se han hecho para conocer el uso de hábitat del gato montés, solo existen algunos datos de densidad de población y abundancia relativa en zonas templadas de México (Medellín, 2009; Monroy- Vilchis y Velázquez, 2002) y recientemente se realizó un estudio de ámbito hogareño del gato montés en Oaxaca (Monroy G. et al., 2012).

La carencia de información acerca del uso de hábitat limita la capacidad de los investigadores para entender cómo está afectando el uso de la tierra a la distribución y abundancia actual del gato montés, más aún si estos patrones de uso de la tierra afectan el hábitat de las presas de este carnívoro.

En algunas investigaciones se ha indicado que los gatos monteses están asociados con hábitats boscosos o dominados por arbustos y frecuentemente con terrenos escarpados y ásperos (Smith, 1984; Koehler y Hornocker, 1989). Los terrenos escarpados y ásperos son importantes porque incorporan diferentes características del hábitat adecuado para gatos monteses, incluyendo sitios de descanso (Rollings, 1945; Anderson, 1990) madrigueras (Bailey, 1974) y cobertura para la caza (Koehler y Hornocker, 1991). Más aún, Nielsen y Woolf (2002) sugieren que los esfuerzos de conservación para mantener los hábitats del gato montés se deben enfocar en los terrenos escarpados más inaccesibles para evitar los encuentros humanos.

Crooks (2002) ha indicado que los gatos monteses no son tan sensibles a la fragmentación del hábitat, pero la conectividad de los hábitats debe ser considerada como esencial para las poblaciones de gato montés en zonas de cambio de uso de suelo.

La información anterior es proveniente de estudios hechos en Estados Unidos y no existen estudios comparables para la República Mexicana por lo que es necesario realizar estudios en México.

Para realizar estudios de uso de hábitat, se ha documentado que el registro de vestigios como huellas, excretas y pelos de guardia, revela información acerca de las preferencias de hábitat de mamíferos carnívoros. (Aranda, 2000; Chávez-Hernández *et al.*, 2011).

### 3. JUSTIFICACIÓN

El Parque Nacional Pico de Orizaba es el área natural protegida con el mayor gradiente altitudinal pues presenta 5700 m de altitud, se encuentra en el límite Este de la Faja Volcánica Transversal es una zona de captación de agua y mantenimiento de la red hidrológica superficial de la cuenca del Papaloapan y alberga diferentes tipos de vegetación (bosques de pino, bosque de oyamel y zacatonal de alta montaña), sin embargo, no se ha evaluado el índice de abundancia relativa de sus poblaciones faunísticas. Esta evaluación resulta necesaria porque El Pico de Orizaba se encuentra al Este de la Faja Volcánica Transversal, que es la provincia mastofaunística con el mayor recambio de especies de mamíferos y una zona de endemismos. Por lo que los resultados de este estudio permitirán sentar las bases para que muestreos en años posteriores puedan indicar si las poblaciones aumentan, disminuyen o se mantienen y así saber si el PNPO está cumpliendo con el propósito de conservación, por lo que con este trabajo se pretende contestar las siguientes interrogantes:

¿Cuál es la riqueza de especies de mamíferos terrestres?

¿Qué valores presentan los índices de abundancia relativa de estos mamíferos?

¿Qué valores registra la diversidad beta en el PNPO?

¿Qué carnívoro es el de mayor importancia ecológica y cuál es su uso de hábitat y hábitos alimentarios?

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Estimar la riqueza de especies de mamíferos terrestres, su índice de abundancia relativa y la diversidad beta entre tipos de vegetación, en la parte occidental del PNPO, Puebla, para contribuir al desarrollo de un plan de manejo que integre la conservación y uso sustentable de los mamíferos.

##### **4.1 Objetivos particulares**

Determinar la riqueza específica de los mamíferos en cada tipo de vegetación en el PNPO, Puebla.

Determinar los índices de abundancia relativa por tipo de vegetación para los mamíferos que habitan la parte occidental del PNPO, Puebla.

Determinar la diversidad beta, entre los tipos de vegetación, de mamíferos en la parte occidental del PNPO, Puebla.

Determinar las presas y el uso del hábitat del carnívoro con mayor importancia ecológica en el PNPO, Puebla.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

**Ubicación:** El Parque Nacional Pico de Orizaba comprende un área total de 19,756 ha. En el estado de Puebla tiene 11,185 ha, entre los Municipios de Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma y Atzitzintla; y en Veracruz tiene 8,564 ha en los municipios de Chalcahualco y La Perla.

Se localiza entre  $18^{\circ} 56' 30''$  y  $19^{\circ} 09' 30''$  Latitud N, y entre  $97^{\circ} 12' 30''$  y  $97^{\circ} 22' 30''$  Longitud O (Vargas 1984). Presenta un intervalo altitudinal que va de los 2,700 a los 5,760 m, y queda a unos 200 km al este de la Ciudad de México, en el borde de la Meseta Central (Lorenzo 1964; Martínez-Vázquez *et al.*, 2010). (Figura 1)

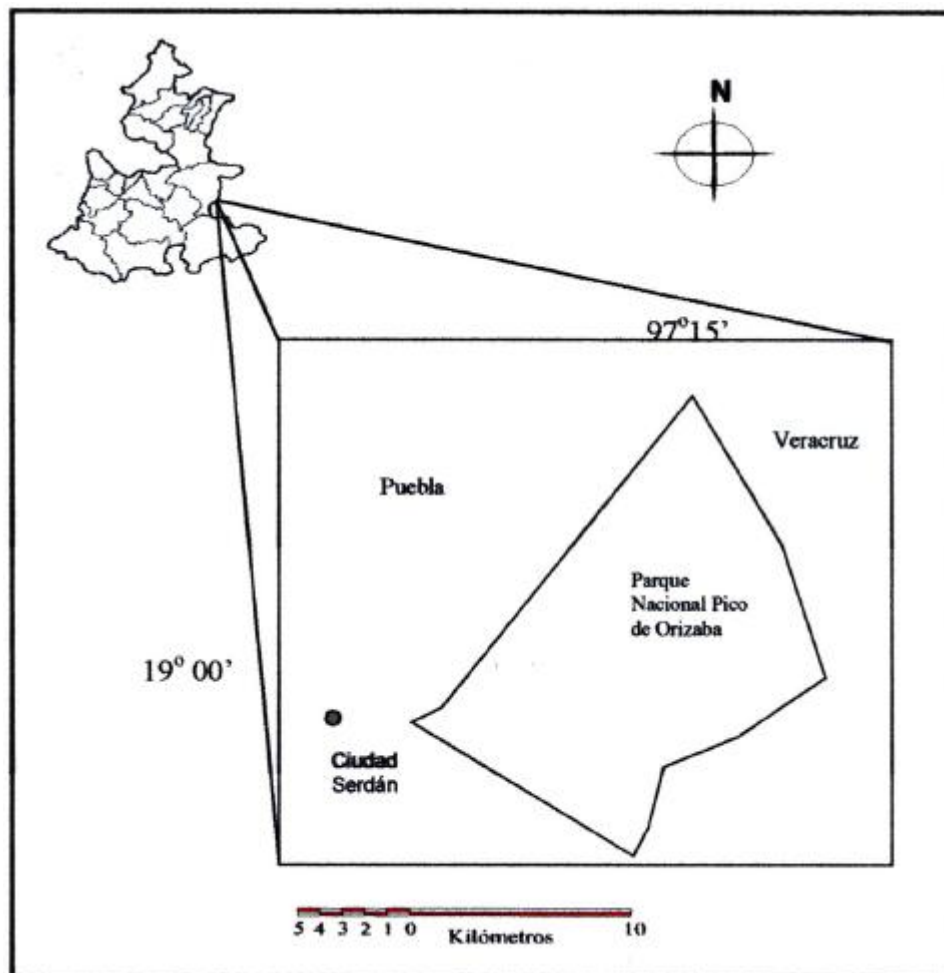


Figura 1. Ubicación del PNPO en Puebla

### **5.1 Clima**

De acuerdo con Arriaga *et al.* (2000), el clima es templado C (f), con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente 22°C, húmedo, precipitación anual mayor de 200 mm y precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.

### **5.2 Geología**

El Parque Nacional Pico de Orizaba se localiza en el extremo este de la Faja Volcánica Transversa y forma parte de la sierra Madre Oriental en su extremo sur por lo que representa la unión de estas dos cadenas montañosas.

El Pico de Orizaba (Citlaltépetl) es el pico montañoso que marca el límite entre los estados de Puebla y Veracruz. Es la elevación más alta de la República Mexicana con 5.743 m de altitud. El volcán Tlitépetl con 4580 msnm también está ubicado en el PNPO a 7.3 km de El Pico de Orizaba.

La provincia de la Faja Volcánica Transversal (FVT) está constituida principalmente por rocas ígneas de composición andesítica, riolítica y basáltica, que se depositaron durante el periodo geológico Cenozoico Superior, en forma de derrames, tobas, brechas y cenizas volcánicas. También hay rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico e ígneas intrusivas del Terciario. Las rocas más antiguas que afloran en esta porción corresponden a depósitos calcáreo – arcillosos del periodo Jurásico Superior y las más jóvenes a depósitos no consolidados del periodo Cuaternario (INEGI, 1988; INEGI, 1989).

Además la FVT está localizada en la zona de transición entre las regiones Neotropical y Neártica (Smith 1940; Rzedowski 1988 y Velázquez, 1993). Ésta transición es reflejada en los tipos de vegetación presentes, que forman un complejo mosaico conteniendo especies templadas y tropicales (Ceballos y Galindo 1984; Delgadillo 1987 y Velázquez, 1993). La FVT cruza México de este a oeste a alrededor de los 20° de latitud N y abarca elevaciones desde el nivel del mar hasta 6000 msnm.

### **5.3 Edafología**

De acuerdo con Arriaga *et al.*, (2000) quien se basa en la Clasificación FAO-Unesco 1989, el tipo de suelo en el PNPO es Andosol umbrico (ANu). El andosol es un suelo que presenta una proporción relativamente alta de hierro y

aluminio en la fracción de tierra fina y una alta retención de fosfatos hasta una profundidad de 35 cm, como mínimo. El subtipo úmbrico tiene una consistencia untuosa y una textura franco limosa o muy fina y no se satura de agua en ninguna época del año; posee un horizonte A no muy duro cuando se seca, con grado de saturación menor de 50% y con relativamente alto nivel de contenido de carbono orgánico y un horizonte B de alteración, color claro y bajo contenido de materia orgánica.

#### **5.4 Hidrología**

La vertiente occidental en Puebla, tiene corrientes de escaso caudal, casi todas estacionales, los ríos más importantes de esta zona son el Quetzalapa y Piedra Pintada (INEGI, 1988), éstos se pierden en las áridas extensiones de los Llanos de Libres y Oriental, sin embargo juegan un papel fundamental en la recarga de los acuíferos del Valle de Tecamachalco, de toda la zona de Libres Oriental y de Tehuacán, que son la fuente de las famosas aguas minerales de esa ciudad.

La hidrología del parque nacional es muy importante dado que genera las cuencas hidrológicas del Nautla, Metlac y Jamapa. En el Parque se encuentran los siguientes ríos: Jamapa, Vaquería, Piedra Pintada, El Candelero, Cardo Santo entre otros, además de los arroyos: Puente de Viga, Paso de Buey, San Antonio Blanco y El Manantial Cardo santo (Cartas topográficas de INEGI).

Se considera al PNPO como punto de separación de dos regiones hidrológicas de acuerdo a la regionalización de CONAGUA. Una de ellas es la región hidrológica No. 18 también llamada Cuenca del Balsas, que comprende el Río Balsas y sus afluentes y la Cuenca Arreíca de los Llanos de Libres y Oriental (Puebla). La otra Región Hidrológica corresponde a la No. 28 también llamada Cuenca del Papaloapan, que abarca además del Río Papaloapan y sus afluentes de diferentes ríos del centro del Estado de Veracruz, tales como Actopan, Antigua, Cotaxtla, y Jamapa.

## 5.5 Vegetación

El PNPO presenta tres tipos de vegetación: Bosque de pino, donde se encuentran especies como: *Pinus patula*, *P. pseudostrobus* y *P. montezumae*. Se mezcla con un estrato arbóreo con especies como: madroño (*Arbutus xalapensis*), también pueden encontrarse individuos de *Alnus acuminata* y *Tillia mexicana* en zonas taladas, este pinar se distribuye de los 2,000 a los 3,000 m; el estrato arbóreo alcanza hasta los 25 m de altura (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos 1993; Vargas 1984). El estrato arbustivo se encuentra representado por especies como: *Cestrum benthami*, *Oreopanax achinops* y *Phymosia rosea*.

En la vegetación subalpina el representante del estrato arbóreo es *Pinus hartwegii*, con un intervalo altitudinal que va de los 3,000 a los 4,000 m. En el estrato herbáceo sólo se observa *Lupinus montanus*, *Agrostis tolucensis* y *Mulhenbergia* sp. como dominantes. En el Páramo de altura, que se localiza de los 4,000 a los 4,200 m, se encuentran especies como *Juniperus monticola*; el zacatonal alpino está conformado por *Agrostis tolucensis*, con su característica forma amacollada; además hay abundancia de *Cirsium nival* (Vargas 1984).

El bosque de oyamel, que está poco representado, se localiza en las laderas y fondos de las barrancas de Jamapa y Cuapa. Las especies dominantes son: *Abies religiosa* y *A. hickeli* (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos 1993; Vargas 1984).

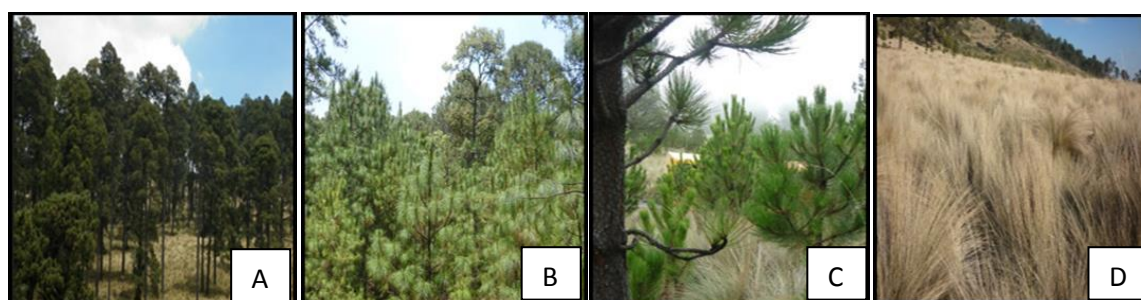


Figura 2. Tipos de vegetación en la parte occidental del PNPO, Puebla. A: bosque de oyamel (*Abies religiosa*), B: bosque de *Pinus montezumae*, C: bosque de *Pinus hartwegii* con zacatonal y D: zacatonal de alta montaña.



## **5.6 Fauna**

### **5.6.1 Mamíferos**

De acuerdo con los datos de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM y los estudios realizados por Martínez-Vázquez (2000; 2010) en la parte occidental del Parque Nacional Pico de Orizaba, Puebla se tiene un listado potencial de 6 órdenes, 10 familias, 16 géneros y 20 especies de mamíferos (Cuadro I).

### **5.6.2 Aves**

La porción central de Veracruz es considerada un área importante para la conservación de las aves (AICA). De acuerdo con los listados de CONABIO para la conservación de las aves (AICAS), Peterson y Chalif (1989) y Morales M. *et al.* (2007), las especies que pueden encontrarse dentro del PNPO incluirían a *Cathartes aura* (zopilote), *Accipiter striatus* (gavilán pechirrufo), *Accipiter cooperii* (gavilán pechirrufo), *Falco peregrinus* (halcón peregrino), *Dendrortyx macroura* (perdiz de los volcanes).

### **5.6.3 Reptiles y Anfibios**

En total se han identificado 48 especies de Anfibios y Reptiles, de los cuales 27 son endémicas; 21 están protegidas y 10 se encuentran amenazadas. En el Parque Nacional Pico de Orizaba se distribuyen Tanas, Salamandras, Tlaconetes, Falso Escorpión, Lagartijas, Chintetes, Culebras y Víboras de Cascabel endémicas de México.

## **5.7 Contexto socio-demográfico**

En cinco municipios se asienta el polígono del Parque Nacional Pico de Orizaba: Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma y Atzitzintla en Puebla y Chalchahualco y La Perla en Veracruz. Tlachichuca, y La Perla, son los que presentan las densidades de población más altas, aunque son localidades de menos de 2,000 habitantes, identificadas como 100% rurales y con altos grados de marginación. Los Municipios de Atzitzintla, en Puebla, y Chalchahualco, en Veracruz, son los que presentan las densidades de población más bajas (INEGI, 2006).

Además de los municipios que abarca el PNPO directamente, está rodeado por poblaciones grandes como Ciudad Serdán que ejercen una gran presión sobre los recursos forestales debido a que hacen uso directo de

manera ilegal de los bosques o son fuentes de consumo de madera ilegal en la fabricación de muebles rústicos, cajas o rejas, para la construcción o como intermediarios directos en la venta de madera, fomentando así la actividad, a pesar de la lejanía del parque nacional (INEGI, 2006).

## 6. MÉTODOS

### 6.1 Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en la parte occidental del PNPO, Puebla, que se encuentra en la región hidrológica Papaloapan. En el PNPO pasa el río Jamapa que nace en la Sierra Madre Oriental en las vertientes del Pico de Orizaba (Figura 3).

### 6.2 Elección de los sitios de muestreo

A partir de imágenes satelitales de Google Earth, del PNPO, se observó que la vegetación se encuentra fragmentada, por lo que se ubicaron sitios, mayores a 1km, con cobertura vegetal arbórea, cañadas y alejadas de asentamientos humanos. Resultaron 21 transectos que variaron de 1 a 5 km. La longitud del transecto corresponde con el tamaño del fragmento conservado.

Se realizaron tres muestreos con duración de tres días cada uno, durante marzo y septiembre de 2011; así como marzo de 2012, se recorrieron 21 transectos en total con una longitud de entre 1 a 5 km, anotando el tipo de vegetación en cada transecto. Cada transecto fue recorrido por tres personas en un horario de 9:00 a 15:00 h, en promedio, por lo que el esfuerzo de muestreo total fue de 1260 km/horas/hombre (Cuadro IV).

Los transectos resultaron ser de: 7 transectos en bosque de Oyamel, 7 transectos en bosque de Pino, 4 transectos en Pino-zacatonal y 3 transectos en Zacatonal. (Figura 3; Cuadro IV).

El área de muestreo se estimó de la siguiente manera

$AM = \text{Longitud de transectos} * \text{Distancia de observación (promedio)}$ .

### 6.3. Independencia de vestigios

Todos los vestigios se ubicaron a lo largo del transecto y aquellos con una separación de 250 m entre sí, se consideraron de individuos distintos, en el caso de mamíferos medianos y grandes, como recomiendan Bolaños y Naranjo, (2001). En el caso de roedores se consideraron de individuos distintos a los pelos de guardia encontrados en madrigueras separadas 25 m entre sí.

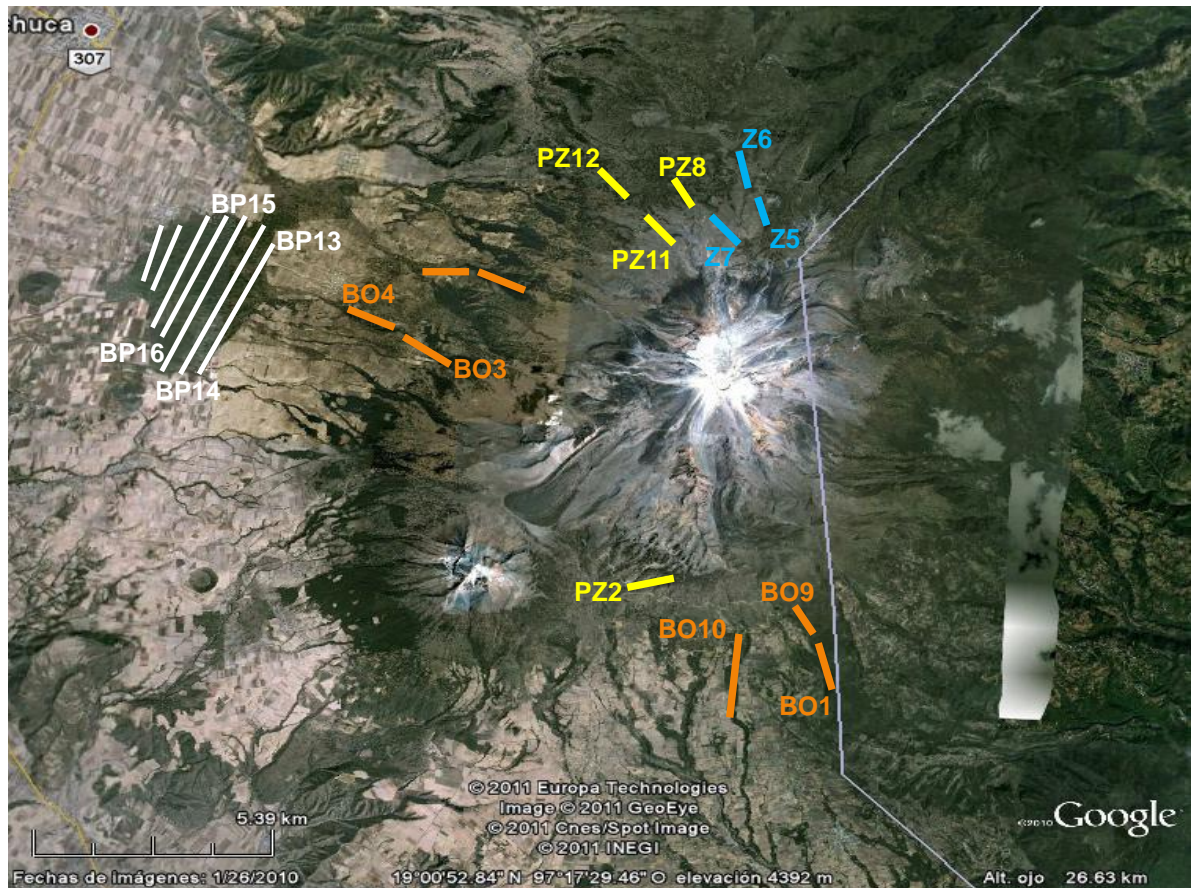


Figura 3. Ubicación espacial de los 21 transectos realizados en la parte occidental del PNPO, Puebla. ■ transectos realizados en bosque de oyamel, ■ transectos realizados en pino-zacatonal, ■ transectos realizados en zacatonal y ■ transectos realizados en bosque de pino. El número a lado indica el número de transecto.

#### 6.4 Colecta e Identificación de excretas

Todas las excretas de mamíferos carnívoros encontradas fueron recolectadas en bolsas de papel estraza para la búsqueda de pelos de guardia en laboratorio.

Para su identificación se consideró la coloración, longitud, diámetro; y se utilizó la guía de identificación de rastros de Aranda (2012).

#### 6.5 Colecta e Identificación de huellas

Al encontrar una huella en campo se le tomó medidas de largo y ancho, y fotografías y en un formato de campo se registró el número de muestra, número de transecto, distancia a la que fue hallada, latitud, longitud, altitud, fecha, nombre del colector y el tipo de vegetación donde fue hallada.

Para la identificación de las huellas se consideró el largo y ancho de la huella y se utilizó la guía de identificación de Aranda (2012).

### 6.6 Obtención de pelos de guardia en madrigueras o echaderos

Al encontrar madrigueras o sitios de descanso (echaderos), se utilizó un método novedoso, desarrollado en el laboratorio de Ecología de Bosques e Hidrología de la FES Zaragoza UNAM, que consistió en: tomar muestras de pelos de guardia pasando dos fragmentos de cinta adhesiva (diurex) con la parte adhesiva expuesta sobre el piso y las paredes de la madriguera, para extraer pelos de guardia (Figura 4).

Los dos fragmentos de diurex se tomaron en cuenta como una muestra y se guardaron en bolsas enceradas donde se registró, número de muestra, número de transecto, distancia a la que fue hallada, latitud, longitud, altitud, fecha, nombre del colector y el tipo de vegetación.

También se tomaron fotografías de cada madriguera y excreta encontrada.



Figura 4. Muestreo de pelos de guardia en el PNPO, Puebla. A: Madriguera grande en el bosque de oyamel y B: extracción de pelos de guardia de la madriguera.

### 6.7 Obtención de pelos de guardia de excretas

Una vez identificadas, todas las excretas de carnívoros recolectadas se dejaron secar en una estufa a una temperatura de 50 ° C en el laboratorio durante tres días para evitar la proliferación de hongos.

Para la separación de componentes se utilizó la técnica de Aranda *et al.* (1995), la cual consistió en colocar las muestras fecales en un recipiente de 500 ml de agua y 10 g de detergente para poder disgregarlas. Se dejaron reposar un máximo de 24 horas para poder separar los componentes; después



se lavó el material en tamices de diferentes aberturas. Cuando estuvieron limpias, las muestras se vaciaron en una charola donde se separaron los componentes tales como: pelos, huesos y material vegetal. Esto se realizó con la ayuda de pinzas y agujas de disección. Una vez separados los pelos de guardia se procedió a tratarlos para su identificación.

### **6.8 Tratamiento de pelos de guardia**

Una vez obtenidos los pelos de guardia de madrigueras, echaderos y excretas, se siguió la metodología de Monroy – Vilchis y Rubio Rodríguez (2003):

Cada pelo de guardia encontrado se sumergió en agua con jabón durante 24 hrs. para eliminar restos vegetales o grasa. Posteriormente se enjuagó y dejó secar. Una vez seco, se observó al estereoscopio, para obtener la longitud en mm, desde la raíz hasta la punta, y el patrón de color. En seguida, cada pelo se sumergió en xilol absoluto y se revisó cada 24 horas, en el microscopio óptico hasta que la médula fuera visible. Finalmente, se montó cada pelo de guardia en un portaobjetos con Bálsamo de Canadá como fijador y encima un cubreobjetos y cada uno fue marcado con el número de muestra, madriguera, transecto, lugar y fecha de colecta.

### **6.9 Determinación de especies a través de pelos de guardia**

Para la identificación de cada pelo se observó al microscopio óptico, modelo Nikon eclipse 501, se registró el diámetro (en la parte más ancha del pelo), con ayuda de un ocular calibrado, y el patrón medular. Finalmente se tomaron fotos a cada pelo de guardia montado a 40x con una cámara Nikon Coolpix modelo x5400 adaptada al microscopio óptico.

La identificación se hizo siguiendo la “Guía de identificación de mamíferos terrestres del estado de México a través de pelos de guardia” (Monroy- Vilchis y Rubio Rodríguez R., 2003). Para corroborar la identificación de los pelos de guardia también se consultó la siguiente literatura: “Catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del estado de Oaxaca” (Baca-Ibarra y Sánchez-Cordero, 2004); “Structural characteristics of the hair of mammals” (Hausman, 1920b) y “Guía para la identificación de pelos de guardia de mamíferos no voladores del estado de Yucatán” (Pech-Canché *et al.*, 2009). Además se consultó la colección de pelos de guardia de mamíferos de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM.

### 6.10 Riqueza de especies

Los datos de cada especie se colocaron en una matriz de: sitio-presencia ausencia, en Excel de Windows 2007, y posteriormente se utilizó el programa EstimateSWin820, para obtener la curva de acumulación de especies, así como la riqueza estimada se obtuvo utilizando los indicadores Chao 2, Bootstrap y Jackknife de 1<sup>er</sup> orden, ya que requieren solamente datos de presencia-ausencia, no asumen el tipo de distribución de un conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado, (Smith y van Belle, 1984; Colwell y Coddington, 1994; Palmer, 1990), el valor de Chao 2 provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas y se ha documentado que Jackknife de 1<sup>er</sup> orden es uno de los estimadores más precisos y menos sesgados (Palmer 1990). Además para evitar el efecto del orden de las muestras en la estimación del número de especies se utilizó el estimador Mao Tau que aleatoriza las muestras con reemplazo generando una curva de acumulación de especies suavizada.

### 6.11 Obtención de la diversidad beta

Para evaluar la diversidad beta se utilizará el coeficiente de similitud de Jaccard cuya fórmula es la siguiente:

$$I_J = \frac{c}{a + b + c}$$

Donde:

*a* = número de especies presentes en el sitio A

*b* = número de especies presentes en el sitio B

*c* = número de especies presentes en el sitio A y B

El coeficiente de Jaccard expresa la similitud en la composición de especies, entre dos hábitats evaluados, si hay similitud se deduce que el ambiente es homogéneo. Si hay cambio en la composición de especies o disimilitud entre dos hábitats se considera que hay heterogeneidad y por ello la diversidad beta será expresada como el inverso de este coeficiente es decir,  $d = 1 - I_J$ .

## 6.12 Obtención de los Índices de Abundancia Relativa (IAR)

Se generaron dos índices de Abundancia Relativa para fines de comparación.

El IAR<sub>1</sub> es una modificación del índice de abundancia relativa usado para estaciones olfativas (Martínez –Velazquez 2002) y el IAR<sub>2</sub> es el índice basado en la distancia recorrida en los transectos (Bolaños y Naranjo, 2001).

### 6.12.1 IAR<sub>1</sub>

IAR por tipo de vegetación = # de vestigios por especie

# de vestigios totales

### 6.12.2 IAR<sub>2</sub>

IAR= Numero de vestigios/ Longitud total de los transectos en cada tipo de vegetación.

## 6.13 Hábitos alimentarios de *Lynx rufus*

Se eligió al gato montés ya que es el carnívoro que registró un mayor número de vestigios y abundancia de excretas.

Para el análisis de hábitos alimentarios se utilizó la técnica de análisis de excretas ya que son fáciles de encontrar, coleccionar y contienen restos no digeridos identificables (Aranda, 2000). El tratamiento aplicado a las excretas es el mencionado en el apartado de “colecta y análisis de excretas” del presente trabajo, ya que la identificación de las especies consumidas se hizo solo con pelos de guardia.

Una vez identificadas las especies consumidas se usó como estimador de los elementos encontrados en la dieta el porcentaje de presencia (Maher y Brady, 1986):

$$Pa = (fi / F) \times 100$$

En donde, *fi* = número de veces en las que aparece la especie *i*.

*F* = número total de apariciones de todas las especies en todas las excretas.



#### **6.14 Uso de hábitat de *Lynx rufus***

Para evaluar el uso de hábitat, se registrará el transecto y tipo de vegetación donde se encontró algún vestigio y la ubicación espacial de vestigios en una imagen satelital de la zona, con estos registros se obtendrá la siguiente información:

Refugio y protección de crías (madrigueras)

Aseo, letrinas y alimentación (excretas)

Echaderos (sitios de descanso)

Huellas (sitios de tránsito)

Provisión de agua (ríos en cañadas, ríos, abrevaderos).

## 7. RESULTADOS

En la parte occidental del PNPO, Puebla se obtuvieron un total de 111 vestigios: 79 pelos de guardia, cuatro huellas, 20 excretas y ocho sitios con conos roídos. La determinación de especies a través de los pelos de guardia fue de 26; exclusivamente por medio de huellas se registró una especie y exclusivamente por excretas se determinaron dos especies. El registro total fue de 6 órdenes, 10 familias y 28 especies de mamíferos terrestres. (Cuadro II) Este número de especies es mayor que el reportado en un estudio anterior en la misma zona (Martínez-Vázquez, 2000), financiado por CONABIO, quien solo registró 19 especies.

### 7.1 Estimación de la riqueza máxima de especies y representatividad del muestreo

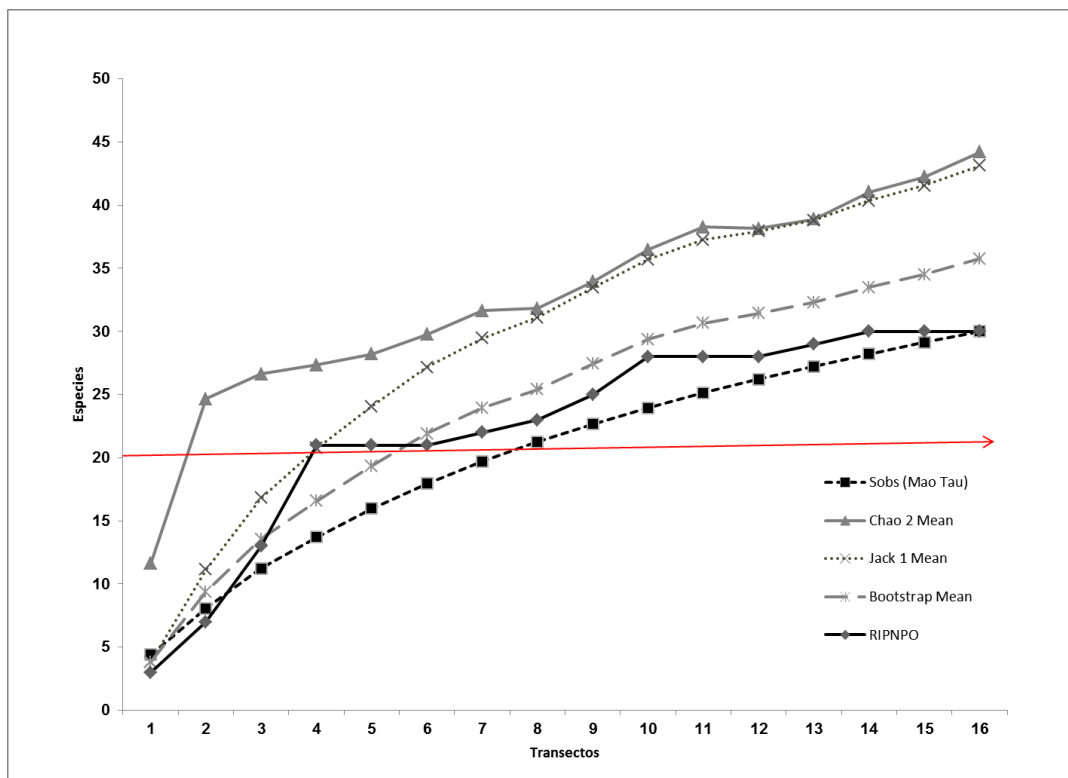


Figura 5. Curva de acumulación de especies, suficiencia del muestreo y estimadores de la riqueza de mamíferos terrestres para la vertiente occidental del PNPO, Puebla.

El estimador *Bootstrap* calculó 35 especies y los estimadores *Jack1* y *Chao2* calcularon 43 y 44 especies respectivamente, por lo que la riqueza obtenida (30) representa entre el 70% y 85% y un promedio del 77% de la riqueza máxima estimada, de acuerdo con los tres estimadores. Por lo anterior se estima que faltan entre 7 y 14 especies por registrar en el PNPO. Estas

especies posiblemente se encuentren en la ladera Este del parque, o ya han desaparecido, lo que se resolverá con mayor trabajo de campo.

## 7.2 Riqueza de especies por transecto

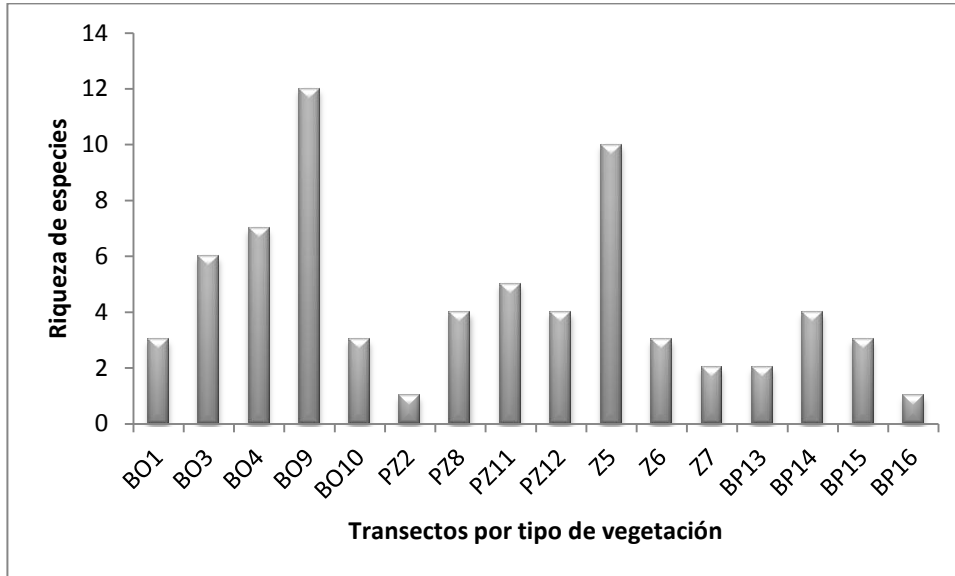


Figura 6. Riqueza de mamíferos terrestres por cada transecto, BO= bosque de oyamel, cinco transectos, PZ= pino-zacatonal, cuatro transectos, Z= zacatonal, tres transectos y BP= bosque de pino, cuatro transectos. El número a lado derecho indica el número de transecto.

La riqueza de especies por transecto varió de 1 hasta 12 especies y la mayor parte de los transectos registró de 3 a 7 especies.

Cuadro II. Especies de mamíferos terrestres y tipo de vestigios en los cuatro tipos de vegetación de la parte occidental del PNPO, Puebla.

Orden	Familia	Especie	Autoridad taxonómica	Nombre común	Tipos de vegetación				Vestigios			
					BO	BP	PZ	Z	PG	H	E	C
-	-	<i>aff. Tlacuatzin canescens</i>						X	2	0	0	0
	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Gray, 1837	Liebre de cola negra	X			X	3	0	0	0
		<i>Lepus callotis</i>	Wagler, 1830	Liebre torda	X			X	4	0	1	0
Lagomorpha		<i>Lepus californicus x Lepus callotis</i>	-	Híbrido	X			X	2	0	0	0
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Baird, 1858	Conejo del desierto	X			X	5	0	0	0
		<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Waterhouse, 1848	Conejo mexicano	X		X	X	12	0	5	0
		<i>Sylvilagus floridanus</i>	J. A. Allen, 1890	Conejo serrano			X		2	1	0	0
	Sciuridae	<i>Glaucomys volans</i>	Linnaeus, 1758	Ardilla voladora del sur	X				3	0	0	0
		<i>Sciurus sp.</i>	Linnaeus, 1758	Ardillas arborícolas		X	X		0	0	0	8
	Muridae	<i>Microtus mexicanus</i>	Saussure, 1861	Meteoro mexicano	X		X		7	0	0	0
		<i>Neotomodon alstoni</i>	Merriam, 1898	Ratón mexicano de los volcanes	X				1	0	0	0
Rodentia		<i>Peromyscus aztecus</i>	Saussure, 1860	Ratón azteca	X				1	0	0	0
		<i>Peromyscus difficilis</i>	J. A. Allen, 1891	Ratón de roca			X		1	0	0	0
		<i>Peromyscus gratus</i>	Merriam, 1898	Ratón piñonero	X	X		X	4	0	0	0
		<i>Peromyscus maniculatus</i>	Wagner, 1845	Ratón norteamericano	X				1	0	0	0
		<i>Peromyscus melanophrys</i>	Coues, 1874	Ratón de las planicies	X			X	3	0	0	0
		<i>Peromyscus melanotis</i>	J. A. Allen y Chapman, 1897	Ratón de orejas negras	X				2	0	0	0
		<i>Reithrodontomys chrysopsis</i>	Merriam, 1900	Ratón cosechero de los volcanes	X	X	X		4	0	0	0
		<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	J. A. Allen, 1894	Ratón cosechero leonado	X				2	0	0	0
		<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Baird, 1858	Ratón cosechero común	X				1	0	0	0
		<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	Saussure, 1861	Ratón cosechero de Sumichrasti	X	X		X	4	0	0	0
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Schreber, 1777	Gato montés	X		X	X	5	2	6	0
	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Schreber, 1775	Zorra gris		X			0	0	1	0
Carnivora	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Lichtenstein, 1832	Zorrillo listado del sur			X		1	0	0	0
		<i>Spilogale gracilis</i>	Merriam, 1890	Zorrillo manchado	X	X	X		6	0	0	0
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Lichtenstein, 1830	Cacomixtle norteño		X			1	0	0	0
		<i>Procyon lotor</i>	Linnaeus, 1758	Mapache				X	0	1	0	0
Soricomorpha	Soricidae	<i>Cryptotis mexicana</i>	Coues, 1877	*Musaraña mexicana de orejas p.				X	1	0	0	0
		Soricidae	G. Fischer, 1814	Musaraña	X				1	0	0	0
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Zimmermann, 1780	Venado cola blanca	X		X		0	0	7	0
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>28 spp.</b>		<b>21</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>79</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>8</b>

Ordenados taxonómicamente de acuerdo con Ramírez-Pulido (2005). En tipos de vegetación, BO=Bosque de Oyamel, BP= Bosque de Pino, PZ= Pino-zacatonal y Z= Zacatonal. En vestigios, se reporta la cantidad por tipo de vestigio para cada especie, PG= pelos de guardia, H= huellas, E= excretas, y C= conos roídos. \*Musaraña mexicana de orejas pequeñas.

### 7.3 Mamíferos terrestres registrados en el PNPO, Puebla, bajo protección de acuerdo con la NOM-059, UICN y CITES

En el PNPO de los 28 mamíferos terrestres registrados, siete especies son endémicas; cuatro especies están bajo alguna categoría de protección; una especie se encuentra protegida; otra especie está catalogada como amenazada. Además una especie se encuentra en el apéndice II de CITES y una especie está casi amenazada (NT, *por sus siglas en inglés*) de acuerdo con la UICN (Cuadro III).

Cuadro III. Mamíferos terrestres en alguna categoría de protección en la NOM-059, CITES y UICN, así como su endemidad (E).

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>NOM-059</b>	<b>CITES</b>	<b>UICN</b>	<b>E</b>
<i>Cryptotis mexicana</i>	Musaraña mexicana de orejas pequeñas	Pr			sí
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra				sí
<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda			NT	
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo mexicano				sí
<i>Glaucomys volans</i>	Ardilla voladora del sur	A			
<i>Neotomodon alstoni</i>	Ratón mexicano de los volcanes				sí
<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de roca				si
<i>Peromyscus melanophrys</i>	Ratón de las planicies				si
<i>Reithrodontomys chrysopsis</i>	Ratón cosechero de los volcanes				sí
<i>Lynx rufus escuinapae</i>	Gato montés		II		
<b>Total</b>	<b>10 spp.</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

Listados por orden taxonómico de acuerdo con Ramírez-Pulido (2005). Las especies en categoría de protección y endémicas de México se enlistan de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, por sus siglas en inglés) Apéndices I, II y III, en vigor desde 2012 y la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).

#### 7.4 Riqueza de especies por tipo de vegetación

El tipo de vegetación con la mayor riqueza fue el bosque de oyamel (bosque de *Abies religiosa*) con 21 especies, seguido del zacatonal con 12, el pino-zacatonal (bosque de *Pinus hartwegii*-zacatonal) con 10 y donde se registró la menor riqueza de especies fue el bosque de pino (bosque de *Pinus montezumae*) con siete especies.

En el bosque de oyamel está presente el 70% de los mamíferos terrestres registrados. En el zacatonal se registró el 40%, en el pino-zacatonal se registró el 33% y en el bosque de pino el 23%.

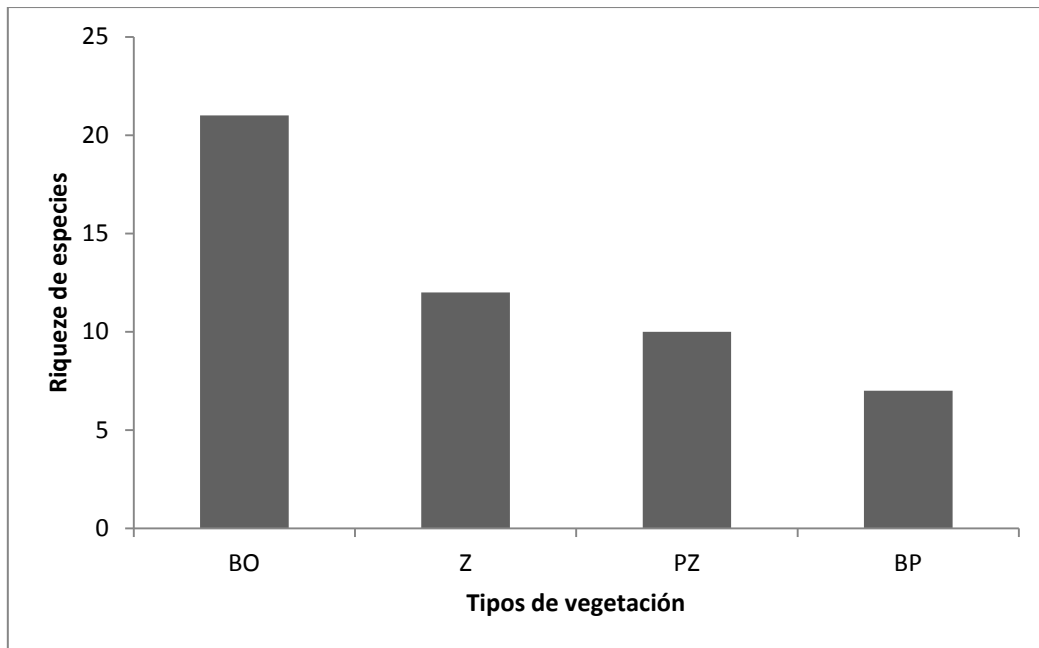


Figura 7. Riqueza de mamíferos terrestres por tipo de vegetación, BO= bosque de oyamel, PZ= pino-zacatonal, Z= zacatonal y BP= bosque de pino.

**Riqueza de carnívoros.** Se registraron de dos a tres carnívoros por tipo de vegetación, y mostró una relación inversa con la riqueza total de especies, siendo el pino-zacatonal y el bosque de pino los tipos de vegetación con la mayor riqueza. En el bosque de pino se registraron carnívoros como el zorrillo, el cacomixtle y la zorra gris que son organismos oportunistas y se vinculan con zonas cercanas a cultivos agrícolas. El bosque de pino fue el único tipo de vegetación donde no se registró al gato montés.

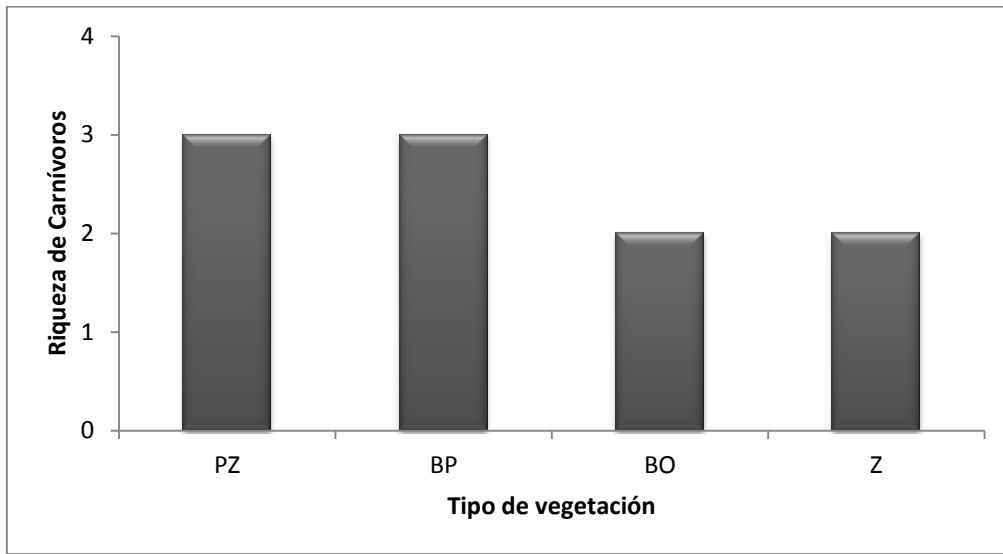


Figura 8. Riqueza de especies Carnívoros en los cuatro tipos de vegetación en el PNPO, Puebla. BO= bosque de oyamel, PZ= pino-zacatonal, Z= zacatonal y BP= bosque de pino.

**Riqueza de roedores.** Fue de doce a tres especies. La mayor riqueza se registró en el bosque de oyamel. La riqueza de roedores es directamente proporcional con la riqueza total de especies.

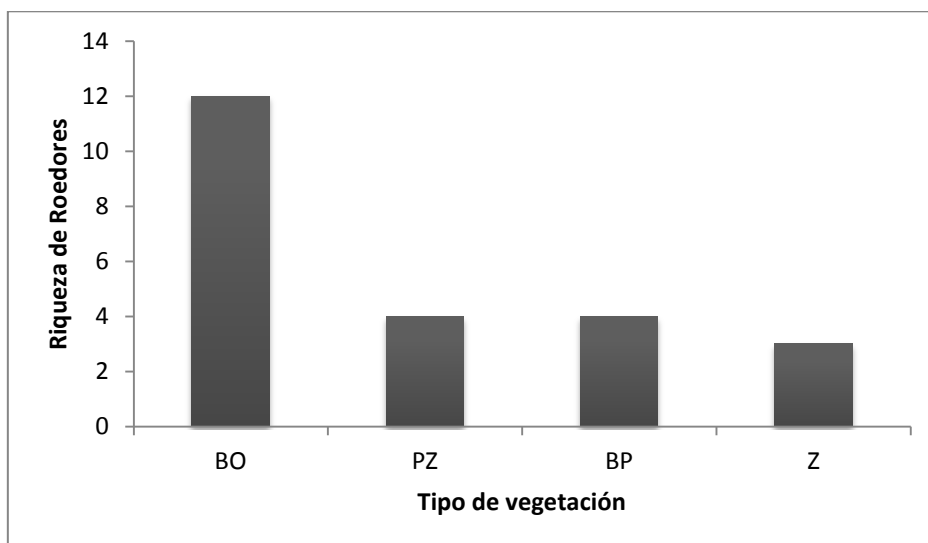


Figura 9. Riqueza de especies de Roedores en los cuatro tipos de vegetación en el PNPO, Puebla. BO= bosque de oyamel, PZ= pino-zacatonal, Z= zacatonal y BP= bosque de pino. Ordenados de forma descendente de izquierda a derecha.

**Riqueza de Lagomorfos.** Varía de cinco a dos especies por tipo de vegetación, es importante notar que no se registraron lagomorfos en el bosque de Pino. La riqueza obtenida es directamente proporcional a la riqueza total de especies pero inversamente proporcional a la riqueza de carnívoros.

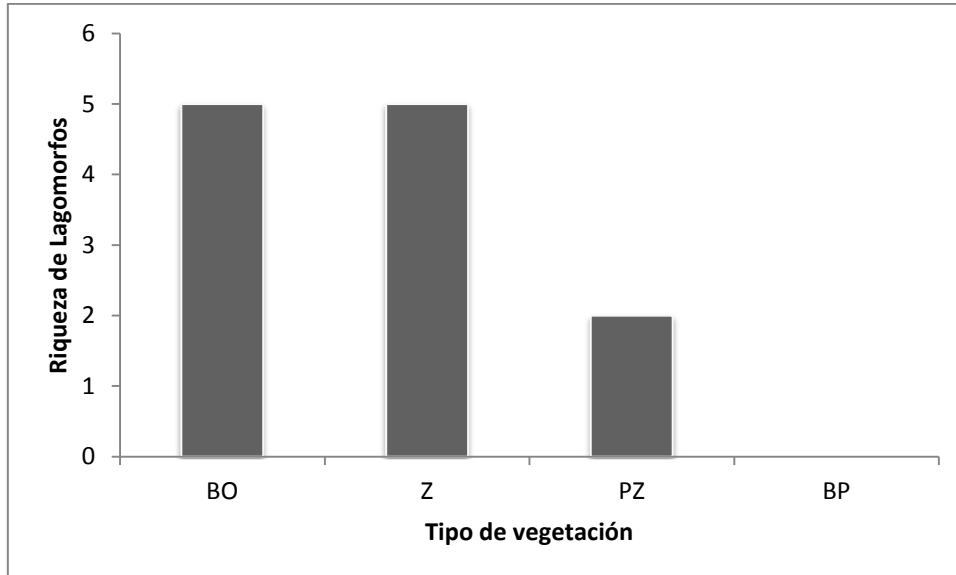


Figura 10. Riqueza de especies de Lagomorfos en los cuatro tipos de vegetación en el PNPO, Puebla. BO= bosque de oyamel, PZ= pino-zacatonal, Z= zacatonal y BP= bosque de pino. Ordenados de forma descendente de izquierda a derecha.

### 7.5 Riqueza de especies y altitud

La mayor riqueza de especies se registró entre los 3700 y 3500 msnm con 12 y 21 especies respectivamente, a los 3450 msnm se registraron 10 especies y a la menor altitud a 2780 m se registró la menor riqueza con 7 especies.

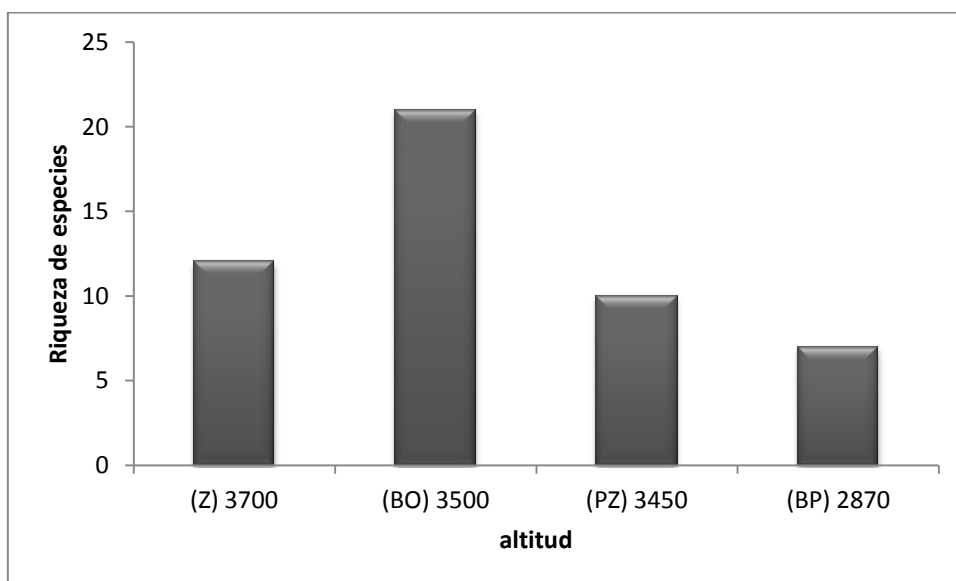


Figura 11. Riqueza de especies por altitud, entre paréntesis el tipo de vegetación en el PNPO, Puebla, BO= bosque de oyamel, PZ= pino-zacatonal, Z= zacatonal y BP= bosque de pino.



## 7.6 Análisis de la heterogeneidad ambiental en el PNPO, Puebla

El dendograma de similitud basado en el coeficiente de Jaccard, para los mamíferos terrestres que habitan los cuatro tipos de vegetación analizados, muestra que:

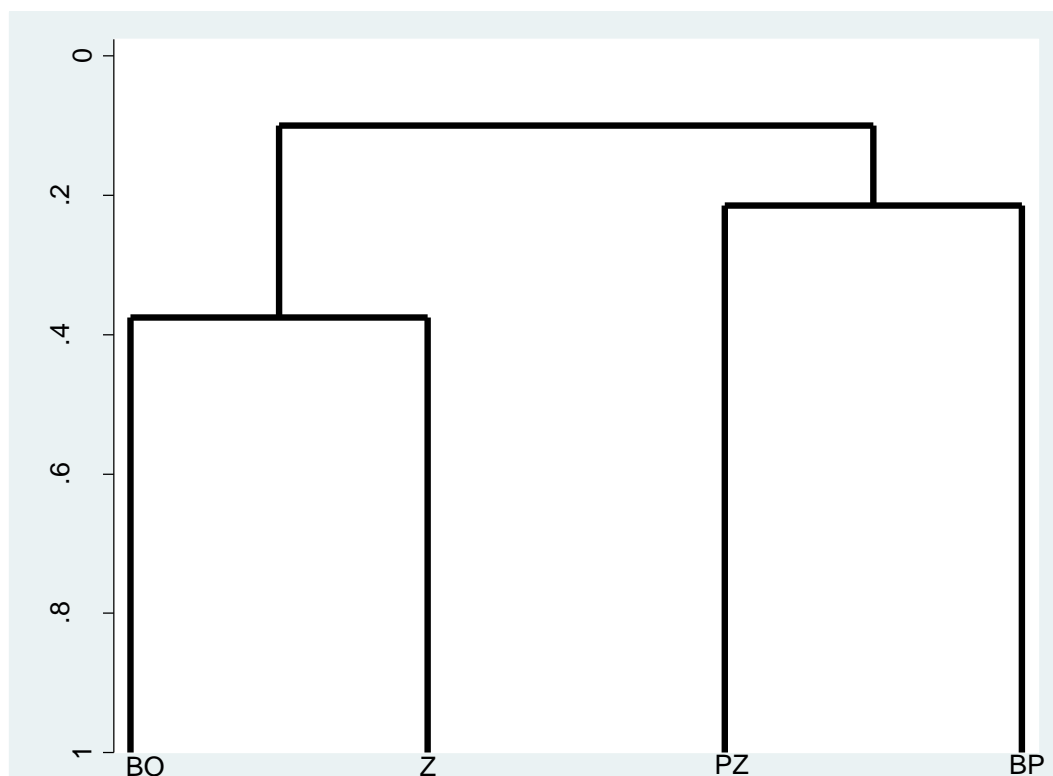


Figura 12 .Dendograma de similitud basado en el índice de Jaccard para los cuatro tipos de vegetación en el PNPO, Puebla. BO= bosque de oyamel, PZ= pino-zacatonal, Z= zacatonal y BP= bosque de pino.

El bosque de oyamel y el zacatonal son los tipos de vegetación con un índice de Jaccard ( $ij$ ) de 0.375, este valor de similitud es bajo. La similitud faunística entre los restantes tipos de vegetación fueron: a) para el pino-zacatonal y el Bosque de Pino fue de  $ij= 0.214$  y, b) para el bosque de oyamel y pino-zacatonal fue de  $ij= 0.24$  (Figura 12).

Los valores del índice de similitud de Jaccard fueron bajos, siguiendo el criterio de similitud de Sánchez y López (1988) quienes mencionan que los valores del índice de Jaccard por arriba del 0.66 de similitud pueden ser considerados como altos. Estos valores del índice de Jaccard por debajo de 0.66 indican que la composición de especies presentes en cada tipo de vegetación es diferente entre ellos y por lo tanto el hábitat es heterogéneo.

### 7.7 Estimación de la diversidad beta

La diversidad beta es una medida del grado de cambio de especies entre dos zonas, lo que refleja la heterogeneidad ambiental, por lo que indica la diferencia o disimilitud del ambiente, es una medida inversa al coeficiente de similitud de Jaccard, por lo tanto, la diversidad beta =  $1 - I_j$  (el valor del coeficiente de Jaccard), de acuerdo con Moreno (2001).

Los grupos de los tipos de vegetación con la mayor diversidad beta y por lo tanto mayor heterogeneidad ambiental fueron entre (pino-zacatonal)-zacatonal  $\beta=0.9$ ; el zacatonal- bosque de pino  $\beta= 0.88$ ; el bosque de oyamel-bosque de pino  $\beta= 0.83$ ; el (pino-zacatonal)- bosque de pino  $\beta=0.78$ ; el bosque de oyamel -(pino-zacatonal)  $\beta=0.76$  y finalmente el bosque de oyamel-zacatonal  $\beta= 0.62$ . Los valores de diversidad beta muestran una zona con alta heterogeneidad ambiental. (Figura 13).

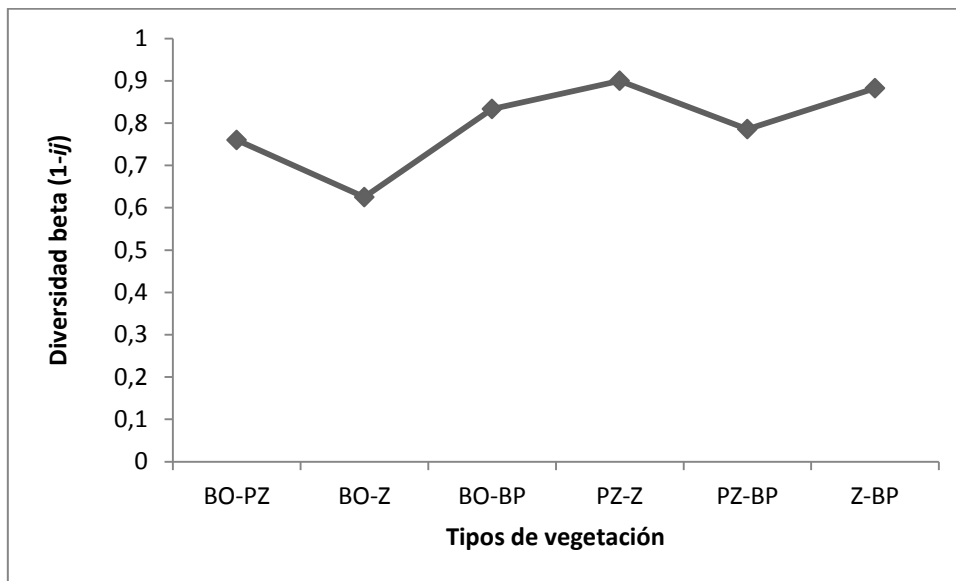


Figura 13 .Diversidad Beta, para los cuatro tipos de vegetación analizados en el PNPO, Puebla. BO= bosque de oyamel, PZ= pino-zacatonal, Z= zacatonal y BP= bosque de pino.

### 7.8 Índices de Abundancia Relativa de mamíferos terrestres en el PNPO, Puebla

Se calcularon dos índices de abundancia relativa ( $IAR_1$  y  $IAR_2$ ) para los mamíferos terrestres en los cuatro tipos de vegetación del PNPO. En el cuadro IV se presentan los tipos de vegetación muestreados, los transectos efectivos para cada tipo de vegetación, los kilómetros recorridos, el área de muestreo abarcada y el esfuerzo de muestreo.

Cuadro IV. Tipos de vegetación, transectos efectivos y área de muestreo en el PNPO, Puebla.

Tipos de vegetación	Numero de transectos	Longitud de transectos (Km)	Distancia total recorrida (Km)	Área cubierta (Km <sup>2</sup> )	Esfuerzo de muestreo*
Bosque de oyamel	5	1-3	13	0.36	273
Pino- zacatonal	4	4-5	18	0.36	378
Zacatonal	3	4-5	13	0.26	273
Bosque de pino	4	4	16	0.56	336
<b>Total</b>	<b>16</b>		<b>60</b>	<b>1.54</b>	<b>1260</b>

\*El esfuerzo de muestreo se calculó como Km/horas/hombre

### 7.8.1 IAR en bosque de oyamel (*Abies religiosa*)

Se registraron un total de 33 rastros de 21 especies en 13 km recorridos en el bosque de oyamel, obteniendo el mayor índice de abundancia relativa total de los cuatro tipos de vegetación. Las especies con mayor IAR fueron *Lynx rufus* (Gato montés), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Microtus mexicanus* (Meteoro mexicano).

Las especies endémicas en este tipo de vegetación fueron cuatro: *Sylvilagus cunicularius* (Conejo mexicano), *Lepus californicus* (Liebre de cola negra), *Peromyscus melanophrys* (Ratón de las planicies) y *Neotomodon alstoni* (Ratón mexicano de los volcanes).

La especie *Glaucomys volans* (ardilla voladora) está amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. La liebre torda *Lepus callotis* se enlista en la UICN como especie casi amenazada (NT, *por sus siglas en ingles*). Finalmente, *Lynx rufus* (gato montés) fue la única especie en este tipo de vegetación incluida en el apéndice II de CITES. (Cuadro V)

Cuadro V. Índices de Abundancia relativa (IAR<sub>1</sub> e IAR<sub>2</sub>), a partir de frecuencia de rastros en el bosque de oyamel del PNPO, Puebla.

Especie	Frecuencia de rastros	IAR <sub>1</sub> *	IAR <sub>2</sub> *
<i>Lynx rufus</i>	3	0.088	0.23
<i>Odocoileus virginianus</i>	3	0.088	0.23
<i>Microtus mexicanus</i>	3	0.088	0.23
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	2	0.058	0.15
<i>Lepus callotis</i>	2	0.058	0.15
<i>Spilogale gracilis</i>	2	0.058	0.15
<i>Peromyscus melanotis</i>	2	0.058	0.15
<i>Reithrodontomys chrysopsis</i>	2	0.058	0.15
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	2	0.058	0.15
<i>Sylvilagus audubonii</i>	1	0.029	0.076
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	1	0.029	0.076
<i>Soricidae</i>	1	0.029	0.076
<i>Lepus californicus</i>	1	0.029	0.076
<i>L. californicus x L. callotis</i>	1	0.029	0.076
<i>Peromyscus gratus</i>	1	0.029	0.076
<i>Peromyscus maniculatus</i>	1	0.029	0.076
<i>Peromyscus melanophrys</i>	1	0.029	0.076
<i>Glaucomys volans</i>	1	0.029	0.076
<i>Neotomodon alstoni</i>	1	0.029	0.076
<i>Peromyscus aztecus</i>	1	0.029	0.076
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	1	0.029	0.076
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>0.96</b>	<b>2.50</b>

\*Ordenados por IAR descendente. IAR<sub>1</sub> =frecuencia de rastros por especie/ total de rastros para bosque de oyamel (BO). IAR<sub>2</sub> =frecuencia de rastros por especie/ total de kilómetros recorridos en el bosque de oyamel.

### 7.8.2 IAR en zacatonal

Se registraron un total de 15 rastros pertenecientes a 12 especies en 13 km recorridos en el zacatonal, siendo el segundo tipo de vegetación con el mayor índice de abundancia relativa total. Las especies el mayor IAR fueron *Sylvilagus cunicularius* (Conejo mexicano), *Lynx rufus* (Gato montés) y *Sylvilagus audubonii* (Conejo del desierto). (Cuadro VI)

En este tipo de vegetación se registraron tres especies endémicas: *Sylvilagus cunicularius* (Conejo mexicano), *Cryptotis mexicana* (Musaraña mexicana de orejas pequeñas) y *Peromyscus melanophrys* (Ratón de las planicies). *Cryptotis mexicana* también está protegida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

*Lepus callotis* (Liebre torda), se encuentra incluida en la lista roja de la UICN como casi amenazada (NT, *por sus siglas en ingles*).

Finalmente *Lynx rufus* (gato montés), se encuentra en el apéndice II de CITES.

Cuadro VI. Índices de Abundancia relativa ( $IAR_1$  e  $IAR_2$ ), a partir de frecuencia de rastros en el zacatonal del PNPO, Puebla.

<b>Especie</b>	<b>Frecuencia de rastros</b>	<b><math>IAR_1^*</math></b>	<b><math>IAR_2^*</math></b>
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	2	0.125	0.15
<i>Lynx rufus</i>	2	0.125	0.15
<i>Sylvilagus audubonii</i>	2	0.125	0.15
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	1	0.062	0.076
<i>Lepus callotis</i>	1	0.062	0.076
aff. <i>Tlacuatzin canescens</i>	1	0.062	0.076
<i>Cryptotis mexicana</i>	1	0.062	0.076
<i>Lepus californicus</i>	1	0.062	0.076
<i>L. californicus</i> x <i>L. callotis</i>	1	0.062	0.076
<i>Procyon lotor</i>	1	0.062	0.076
<i>Peromyscus gratus</i>	1	0.062	0.076
<i>Peromyscus melanophrys</i>	1	0.062	0.076
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>0.93</b>	<b>1.13</b>

\*Ordenados por IAR descendente.

$IAR_1$  =frecuencia de rastros por especie/ total de rastros para el zacatonal (Z).

$IAR_2$  =frecuencia de rastros por especie/ total de kilómetros recorridos en el zacatonal. Sp. 1: Especie afín a *Tlacuatzin canescens*.

### 7.8.3 IAR en pino-zacatonal (*Pinus hartwegii*- *Agrotis tolucensis*)

Se registraron un total de 14 rastros de 10 especies en 18 km recorridos en el pino-zacatonal. Las especies con el mayor IAR fueron *Sylvilagus cunicularius* (Conejo mexicano), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca) y *Sylvilagus floridanus* (Conejo castellano). (Cuadro VII)

En este tipo de vegetación se registraron tres especies endémicas que fueron: *Sylvilagus cunicularius* (Conejo mexicano), *Reithrodontomys chrysopsis* (Ratón cosechero de los volcanes) y *Peromyscus difficilis* (Ratón de roca).

Se registró el gato montés que está incluido en el apéndice II de CITES. No se registraron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o en la UICN.

Cuadro VII. Índices de Abundancia relativa ( $IAR_1$  e  $IAR_2$ ), a partir de frecuencia de rastros en el pino-zacatonal del PNPO, Puebla.

Especie	Frecuencia de rastros	$IAR_1^*$	$IAR_2^*$
<i>Sylvilagus cunicularius</i>	3	0.214	0.23
<i>Odocoileus virginianus</i>	2	0.14	0.11
<i>Sylvilagus floridanus</i>	2	0.14	0.11
<i>Lynx rufus</i>	1	0.071	0.055
<i>Sciurus</i> sp.	1	0.071	0.055
<i>Microtus mexicanus</i>	1	0.071	0.055
<i>Spilogale gracilis</i>	1	0.071	0.055
<i>Reithrodontomys chrysopsis</i>	1	0.071	0.055
<i>Mephitis macroura</i>	1	0.071	0.055
<i>Peromyscus difficilis</i>	1	0.071	0.055
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>0.99</b>	<b>0.83</b>

\*Ordenados por IAR descendente.

$IAR_1$  =frecuencia de rastros por especie/ total de rastros para pino-zacatonal (P-Z).

$IAR_2$  =frecuencia de rastros por especie/ total de kilómetros recorridos en el pino-zacatonal.

#### 7.8.4 IAR en bosque de pino (*Pinus montezumae*)

Se registraron 10 rastros pertenecientes a 7 especies. El género *Sciurus* sp. fue el más abundante en este tipo de vegetación seguido de *Reithrodontomys sumichrasti* (Ratón cosechero de Sumichrasti).

En este tipo de vegetación solo se registró una especie endémica: *Reithrodontomys chrysopsis* (Ratón cosechero de los volcanes).

No se registraron especies incluidas en la NOM-059, UICN o CITES, en este tipo de vegetación (Cuadro VIII)

Cuadro VIII. Índices de Abundancia relativa ( $IAR_1$  e  $IAR_2$ ), a partir de frecuencia de rastros en el bosque de pino.

<b>Especie</b>	<b>Frecuencia de rastros</b>	<b><math>IAR_1</math></b>	<b><math>IAR_2</math></b>
<i>Sciurus</i> sp.	3	0.3	0.18
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	2	0.2	0.12
<i>Spilogale gracilis</i>	1	0.1	0.06
<i>Bassariscus astutus</i>	1	0.1	0.06
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	0.1	0.06
<i>Reithrodontomys chrysopsis</i>	1	0.1	0.06
<i>Peromyscus gratus</i>	1	0.1	0.06
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0.6</b>

\*Ordenados por IAR descendente.

$IAR_1$  = frecuencia de rastros por especie/ total de rastros para bosque de pino (BP).

$IAR_2$  = frecuencia de rastros por especie/ total de kilómetros recorridos en el bosque de pino.

### 7.9 Hábitos alimentarios de *Lynx rufus*

El gato montés es el carnívoro más grande registrado en el presente trabajo, y se determinaron 15 especies de mamíferos terrestres, que son consumidas por el gato montés, por medio del análisis de pelos de guardia, de un total de seis excretas de gato montés halladas en dos tipos de vegetación.

En el bosque de oyamel se colectaron tres excretas y se identificaron ocho especies de pequeños mamíferos que son consumidos por el gato montés, todas las especies tuvieron un porcentaje de presencia de 12.5%. (Cuadro IX)

En el zacatonal se colectaron tres excretas de gato montés, en las cuales se identificaron nueve especies de mamíferos terrestres que son consumidas por el gato montés: Cinco de lagomorfos y cuatro corresponden a mamíferos pequeños, la especie con mayor porcentaje de presencia fue *Sylvilagus cunicularius* (conejo mexicano), el resto de las especies tuvieron el mismo porcentaje de presencia. (Cuadro IX)

Cuadro IX. Presas de *Lynx rufus* en dos tipos de vegetación.

Especie identificada por pelos de guardia	Bosque de Oyamel		Zacatonal	
	F	Pa %	F	Pa %
<i>Microtus mexicanus</i>	1	12.5		
<i>Peromyscus melanophrys</i>	1	12.5	1	10
<i>Peromyscus gratus</i>	1	12.5	1	10
<i>Peromyscus maniculatus</i>	1	12.5		
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	1	12.5		
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	1	12.5		
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	1	12.5		
<i>Soricidae</i>	1	12.5		
<i>Sylvilagus cunicularius</i>			2	20
<i>Sylvilagus audubonii</i>			1	10
<i>Lepus callotis</i>			1	10
<i>Lepus californicus</i>			1	10
<i>Lepus californicus x L. callotis</i>			1	10
<i>Tlacuatzin canescens</i>			1	10
<i>Cryptotis mexicana</i>			1	10

F= Presencia de la especie presa i, Pa= porcentaje de presencia en las excretas.



### 7.10 Uso de hábitat de *Lynx rufus*

**Hábitat.** Con base en la cantidad de vestigios de gato montés, el bosque de oyamel es su principal hábitat, seguido del zacatonal y por último el bosque de pino-zacatonal. Únicamente en el bosque de *Pinus montezumae* no se registraron vestigios de esta especie.

**Refugio.** Únicamente se registró una madriguera con pelos de guardia en el bosque de oyamel.

**Aseo.** El gato montés utiliza el bosque de oyamel y el zacatonal para defecar, ya que se colectaron 3 excretas en cada uno.

**Alimentación.** En el bosque de oyamel, el zacatonal y el bosque de pino-zacatonal se registraron madrigueras con pelos de guardia de animales presas de gato montés. En el bosque de oyamel se registró el mayor número de madrigueras con pelos de guardia de sus presas (lagomorfos y roedores).

**Disponibilidad de agua.** Los bebederos de agua se localizan principalmente en las cañadas donde se encuentra el bosque de oyamel (Cuadro X; Figuras 14 y 15).

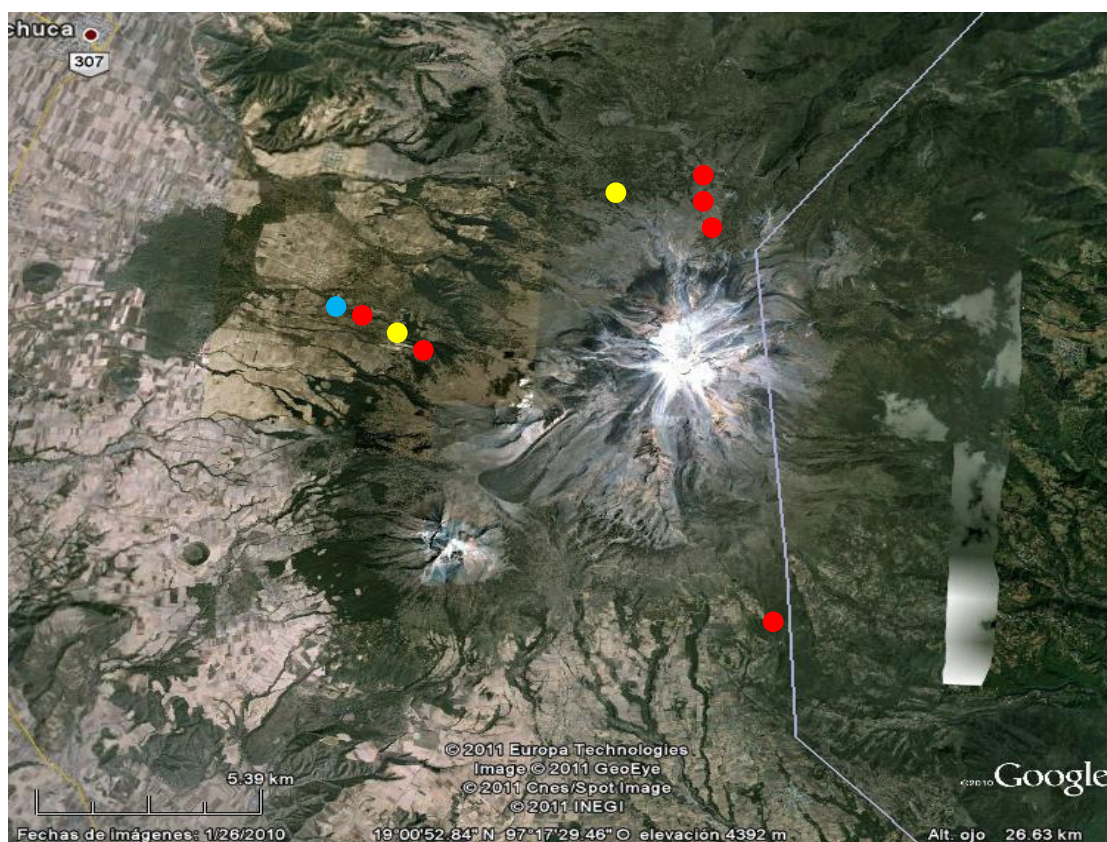


Figura 14. Mapa de uso de hábitat de *Lynx rufus*: ■ zonas de aseo (excretas), ■ zonas de paso (huellas) y ■ refugio (madrigueras con pelos de guardia de *Lynx rufus*).

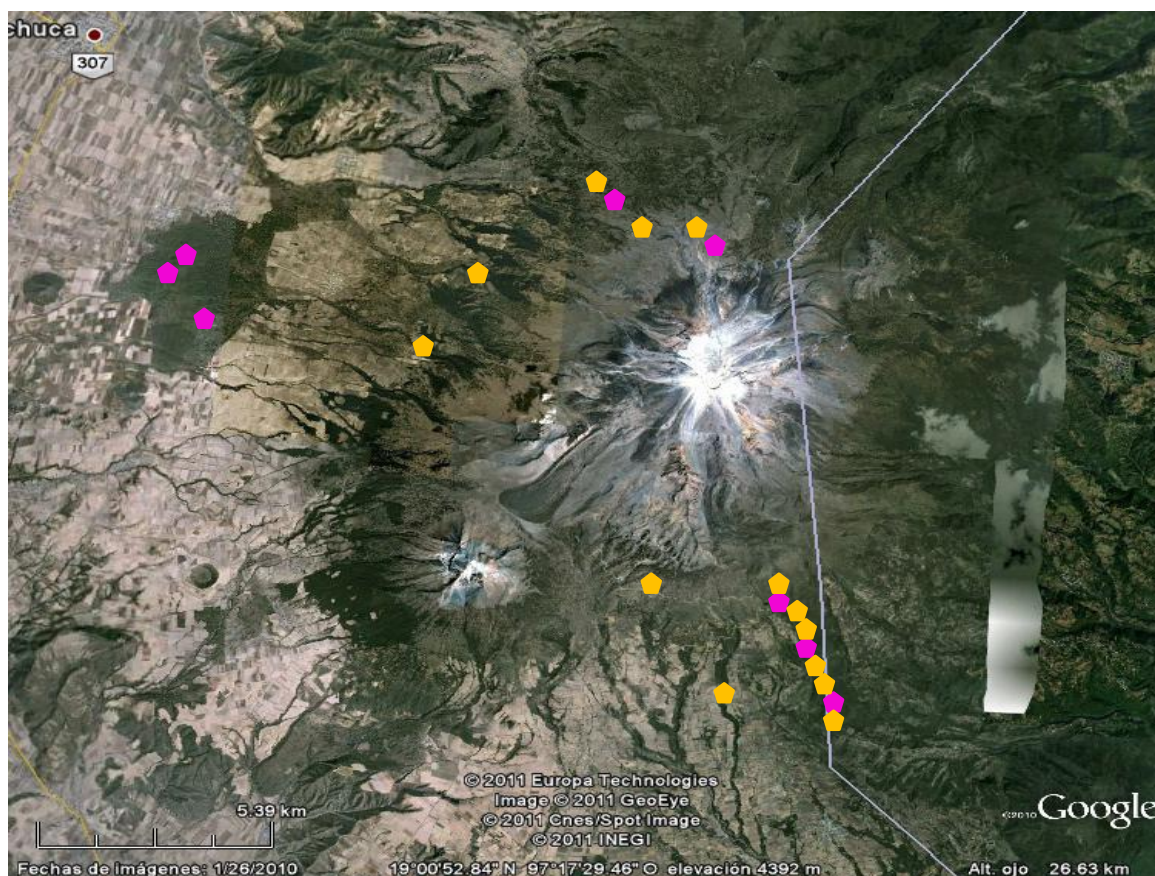


Figura15. Ubicación de las zonas de alimentación de *Lynx rufus* (madrigueras con pelos de guardia de sus presas). ■ lagomorfos y ■ pequeños mamíferos.

Cuadro X. Vestigios de *Lynx rufus* y sus presas en el PNPO, Puebla.

Vegetación	IAR <sub>1</sub>	IAR <sub>2</sub>	Cantidad de vestigios de Gato montes		Presas			
			PGM	PGE	H	E	ML	MR
B. de oyamel	0.088	0.23	1	1	1	3	9	3
Zacatonal	0.125	0.15	0	0	0	3	1	1
B. de <i>P. hartwegii</i> -zacatonal	0.071	0.055	0	0	1	0	3	1
B. de <i>P. montezumae</i>	0	0	0	0	0	0	0	3

PGM=pelos de guardia hallados en madrigueras, PGE= pelos de guardia hallados en excretas, H= huellas, E= excretas, ML= Madrigueras con pelos de guardia de lagomorfos y MR= Madrigueras con pelos de guardia de roedores consumidos por *Lynx rufus*.

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1 Riqueza de especies

La riqueza de especies en el PNPO fue de 30. La riqueza máxima estimada está entre 35, 43 y 44 especies, según tres estimadores (Bootstrap, Chao 2, Jackknife1), por lo que la suficiencia de muestreo fue en promedio de 77%. El 26% de las especies restantes indica que falta realizar más muestreos, pero también es posible que sean especies que ya se extirparon de la zona, debido al alto grado de deterioro que presenta. Al respecto Arriaga (2000) estimo que más de 50% de la cobertura vegetal se había perdido.

La presencia de 28 especies de mamíferos terrestres para la vertiente occidental del PNPO, Puebla, es mayor a lo registrado en este mismo parque, por un estudio financiado por CONABIO (Martínez-Vázquez 2000), quien reporta únicamente 19 especies de mamíferos terrestres. Martínez-Vázquez registró 9 especies en campo y el resto de las especies (10) las obtuvieron a partir de registros en colecciones científicas y búsqueda en la literatura.

Lo anterior indica que el método de muestreo de pelos de guardia en todas las madrigueras y excretas, presenta un mayor éxito de muestreo y es una alternativa en el estudio de la mastofauna, ya que se registraron mamíferos pequeños medianos y grandes, además resultó más efectivo que los métodos de muestreo realizados en otros parques nacionales de México.

Una limitante del método de muestreo a través del pelo de guardia es que en México son escasos los trabajos de descripción de pelos de guardia y los que existen han tomado muestras de colecciones científicas y solo de la región dorsal de la especie (Monroy-Vilchis *et al.* 2003; Baca Ibarra *et al.*, 2004; Péch-Canche *et al.*, 2009). En este estudio se registraron, aproximadamente 25 muestras de pelos de guardia que no fue posible identificar y no fueron tomados en cuenta, porque no existen claves o porque aún no se han registrado, sin embargo pueden resultar útiles en estudios más detallados al respecto porque pueden también representar otras especies o variedades. Si bien también existe variación en la tonalidad, la longitud y el diámetro entre los pelos de diferentes regiones del cuerpo, en este estudio se le dio prioridad al patrón medular, ya que es la característica más constante entre pelos de distintas regiones del cuerpo, distintiva entre especies y la más útil en la

determinación de especies (Monroy-Vilchis *et al.* 2003; Monroy-Vilchis *et al.* 2005).

### 8.1.1 Comparación de la riqueza de especies con otros parques nacionales

El número de especies encontradas en este PNPO indica una alta riqueza, con respecto a lo encontrado en otras zonas, donde se han registrado de 12 a 37 especies, con un promedio de 26 especies (cuadro XI).

Cuadro XI. Estudios de riqueza de mamíferos terrestres en zonas dentro de la Faja Volcánica Transversal.

Zona de estudio y autor	Mamíferos terrestres	Métodos empleados
<b>Parque Nacional Pico de Orizaba (Ruiz-Serrano 2013)</b>	<b>28</b>	<b>Análisis de pelos de guardia, huellas, excretas y conos roídos.</b>
Parque Nacional El Chico, Hernández-Hernández-Flores S.D. <i>et al.</i> , 2010	23	Trampas Sherman, de caída, Tomahawk, Cámaras-trampa, registro de huellas, excretas y entrevistas a los pobladores.
Parque Nacional La Malinche Ruiz-Soberanes <i>et al.</i> , 2010	25	Trampeo Sherman, Tomahawk, trampas de caída, Havahart, estaciones olfativas y búsqueda de huellas, excretas y pelos.
Parque Nacional Nevado de Toluca Sánchez-Jasso <i>et al.</i> , 2013	12	Trampeo Tomahawk, estaciones olfativas y búsqueda de rastros.
Nuevo San Juan Parangaricutiro Torres A., 2013	25	Trampeo Tomahawk, Sherman, búsqueda de rastros y observaciones directas.
Milpa Alta, Distrito Federal Navarro-Frías <i>et al.</i> , 2007	32	Trampas de golpe, trampas Sherman, Tomahawk y registro de vestigios.
Sierra Nanchititla, Estado de México Monroy-Vilchis <i>et al.</i> , 2011	37	Trampeos Sherman, Tomahawk, Cámaras-trampa y registro de vestigios

La alta riqueza y diversidad puede atribuirse al gradiente de la montaña más alta de México, así como al proceso evolutivo de los animales. Las especies de zonas montañosas son de afinidad neártica (Monroy-Vilchis *et al.*, 1999) y migraron desde el norte hace más de 10,000 años, durante las glaciaciones. Las especies neárticas por lo tanto son capaces de soportar grandes contrastes térmicos, tanto estacionales como del día a la noche, y, a partir de cierta altitud, también pueden soportar la permanencia de un manto de nieve (Rubio-Recio, 1988), por lo que el Pico de Orizaba, por su mayor gradiente ambiental y presencia de climas templados y fríos, ofrece un lugar adecuado para estas especies, además de ofrecer bastantes fuentes intermitentes y permanentes de agua (Figura 16).



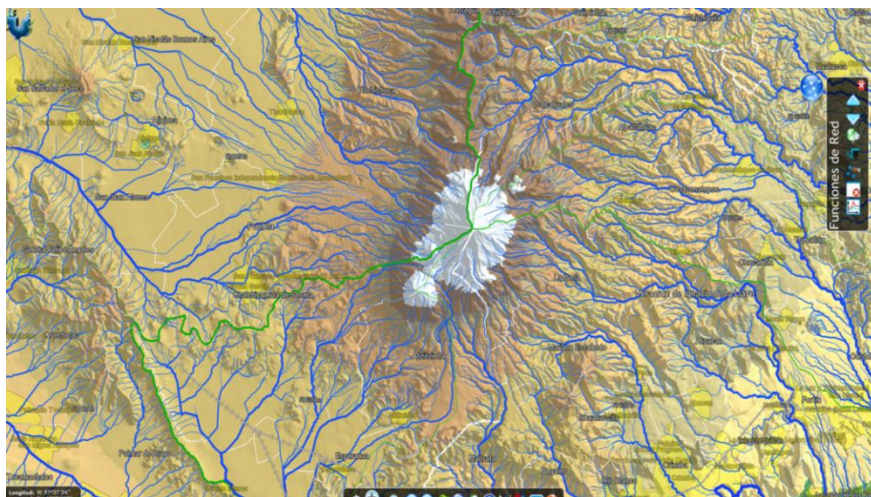


Figura 16. Afluentes de agua del PNPO, Puebla.

## 8.2 Riqueza de especies por tipo de vegetación

### 8.2.1 Bosque de oyamel (*Abies religiosa*)

Fue el tipo de vegetación con la mayor riqueza total de 21 especies: 12 roedores, cinco lagomorfos, dos carnívoros y dos mamíferos pequeños (Cuadro II; Figura 7).

Al comparar la riqueza encontrada en el bosque de Oyamel del PNPO, con otros estudios de riqueza en zonas con el mismo tipo de vegetación dentro de la Faja Volcánica Transversal, los resultados también indican que el bosque de Oyamel es un tipo de vegetación que alberga una alta riqueza de mamíferos, especialmente, roedores. Al respecto Hernández-Flores *et al.* (2010), en el Parque Nacional el Chico, Hidalgo, muestrearon bosque de Oyamel y bosque de Oyamel-Encino, en un intervalo de altitud de 2400 a 3000 m, y registraron 23 mamíferos terrestres: 10 roedores, 8 carnívoros, 2 musarañas, un lagomorfo, un tlacuache y un armadillo. La mayor abundancia de roedores la obtuvieron en el bosque de Oyamel con especies del género *Peromyscus*, lo que coincide con este estudio, ya que se registró la mayor riqueza de roedores incluyendo 5 ratones del género *Peromyscus* en el bosque de Oyamel.

En Milpa Alta (Navarro-Frías *et al.*, 2007), registraron 32 especies de mamíferos terrestres, de los cuales la mayor riqueza de especies e individuos colectados la obtuvieron en el bosque de *Abies religiosa-Pinus* sp. con nueve

especies colectadas; 1 tlacuache, 7 roedores y 1 zorrillo. En el bosque de Pino (*P.hartwegii-montezumae*) colectaron 2 especies, en áreas de cultivo colectaron una especie y en matorral xerófilo colectaron 7 especies de roedores.

La alta riqueza de especies en el bosque de oyamel del PNPO, se debe a su ubicación sobre cañadas que ofrece a la mastofauna, disponibilidad de agua, refugio de la irradiación solar y además presenta afloramientos rocosos que pueden ser usados como madrigueras, por lo que el bosque de oyamel, en las cañadas ofrece refugio, alimento y disponibilidad de agua.

### **8.2.2 Zacatonal o pradera de alta montaña**

Se ubica a los 3950 msnm, su riqueza total es de 12 especies: tres roedores, cinco lagomorfos, dos carnívoros y dos mamíferos pequeños (Cuadro II; Figura 7). La riqueza se considera alta ya que Ruiz-Soberanes *et al.* (2010) en el Parque Nacional la Malinche (PNLM) en el zacatonal de alta montaña, registraron solo cuatro especies: 2 roedores y 2 lagomorfos.

En el PNPO la mayor riqueza fue de los lagomorfos, que prefieren este tipo de vegetación, y se infiere que es debido a que el zacatonal les provee alimento, refugio y un lugar de descanso durante el día, ya que utilizan camas en el zacatonal con dirección al sol para calentarse (Leopold, 1983). Los lagomorfos son de origen neártico, han evolucionado en climas fríos y secos y prosperaron cuando los pastizales se expandieron y cambiaron de metabolismo C<sub>3</sub> a C<sub>4</sub>, lo que implicó una mayor productividad vegetal, además los lagomorfos poseen un tipo de dentición apropiado para el consumo de gramíneas (Ge *et al.*, 2012 ).

Debido a la abundancia de lagomorfos en esta zona, también se registró al gato montés quién se alimenta de este grupo en este tipo de vegetación. Solo se registraron tres especies de roedores probablemente porque es un sitio con pocas madrigueras subterráneas y sin afloramientos rocosos, por lo que las especies pequeñas solo tienen disponibles los zacatonales amacollados como refugio.

Se registró a la musaraña mexicana (*Cryptotis mexicana*), una especie endémica de México. La presencia de una musaraña en este tipo de vegetación se atribuye a que son especies de origen neártico de climas fríos, y

tienen una sustancia anticongelante en la sangre para sobrevivir a climas extremadamente fríos.

En este tipo de vegetación se colectaron dos pelos dentro de un tronco de árbol viejo y caído que, de acuerdo con la guía de identificación de pelos de guardia utilizada en el presente trabajo (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003), se identificaron como pertenecientes a *Tlacuatzin canescens*, lo cual se corroboró con la colección de pelos de guardia de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM. Sin embargo, al consultar la distribución conocida para ésta especie, resulta poco factible que se encuentre en el zacatonal de alta montaña del PNPO, Puebla, ya que es una especie endémica de México de la cual todos los registros se han hecho en Selva Baja Caducifolia, Bosque Espinoso e incluso matorral xerófilo, por debajo de los 2000 msnm. Por lo que se decidió tomar este registro de pelos de guardia como pertenecientes a una especie afín a *Tlacuatzin canescens*, que probablemente sus pelos de guardia aún no han sido caracterizados y hay una convergencia en las características de sus pelos con los del ratón-tlacuache. Sin embargo, también existe la posibilidad de que éste sea un nuevo registro de distribución para el ratón-tlacuache en ésta zona, ya que, al igual que para la mayoría de los mamíferos mexicanos, no se conoce toda su distribución en el país porque hacen falta más muestreos en campo y es un hecho que la distribución conocida puede ampliarse conforme se hacen nuevos registros en zonas que no han sido muestreadas. Además, el género *Tlacuatzin* se originó en México a partir de ancestros marsupiales que se originaron en el Cretácico (Arnason *et al.*, 2008) por lo que el ratón-tlacuache ha sobrevivido a grandes cambios ambientales y ha resistido las glaciaciones que han ocurrido hasta la actualidad y por esta razón es posible que esta especie se encuentre aún en el zacatonal de alta montaña.

### **8.2.3 Pino-zacatonal (*Pinus hartwegii*- *Agrostis tolucensis*)**

Ubicado en los 3850 msnm. En este tipo de vegetación se registró una riqueza de 10 especies: cuatro roedores, dos lagomorfos, tres carnívoros y al Venado Cola Blanca. La riqueza de especies fue menor, y estuvieron presentes especies de mesocarnívoros como los zorrillos, que son más flexibles en su dieta y pueden alimentarse de insectos y frutos por lo que pueden sobrevivir en

zonas donde las presas no son abundantes. En este tipo de vegetación el gato montés solo se registró a través de huellas, por lo que se infiere que es una zona de alimentación ocasional, ya que no posee una gran riqueza de presas para el gato montés (roedores o lagomorfos), además no se observaron madrigueras de gran tamaño o afloramientos rocosos que pudieran ser refugio de éste carnívoro.

La presencia de *Odocoileus virginianus* en esta zona muy probablemente se debe a que se alimenta en una gran proporción de leguminosas como *Lupinus montanus* y en menor proporción de gramíneas como *Agrostis toluensis* presentes en este tipo de vegetación (Villarreal-Espino *et al.*, 2007).

#### **8.2.4 Bosque de pino (*Pinus montezumae*)**

Ubicado en los 2870 msnm. En estos bosques se registró la menor riqueza total con siete especies: cuatro roedores, tres carnívoros y no se registraron lagomorfos. Sin embargo, fue el tipo de vegetación con la mayor riqueza de carnívoros (Figuras 7 y 8), aunque estos carnívoros (*Urocyon cinereoargenteus*, *Bassariscus astutus* y *Spilogale gracilis*) son especies oportunistas y con una mayor tolerancia a la presencia humana (Castellanos *et al.*, 2005; Hernández-Flores, 2010), ya que se encuentran en la zona más baja del Pico de Orizaba cercana a poblados.

Lo anterior indica que en el PNPO la riqueza es baja en pinares y se atribuye a que en esta zona Mora-Santiago, 2013 (sin publicar), detectó una alta hidrofobicidad en el suelo. La hidrofobicidad no permite que el suelo tenga humedad generando un sustrato seco que muy posiblemente reseque la piel y órganos como los ojos y nariz de los animales, por lo que estas condiciones no son adecuadas para refugio de la fauna silvestre, en especial, para pequeños roedores que usan madrigueras subterráneas.

La riqueza de especies en el bosque de *Pinus montezumae*, parece ser opuesto a lo obtenido por Ruiz-Soberanes *et al.*, (2010) quien registró en bosque de Pino (*Pinus hartwegii*, *P. montezumae* y *P. ayacahuite*) del PN La Malinche, 25 especies: 12 roedores, 8 carnívoros, 2 lagomorfos, 1 musaraña, 1 tlacuache y 1 armadillo. Esta riqueza de especies se atribuye a que el bosque



de pino citado, en realidad es un gradiente altitudinal de diferentes especies de *Pinus*.

### **8.3 Diversidad beta**

La parte occidental del PNPO es una zona con un alto cambio de especies entre los tipos de vegetación y por lo tanto es una zona de alta heterogeneidad ambiental. Las elevadas tasas de cambio de especies entre regiones dependen directamente de la heterogeneidad ambiental (Arita, 1993; Arita y Ceballos, 1997) ya que la complejidad y la interacción de la posición geográfica, la topografía, el área, los diferentes climas y tipos de vegetación determinan la estructura del hábitat de los organismos (August 1983; Ceballos y Navarro 1993; Rodríguez *et al.*, 2003). Por lo anterior se atribuye que una de las causas de dicha heterogeneidad es que el Pico de Orizaba es el volcán más alto de México con 5700 m de altura, representa el mayor gradiente altitudinal y de cambios de temperatura en el país, se sitúa en el extremo Este de la Faja Volcánica Transversal por lo que es una zona de terrenos irregulares y pendientes pronunciadas con cañadas abruptas.

Los valores de diversidad beta obtenidos en el PNPO (Figuras 12 y 13) indican una alta heterogeneidad ambiental. En Oaxaca García-Monroy (2009), obtuvo un índice de Jaccard de 0.21 al comparar la composición mastofaunística por tipos de vegetación en todo el estado, concluyendo que en Oaxaca existe una alta diversidad beta. Monroy Vilchis *et al.* (2011) compararon la composición mastofaunística de la Reserva Natural Sierra Nanchititla con la del Parque Nacional la Malinche utilizando el coeficiente de similitud de Jaccard, obtuvieron un coeficiente de similitud de 0.38, y concluyeron que la similitud entre ambas zonas es baja. Por lo anterior se puede decir que el PNPO representa una zona de alta heterogeneidad ambiental.

### **8.4 Índices de Abundancia Relativa**

La evaluación de la abundancia relativa por medio de rastros es el método más ampliamente usado en Parques Nacionales de Estados Unidos (Smallwood & Fitzhugh, 1975; McCaffery, 1976; Tyson, 1979) y también ha demostrado su utilidad en México y Sudamérica (Carrillo *et al.*, 2000; Bolaños y Naranjo, 2001; Lira Torres, 2006; Hernández *et al.*, 2011). Los índices de abundancia relativa

obtenidos por rastros pueden ser suficientes para tomar decisiones sobre la funcionalidad de las ANP, así como las estrategias de manejo y conservación de animales, ya que se asume que están relacionados positivamente con la abundancia real de las especies (Conroy, 1996).

Los índices de abundancia obtenidos en este estudio, son útiles para reflejar cambios en la abundancia a lo largo de un periodo de tiempo, por lo tanto la tendencia poblacional de especies bajo alguna categoría de protección y endémicas registradas en el presente estudio debe ser evaluada cada tres años con ayuda de IAR.

En el PNPO, Puebla se registraron cuatro especies que deben evaluarse porque están dentro de una categoría de protección y además ocho especies son endémicas. La fluctuación poblacional de estas especies debe evaluarse a través del IAR periódicamente en los siguientes transectos y tipos de vegetación.

*Cryptotis mexicana* se encuentra protegida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y es endémica, fue registrada solamente en el zacatonal en el transecto Z5 con un IAR de 0.076.

*Glaucomys volans* se encuentra amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y fue registrada en el transecto BO9 de Bosque de Oyamel con un IAR de 0.076.

*Lynx rufus escuinapae* se encuentra en el apéndice II de CITES, y fue una de las especies con mayor IAR en la parte occidental del PNPO, Puebla: en el bosque oyamel estuvo presente en los transectos BO1, BO3 y BO4 con un IAR de 0.23. En el bosque de Pino-zacatonal se registró en el transecto PZ8 con un IAR de 0.055. Por último, en el zacatonal se registró en los transectos Z5 y Z6 con un IAR para estos dos transectos de 0.15.

*Lepus callotis* está ubicada como casi amenazada (NT, *por sus siglas en ingles*) de acuerdo con la UICN, ésta especie se registró en los transectos BO9 y BO10 del bosque de oyamel y su IAR fue de 0.15. En el zacatonal se registró en el transecto Z6 con un IAR de 0.076.

Otras especies que posiblemente deben ser más estudiadas e inclusive llegar a nivel de subespecie y evaluarse por ser endémicas de México son:

*Lepus californicus* es endémica, fue registrada en el transecto BO9 de bosque de oyamel con un IAR de 0.076. También se registró en el transecto Z5 de Zacatonal con un IAR de 0.076.

*Sylvilagus cunicularius* es una especie endémica y fue una de las especies con mayor IAR en el PNPO. Se registró en el bosque de oyamel en los transectos BO3 y BO9 con un IAR de 0.15. En el bosque de pino-zacatonal se registró en los transectos PZ2, PZ11 y PZ12 con un IAR de 0.23. También se registró en el zacatonal en los transectos Z5 y Z6 con un IAR de 0.15.

*Neotomodon alstoni* es endémico, se registró en el bosque de oyamel en el transecto BO9 con un IAR de 0.076.

*Peromyscus difficilis* es una especie endémica, se registró en el bosque de pino-zacatonal en el transecto PZ12 con un IAR de 0.055.

*Peromyscus melanophrys* es endémico y se registró en el transecto BO1 de bosque de oyamel con un IAR de 0.076. También se registró en el zacatonal en el transecto Z5 con un IAR de 0.076.

*Reithrodontomys chrysopsis* es una especie endémica, se registró en los transectos BO9 y BO10 de bosque de oyamel con un IAR de 0.15. En el bosque de pino-zacatonal se registró en el transecto PZ12 con un IAR de 0.055. En el bosque de pino, también se registró, en el transecto BP14 con un IAR de 0.06.

### **8.5 Hábitos alimentarios de *Lynx rufus***

En el PNPO, Puebla, el número de especies que componen la dieta del gato montés es de 15, lo que está dentro del intervalo de especies consumidas por el gato montés en otros estudios de hábitos alimentarios en la República Mexicana. Para el PN Cumbres del Ajusco se reportan 28 especies consumidas; en el Plomito, Sonora, 18 especies (Aranda *et al.*, 2002); en San Miguel Topilejo D.F, 9 especies (Medellín *et al.*, 2009) 12 taxa en Janos, Chihuahua y 17 taxa en la sierra Seri, Sonora (Medellín *et al.*, 2010).

En todos los estudios anteriores los mamíferos pequeños y medianos conforman la mayor parte de la dieta y dentro de ellos son los lagomorfos y roedores los que están presentes en mayor porcentaje. Sin embargo, se aprecian importantes diferencias entre las especies consumidas en cada zona de estudio, por ejemplo en Topilejo D.F., la dieta del lince estuvo constituida

exclusivamente de mamíferos, en cambio, en Sierra Serí, Sonora y Janos Chihuahua además de mamíferos, se alimenta de aves y reptiles.

En el PNPO, Puebla los gatos monteses no se alimentan de lo mismo en el bosque de oyamel y el zacatonal. En el bosque de oyamel, aun cuando hay lagomorfos no se registra que se alimentan de ellos. Al respecto Leopold (1983), reporta que las liebres suelen usar “camas” sobre el suelo y los conejos usan madrigueras pero todos los miembros de la familia Leporidae, utilizan madrigueras para escapar, por lo que la gran cantidad de madrigueras encontradas en el bosque de Oyamel son rutas de escape para los lepóridos y le resulta más difícil al gato montés cazarlos en este tipo de vegetación.

Por lo anterior, se puede explicar que el gato montés se alimenta de roedores, los cuales también son abundantes en el bosque de oyamel (Figura 9, Cuadro IX). En tanto, en el zacatonal se alimenta principalmente de lagomorfos por que usan camas sobre el suelo y túneles de escape entre los zacatonales amacollados y es más fácil para el gato montés cazar lepóridos en este tipo de vegetación (Figura 10, Cuadro IX). Leopold afirma que las poblaciones de Lepóridos son más abundantes en sitios no perturbados. Además Delibes e Hiraldo (1987) mencionan que la dieta del gato montés cambia en relación al hábitat incluso en áreas con pocos kilómetros de separación. Los resultados obtenidos, en este estudio, apoyan esta afirmación y la postura de que el gato montés es una especie oportunista más que una especie especializada en la caza de lagomorfos.

### **8.6 Uso de hábitat de *Lynx rufus***

El gato montés utiliza al bosque de Oyamel como refugio y posiblemente porque en este tipo de vegetación habitan sus presas como los roedores y lagomorfos. De acuerdo con Moutou *et al.* (1993), la elección de un lugar para refugio está en función de la proximidad de los recursos alimentarios y de la seguridad. Este bosque, ubicado sobre cañadas presenta un acceso más restringido, es poco frecuente el tránsito humano y provee seguridad al gato montés. No tiene un refugio fijo, a menos que sea para la reproducción. La madriguera del parto se encuentra en un abrigo rocoso o bajo las raíces de un árbol grande y bien protegido (Moutou *et al.*, 1993), por lo que es probable que esta madriguera de reproducción también se encuentre en el bosque de

oyamel ya que fue la única zona situada sobre cañadas con grandes afloramientos rocosos y de hecho fue la única zona donde se registró una madriguera con pelo de guardia del gato montés.

Los árboles de oyamel son de gran tamaño y longevos presentan una gran cantidad de ramas (Figura 17) lo que ofrece un refugio adecuado para ésta especie ya que son muy crípticos y prefieren descansar y esconderse en las copas de árboles frondosos. Además, en estos bosques se encontró un estrato arbustivo constituido de oyameles jóvenes, un estrato arbóreo con árboles viejos y grandes (de 45 a 50 m) de troncos gruesos que ofrecen gran cantidad de refugios en cavidades tanto en rocas como en árboles huecos, disponibles para el gato montés, también para sus presas como *Microtus mexicanus* y roedores del género *Peromyscus* que fueron abundantes (Figuras 18 y 19; Cuadros V y IX).



Figura17. Estrato arbóreo del bosque de Oyamel en el PNPO, Puebla.





Figura 18. Madriguera grande con excretas de roedor en el bosque de Oyamel del PNPO, Puebla.



Figura 19. Excretas de roedor en una madriguera grande en el bosque de oyamel del PNPO, Puebla.

Es probable que el PNPO, Puebla habite más de un individuo de gato montés ya que la composición alimentaria, determinada a través del análisis de las excretas de gato montés encontradas en el bosque de oyamel y en el

zacatonal, colectadas en la misma temporada y fecha, es totalmente diferente: el gato montés que habita el bosque de oyamel se alimenta exclusivamente de roedores y el que habita en el zacatonal se alimenta de lagomorfos y pequeños mamíferos (no roedores) (Cuadro IX).

Se ha documentado que la superficie del territorio está directamente ligada a la calidad del medio y sobre todo a la cantidad de recursos alimentarios. En este estudio se cubrió un área de muestreo total de 1.54 km<sup>2</sup>, y los sitios donde se registraron vestigios de gato montés fueron en el bosque de oyamel, donde se cubrió un área de 0.36 km<sup>2</sup>, en el zacatonal con un área 0.26 km<sup>2</sup> y en el bosque de pino-zacatonal con 0.36 km<sup>2</sup> (Cuadro IV). Además en el bosque de oyamel y el zacatonal se registró una alta abundancia de madrigueras de lagomorfos y roedores consumidos por el gato montés.

De acuerdo con Moutou *et al.* (1993), en los sectores abundantes en presas la densidad de gatos es mayor y los territorios se traslapan con más frecuencia. En Estados Unidos se ha reportado que el área de actividad del gato montés va de los 5 km<sup>2</sup> a los 34 km<sup>2</sup> (Litvaitis *et al.*, 2006) para México se reporta un ámbito hogareño de 11.41 km<sup>2</sup> en Oaxaca (Monroy G. y Briones-Salas, 2012) y de 5.06 km<sup>2</sup> en Colima (Burton *et al.*, 2003). El gato montés es abundante en zonas donde existen combinadamente matorrales, rocas y abundantes roedores como el bosque de Oyamel muestreado en el PNPO, Puebla.

Cada gato montés tiene un área de caza dentro de la cual tiene un número determinado de lugares o retiros para descansar durante el día. Estos pueden estar en cavidades rocosas o árboles huecos en el caso del bosque de oyamel de este estudio, pero muchos de ellos son simplemente sitios para dormir en el matorral o zacate espeso sin protección de la intemperie como en el zacatonal de alta montaña del presente estudio, lo que apoya la afirmación de que hay más de un individuo viviendo en la parte occidental del PNPO, Puebla.

## 9. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se presentan las siguientes conclusiones:

1. El método de muestreo de pelos de guardia en madrigueras y excretas, mostró un mayor éxito de muestreo y es una alternativa viable y con menor costo en el estudio de la mastofauna, ya que se registraron mamíferos pequeños medianos y grandes, además resultó más efectivo que los métodos de muestreo realizados en otros estudios en otros Parques Nacionales de México.
2. El PNPO presenta una riqueza faunística de 6 órdenes, 10 familias, 25 géneros y 28 especies que representa el 70% de la riqueza estimada.
3. El orden más abundante fue Rodentia, seguido de Lagomorpha y Carnivora.
4. En El PNPO se encuentran 2 especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Cryptotis mexicana* (protegida) y *Glaucomys volans* (amenazada); una especie incluida en la UICN: *Lepus callotis* (NT, casi amenazada); y otra incluida en el apéndice II de CITES: *Lynx rufus*.
5. Los IAR de las especies incluidas en la NOM-059, UICN y CITES deben evaluarse cada tres años en los transectos aquí señalados, para evaluar su función como área protectora de la biodiversidad.
6. La diversidad Beta es muy alta entre los diferentes tipos de vegetación, lo que indica que el PNPO es una zona con una alta heterogeneidad ambiental.
7. Los tipos de vegetación con mayor número de especies fueron: el bosque de Oyamel y el Zacatonal.



8. Las principales presas de *Lynx rufus* l gato montés varían en cada tipo de vegetación, En el bosque de Oyamel se alimenta de nueve especies de roedores, mientras que en Zacatonal solo muestra preferencia por *Sylvilagus cunicularius*.

### **Recomendaciones**

1. Es necesario realizar muestreos en zonas no estudiadas para obtener el 33% de la riqueza estimada que aún falta y confirmar la presencia de especies cuy distribución conocida no llega hasta el PNPO.
2. Es necesario realizar censos de *Lynx rufus*, para confirmar si en verdad existe más de un individuo habitando la parte occidental del PNPO.
3. Para superar las limitantes en el muestreo de pelos de guardia es necesario realizar claves de identificación a través de pelos de guardia de todas las especies de mamíferos de México, incluyendo subespecies y tomar muestras de pelos no solo de pieles preservadas en colecciones científicas sino también de individuos vivos, por ejemplo, los que habitan en zoológicos.

## 10. LITERATURA CITADA

- Abaturov, B.D., 1972. Role of burrowing animals in transport of mineral substances in soil. *Pedobiologia* 12, 261–266
- Alfaro A. M., J.L. García-García y A. Santos-Moreno. 2006. Mamíferos de los municipios Santiago Jocotepec y Ayotsintepec, Chinantla Baja, Oaxaca. *Naturaleza y Desarrollo* 4(1): 19-23.
- Anderson, E.M., 1990. Characteristics of bobcat diurnal loafing sites in southeastern Colorado. *Journal of Wildlife Management* 54, 600–602.
- Aranda M., López-Rivera M. y López-de Buen L. 1995. Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra del Ajusco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 65:89-99.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz.
- Aranda, M. 2012. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz.
- Aranda M., Rosas O., Ríos J. y García N., 2002. Análisis comparativo de la alimentación del gato montés (*Lynx rufus*) en dos diferentes ambientes de México. *Acta Zoológica Mexicana* 87: 99-109.
- Arellano C.I, Madrid L. C., Lacher E.T, León P. L., 2008. Hair-Trap Efficacy for Detecting Mammalian Carnivores in the Tropics, En: *Journal of wildlife management* 72(6):1405–1412.
- Arita H., 1985. Identificación de los pelos de guardia dorsales de los mamíferos silvestres del Valle de México. Tesis, Facultad de Ciencias, México, D.F. UNAM. 128 pp.
- Arita H.T. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. En: R.A. Medellín & G. Ceballos (eds). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones especiales. Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología. A.C., México, D.F.
- Arita H.T & Ceballos G. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 2: 33-71
- Arnason U., Adegoké A. J., Gullberg A., Harley H. E., Janke A. y Kullberg M., 2008. Mitogenomic relationships of placental mammals and molecular estimates of their divergences. *Gene* 421: 37–51
- Arriaga, L., Espinoza J.M., Aguilar C., Martínez E., Gómez L. y Loa E. (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

August P.V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology* 64 (6): 1495-1507.

Baca Ibarra I. y Sánchez-Cordero V., 2004. Catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 75(2): 383-437.

Baev, P. V. y L. D. Penev. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia- Moscow, 57 pp.

Bakker E.S., Olff H., Boekhoff M., Gleichman J.M., Berendse F., 2004. Impact of herbivores on nitrogen cycling: contrasting effects of small and large species. *Oecologia* 138, 91–101.

Bailey, T.N., 1974. Social organization in a bobcat population. *Journal of Wildlife Management* 38, 435–446.

Berger J. 1997. Population constraints associated with the use of black rhinos as an umbrella species for desert herbivores. *Conservation Biology* 11: 69-78.

Bolaños C.J. y Naranjo E. J., 2001. Abundancia, densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del Río Lacantún, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5: 45-57.

Botello F., Monroy G., Iloldi-Rangel P., Trujillo-Bolio I. y Sánchez-Cordero V. 2007. Sistematización de imágenes obtenidas por fototrampeo: una propuesta de ficha. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:207-210.

Burton, A. M., S. Navarro & C. Chávez. 2003. Bobcat ranging behavior in relation to small mammal abundance on Colima Volcano, Mexico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 74: 67-82.

Brown, A.L., Litvaitis, J.A., 1995. Habitat features associated with predation of New England cottontails: what scale is appropriate? *Canadian Journal of Zoology* 73, 1005–1011.

Byers C.R., Steinhorst R.K. y Krausman P.R., 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal Wildlife Management*, 48: 1050-1053.

Carthew S.M y Slater E., 1991. Monitoring animal activity with automated photography. *Journal of Wildlife Management*. 55: 689-692.

Carrillo, E.; Wong, G. y Cuarón, A.D. 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology* 14 (6): 1580- 1591.

- Castellanos G. y Rurik L., 2005. Área de actividad y uso de hábitat del cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en el pedregal de San Ángel. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9: 113-122.
- Castillo Montemayor F. E., 2010. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Puebla. Puebla.
- Ceballos, G. y Galindo C. 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. Editorial Limusa, México D.F. Pp. 300
- Ceballos G. & D. Navarro 1991. Diversity and Conservation of Mexican Mammals. Pp. 167-198. En: M.A. Mares & D.J. Schmidly (eds). *Latin American Mammalogy: history, biodiversity and conservation*. University of Oklahoma Press. Norman, Oklahoma.
- Chávez Cuauhtémoc y Ceballos Gerardo. 2005. Memorias del Primer Simposio El Jaguar mexicano en el siglo XXI: Situación actual y manejo. CONABIO-Alianza, WWF-Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Chávez Hernández C., Moguel Acuña J. A., González Galván M. y Guiris Andrade D.M., 2011. Abundancia Relativa de tres ungulados en la Reserva de la Biosfera “La Sepultura” Chiapas, México. *THERYA* 2 (2): 111-124.
- Colwell R. K. y Coddington J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions: Biological Science*, Vol. 345, No. 1311.
- Conn, P. B., Bailey L. L., y Sauer J. R., 2004. Indexes as surrogates to abundance for low-abundance species. Pages 59-76 in W. L. Thompson, editor. *Sampling rare or elusive species: Concepts, designs, and techniques for estimating population parameters*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Conroy M.J. 1996. Abundance indices. Pp 179-192 en D. E. Wilson F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran y M.S. Foster, editors. *Measuring and monitoring biological diversity standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Crooks, K.R., 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology* 16, 488–502.
- Cruz Espinoza A., González Pérez G.E.y Santos-Moreno A. 2010. Dieta del Coyote (*Canis Latrans*) en Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. *Naturaleza y desarrollo* 8(1).
- Datta A., Anand M.O, Naniwadekar R., 2008. Empty forests: Large carnivore and prey abundance in Namdapha National Park, north-east India. *Biological Conservation* 141: 1429-1435.

Delgadillo, C. M. 1987. Moss distribution and phytogeographical significance of the Neovolcanic Belt of México. *Journal of Biogeography* 14: 69-78.

Delibes, M. y F. Hiraldo. 1987. Food and Habits of the Bobcat in two habitats of the Southern Chihuahua desert. *Southwestern Naturalist* 32(4): 457-461.

Escalante E. T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos* 52: 53-56.

Escalante T., Rodríguez G., Gámez N., León-Paniagua L., Barrera O. y Sánchez Cordero V. 2007. Biogeografía y conservación de los mamíferos. En: Luna, I., J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. UNAM, México D.F. pp 485-502.

Fasola M., Bello L. y Guichón L. M., 2005. Uso de trampas de pelo y caracterización de pelos de la ardilla de vientre rojo. *Mastozoología Neotropical* 12 (1): 9-17.

Fernández G. J. y Rossi M. S. 1998. Medullar type and cuticular scale patterns of hairs of rodents and small marsupials from the Monte Scrubland (San Luis Province, Argentina). *Mastozoología Neotropical*; 5(2):109-116.

García Monroy Y., 2009. Diversidad Beta de la mastofauna terrestre del estado de Oaxaca, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad-Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán Oaxaca.

Ge Deyan, Zhang Zhaoqu, Xia Lin, Zhang Qian, Ma Young y Yang Qisen. 2012. Did the expansion of C<sub>4</sub> plants drive the extinction and massive range contraction of micromammals?. Inferences for food preference and historical biogeography of pikas. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. (2012) doi: 10.1016/j.palaeo. 2012.02.016

Gittleman, J.L., S.M. Funk, D.W. Macdonald y R.K. Wayne. 2001. Carnivore Conservation. Cambridge University Press. Reino Unido.

Griffiths M. y Van Schaik C.P., 1993. The impact of human traffic on abundance and activity periods of Sumatran rain forest wildlife. *Conservation Biology* 7:623-626.

Guzmán L. A. y Camargo S.A., 2004. Importancia de los rastros para la caracterización del uso del hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque los Mangos (Puerto López, Meta, Colombia). *Acta Ecológica Colombiana* 9 (1): 11-22.

Halffter G. y C. E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Pp. 5-18. En Halffter G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic, Editores. *En: Sobre diversidad biológica, el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) México. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza, España. Grupo DIVERSITAS-México Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) México.

Hall, R., Keith, E., Kelson, R., 1959. The mammals of North America. Ronald Press Co. 1959.

Hausman Leon Augustus 1920a. The Microscopic Identification of Commercial Fur Hairs. *The Scientific Monthly* 10 (1): 70-78.

Hausman, L.A. 1920b. Structural characteristics of the hair of mammals. *American Naturalist* 54(635):496-523.

Hegglin D., Bondtadina Gloor S., Swild J.R., Müller U., Breitenmoser U. y Deplazes P., 2004. Baiting red foxes in an urban area: a camera trap study. *Journal of Wildlife Management* 68:1010-1017.

Heilbrun R. D., Silvy N. J., Peterson M. J., Tewes M. E., 2006. Estimating bobcat abundance using automatically triggered cameras. *Wildlife Society Bulletin* 34: 69-73.

Hernández C. C., Moguel A. J., González G. M. y Guiris A. D., 2011. Abundancia relativa de tres ungulados en la Reserva de la Biosfera "La Sepultura", Chiapas, México. *THERYA*, Vol. 2 (2):111-124

Hernández-Flores S.D & Rojas-Martínez A.E. 2010. Lista actualizada y estado de conservación de los mamíferos del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* 26(3): 563-583

Hernández H. A. 1992. Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en las áreas protegidas de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 54: 1-23. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz.

Hochachka, W. M., Martin K., Doyle F., y Krebs C. J., 2000. Monitoring vertebrate populations using observational data. *Canadian Journal of Zoology* 78:521-529.

Hole F.D., 1981. Effects of animals on soil. *Geoderma* 25, 75–112.

Hollander J.L., VanderWall S.B., 2004. Effectiveness of six species of rodents as dispersers of single leaf pinon pine (*Pinus monophylla*). *Oecologia* 138, 57–65.

Hurme E., Monkkönen M, Sippola A., Ylinen H. y Pentinsaari M. 2008. Role of the Siberian flying squirrel as an umbrella species for biodiversity in northern boreal forests. *Ecological Indicators* 8: 246-255.

INEGI. 1988. Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del Estado de Veracruz. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 69 p.

INEGI. 1989. Anuario Estadístico del Estado de Veracruz. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes. México.

INEGI, 2006. Censo de Población y Vivienda 2005, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

Jiménez, G. 2003. Estrategia metodológica para el diseño y evaluación de corredores biológicos: Un estudio en Costa Rica. *En: Polanco-Ochoa, R. (ed.). Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica. Selección de trabajos V Congreso Internacional. CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia, págs. 103-107.*

Juárez-Sánchez A. D., Estrada G. C., Bustamante M., Quintana-Morales, Moreira J. y López J. E. 2007. Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos medianos y mayores de Guatemala. Dirección general de investigación -DIGI- .Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-.

Karanth K.U., Nichols J.D., 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852-2862.

Kitchener, A.1991. The natural history of the wild cats. Comstock Publishing Associates. New York. 280 pp.

Koehler, G.M., Hornocker, M.G., 1989. Influences of seasons on bobcats in Idaho. *Journal of Wildlife Management* 53, 197–202.

Koehler, G.M., Hornocker, M.G., 1991. Seasonal resource use among mountain lions, bobcats, and coyotes. *Journal of Mammalogy* 72, 197–202.

Leopold Starker A., 1983. Fauna Silvestre de México. Instituto Mexicano de Recurso Naturales Renovables. 2º edición. México D.F. pp. 392

Lira Torres I. 2006. Abundancia, densidad, preferencia de hábitat y uso local de los vertebrados en La tuza de Monroy, Santiago Jamiltepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:41-66.

Litvaitis, J.A., Sherburne, J.A., Bissonette, J.A., 1986a. Bobcat habitat use and home range size in relation to prey density. *Journal of Wildlife Management* 50, 110–117.

- Litvaitis J.A., Tash J.P., Stevens C.L., 2006. The rise and fall of bobcat populations in New Hampshire: Relevance of historical harvests to understanding current patterns of abundance and distribution. *Biological Conservation* 128, 517-528.
- Lorenzo, J. L. 1964. Los Glaciares de México. Monografías del Instituto de Geofísica. Segunda Edición. Informe que rinde la Sección de Glaciología del Comité Nacional de México para el Año Geofísico Internacional. México, Distrito Federal.
- Lovallo, M.J., Anderson, E.M., 1996. Bobcat movements and home ranges relative to roads in Wisconsin. *Wildlife Society Bulletin* 24, 71–76.
- Maffei L., A.J. Noss, E. Cuellar y D.I. Rumiz. 2005. Ocelot (*felis pardalis*) population densities, activity and ranging behavior in the dry forest of eastern Bolivia: data from camera trapping. *Journal of Tropical Ecology* 21:349-353.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Martínez Vazquez J., 2000. Informe final. Mastofauna de la vertiente occidental (oeste) del Parque Nacional Pico de Orizaba, Puebla (Fase 1). Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México
- Martínez-Vázquez J., González-Monroy R.M., Díaz-Díaz D., 2010. Hábitos alimentarios del coyote en el Parque Nacional Pico de Orizaba. *THERYA*, Vol.1(2):145-154.
- Maser, C., Nussbaum, R.A., Trappe, J.M., 1978. Fungal small mammal interrelationships with emphasis on Oregon coniferous forests. *Ecology* 59, 799–809.
- Massatoshi Y. 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study* 29: 37-46.
- McCaffery K.R., 1976. Deer trail counts as an index to population and habitat use. *Journal of Wildlife Management* 40: 308-316.
- McCord, C.M. & J.E. Cardoza. 1982. Bobcat and Lynx. Pp 728-766. En: J. A. Chapman y G.A Feldhamer (eds.) Wild mammals of North America. The John Hopkins University Press, Baltimore.
- Medellín R.A., Azuara D., Maffei L., Zarza H., Bárcenas H., Cruz E., Legaria R, Lira I., Ramos F. G. y Ávila S. 2006. Censos y monitoreo. En: Chávez, C. y G. Ceballos. 2006. *Memorias del Primer Simposio. El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. CONABIO-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.



Medellín Legorreta R.A. y H. V. Bárcenas. 2009. Estimación de la densidad poblacional y dieta del lince (*Lynx rufus*) en Aguascalientes y el Distrito Federal, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto ES003**. México, D.F.

Medellín, R. A. y H. V. Bárcenas. 2010. Estimación de la densidad y dieta del lince (*Lynx rufus*) en seis localidades de México. **Informe final SNIB-CONABIO proyectos No. ES003 y ES009**. México D. F.

Miller, S.D., 1992. Pp. 148-155. En: J. Seidensticker y S. Lumpkins (eds.) Felinos. Encuentro Editorial, S.A. Barcelona.

Miller, B., B. Dugelby, D. Fopreman, C. Martinez del Rio, R. Noss, M. Phillips, R. Reading, M.E. Soulé, J. Terborgh & L. Willcox. 2001. The importance of large carnivores to healthy ecosystems. *Endangered Species Updates*, 18:202-210.

Monroy G. y Briones-Salas M., 2012. Primeros datos sobre área de actividad de gato montés (*Lynx rufus*) en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 28(2): 471-474.

Monroy-Vilchis, O., Rangel-Cordero H., Aranda M., Velásquez A. y Romero F.J. 1999. Los mamíferos de hábitat templados del sur de la Cuenca de México. En: Velázquez A. y Romero F.J. (eds.). *Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: Bases para el ordenamiento ecológico*, Universidad Autónoma Metropolitana-Secretaría del Medio Ambiente, México, D.F., pp. 141-159.

Monroy Vilchis O., García Morales. C., Rubio Rodríguez R., Hernández Saint Martin A.D., Medina C. J., Aguilera R. U., y Ortíz G.I. 2005. Variación intraespecífica e individual de los pelos de mamíferos del estado de México: Implicaciones en la identificación interespecífica. *Ciencia Ergo Sum* 12 (003). UAEM.

Monroy-Vilchis, O. y R. Rubio-Rodríguez. 2003. Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Edo. de México.

Monroy Vilchis O. y Velazquez A., 2002, Distribución regional y abundancia del lince (*Lynx rufus escuinapae*) y el coyote (*Canis latrans cagottis*) por medio de estaciones olfativas. Un enfoque espacial, En: *Ciencia Ergo Sum*, Vol. 9 (3), UAEM, Toluca, México pp. 293- 300.

Monroy-Vilchis O, Zarco-González M. M., Ramírez-Pulido J. y Aguilera-Reyes U. 2011. Diversidad de mamíferos de la Reserva Natural Sierra Nanchititla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 237-248, 2011

Moore, J.E., Mceuen, A.B., Swihart, R.K., Contreras, T.A., Steele, M.A., 2007. Determinants of seed removal distance by scatter-hoarding rodents in deciduous forests. *Ecology* 88, 2529–2540.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Moutou F. y Bouchardy C., 1993. ECOGUÍAS. Los mamíferos en su medio. Edit. Plural de ediciones S.A. Barcelona, España.

Naranjo, E.J. 2000. Estimaciones de abundancia y densidad en poblaciones de fauna silvestre tropical. pp. 37–46, en: *Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica*. (Cabrera, E., C. Mercolli, y R. Resquin, eds.). Asunción, Paraguay.

Navarro Arquez E., 2005. Abundancia relativa y distribución de los indicios de las especies de mamíferos medianos en dos coberturas vegetales en el santuario de flora y fauna Otún Quimbaya, Pereira- Colombia. Tesis de licenciatura en Biología. FACULTAD DE CIENCIAS, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Bogotá D.C.

Navarro-Frías J., González Ruiz N. y Álvarez Castañeda S.T. 2007. Los mamíferos silvestres de Milpa Alta, Distrito Federal: Lista actualizada y consideraciones para su conservación. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 23(3): 103-124.

Nielsen, C.K., Woolf, A., 2001. Bobcat habitat use relative to human dwellings in southern Illinois. En: Woolf, A., Nielsen, C.K., Bluett, R.D., (Eds.), *Proceedings of a symposium on current bobcat research and implications for management*. The Wildlife Society 2000 Conference, Nashville, TN, USA, pp. 40–44.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la federación el 30 de diciembre de 2010.

Ojasti, J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. F. Dallmeier (eds.), SIMAB Series No. 5. Smithsonian Institution/MAB Program, Washington, D. C.

Orjuela C.O.J. y Jiménez G., 2004. Estudio de la abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, finca hacienda cristales, área Cerritos - la Virginia, municipio de Pereira, departamento de Risaralda – Colombia. *UNIVERSITAS SCIENTIARUM Revista de la Facultad de Ciencias PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA* Vol. 9, 87-96.

Ostfeld, R.S. & R.D. Holt. 2004. Are predators good for your health? Evaluating evidence for topdown regulation of zoonotic disease reservoirs. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2:13–20.

Palmer, M. W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 71: 1195-1198.

Pech-Canché J. M., Sosa-Escalante J. E. y Koyoc C. M., 2009, Guía para la identificación de pelos de guardia de mamíferos no voladores del Estado de Yucatán, Mexico. *Revista Mexicana de Mastozoología* Vol. 13: 7-33.

Pereira M. D., C. Keller y M. E. Venticinque. 2011. An evaluation of field techniques for monitoring terrestrial mammal populations in Amazonia. *Mammalian biology* 76: 401-408.

Pérez-Irineo G. y A. Santos-Moreno. 2010. Diversidad de una comunidad de mamíferos carnívoros en una selva mediana del noreste de Oaxaca, México. *Acta Zoológica* 26 (3): 721-736.

Pielou, E. C. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, Inc., New York, pp.165.

Pyare, S., Longland, W.S., 2001. Patterns of ectomycorrhizal-fungi consumption by small mammals in remnant old-growth forest of the Sierra Nevada. *Journal of Mammalogy*. 82, 681–689.

Ramírez-Pulido J., Arroyo Cabrales J. y Castro-Campillo A. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* (21) 1: 21-82.

Roberge J.M. y P. Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology* 18: 76-85.

Robert L., Harrison R.L., Barr D.J. y Drago J.W. 2002. A Comparison of Population Survey Techniques for Swift Foxes (*Vulpes velox*) in New Mexico. *The American Midland Naturalist* 148:320–337.

Rodríguez, P., J. Soberón y H. T. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 89:241-259.

Rollings, C.T., 1945. Habits, foods and parasites of the bobcat in Minnesota. *Journal of Wildlife Management* 9, 131–145.

Rubio Recio J.M. 1988. Biogeografía. Paisajes vegetales y vida animal. Editorial Síntesis. Madrid, España. Pp. 92

Ruiz-Soberanes J.A. y G. Gómez-Álvarez. 2010. Estudio mastofaunístico del Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México. *THERYA*. Vol 1(2): 97-110.

Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Editorial Limusa, México. Pp. 432.

Salas, M.A., 1987. Hábitos alimenticios de la zorra, coyote y gato montés en la Sierra Tarasca. *Ciencia Forestal* 12: 117-132.

Sánchez-Jasso J. M., X. Aguilar-Miguel, J. P. Medina-Castro y G. Sierra Domínguez. 2013. Riqueza específica de vertebrados en un bosque reforestado del Parque Nacional Nevado de Toluca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 360-373.

Sánchez O. & G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana* 75:119-145.

Schnurr, J.L., Canham, C.D., Otsfield, R.S., Inouye, R.S., 2004. Neighborhood analyses of small-mammal dynamics: impacts on seed predation and seedling establishment. *Ecology* 85, 741–755.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), 1993. Diagnóstico del Parque Nacional Pico de Orizaba, Veracruz. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Consultoría Multidisciplinaria, S.A. de C.V, 86 pp.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Report of the First Ministerial Meeting of Linked-minded Megadiverse Countries on Conservation and Sustainable Use of Biological Diverse.

Simonetti J. y Huareco I., 1999. Uso de huella para estimar la diversidad y abundancia relativa de los mamíferos de la Reserva de la Biosfera del Beni, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 6 (1): 139-144.

Smallwood K.S. y Fitzhugh E.S., 1995. A track count for estimating mountain lion *Felis concolor californica* population trend. *Biological conservation* 65: 51-59.

Smith, L. B. 1940. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas de México* 2: 95-110.

Smith, D.S., 1984. Habitat use, home range and movements of bobcats in western Washington. M.S. Thesis, University of Montana, Missoula, MT.

Smith, E. P. y G. van Belle. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics*, 40: 119-129.

Terborgh, J., J.A. Estes, P. Paquet, K. Ralls, D. Boyd-Heger, B.J. Miller & R.F. Noss. 1999. The role of top carnivore in regulating terrestrial ecosystems. Pp. 39-64. In: M. Soulé y J. Terborgh (eds.). *Continental Conservation*. The Island Press. E. U. A.

Tognelli F. Marcelo. 2005. Assessing the utility of indicator groups for the conservation of South American terrestrial mammals. *Biological Conservation* 121: 409-417.

Torres A., Velázquez A. y Lobato J. 2013. Riqueza, diversidad y patrones de dsitribución espacial de los mamíferos. *DOCE*. Pp. 277-299.

Tyson E.L., 1959. A deer drive vs. Track census. *Transactions of the North American Wildlife conference* 24: 457-464.

Vander Wall, S.B., 1993. Cache site selection by chipmunks (*Tamias spp.*) and its influence on the effectiveness of seed dispersal in Jeffrey pine (*Pinus jeffreyi*). *Oecologia* 96, 246–252.

Vargas M.F., 1984. Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Pasado, presente y futuro. Colección. Grandes Problemas Nacionales, Serie: Los Bosques de México, Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. México. pp. 266.

Vargas, F. 1997. Parques nacionales de México. Volumen: Zonas centro, occidente y oriente. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP, 343 pp.

Velázquez, M. A. 1993. Landscape of Tlalóc and Pelado volcanoes Mexico. With special reference to the volcano rabbit (*Romerolagus diazi*) its habitat, ecology and conservation. *International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC)*. Vol. 16.

Villarreal-Espino Barros O.A., Guevara Viera R.V., Cortéz Mena I., Hernández Hernández J.E., Franco Guerra F.J., Castillo Correo J. y Barrera Hernández T., 2007. Alimentación del Venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*), en el sur de Puebla, México. *Nutrición y alimentación. SEOC*.

Wemmer, Ch., T.H. Kunz, H.G. Lundin-Jenkins y W.J. Mcshea. 1993. Mammalian sign. In *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals*. D.E. Wilson, F. Russel Cole, J.D. Nichols, R. Rudran y M.S. Foster (eds.). Smithsonian Institute, Washington D.C. p 157-156.

Williams, D.F., Verner, J., Sakai, H.F., Waters, J.R., 1992. General biology of the major prey species of the California spotted owl. In: Verner, J., McKelvey, K.S., Noon, B.R., Gutierrez, R.J., Gould Jr., G.I., Beck, T.W. (Tech. Coords.), *The California Spotted Owl: A Technical Assessment of its Current Status*.

United States Department of Agriculture Forest Service. General Technical Report PSW-GTR-133, pp. 207–221.

Wilson G. J., y Delahay R. J. 2001. A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. *Wildlife Research* 28:151-164.

Wilson, M. V. y A. Schmida. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*, **72**: 1055-1064.

Wolf, A., Nielson, C.K., Weber, T., Gibbs-Kieninger, T.J., 2002. Statewide modeling of bobcat, *Lynx rufus*, habitat in Illinois, USA. *Biological Conservation* 104, 191–198.

Wozencraft W.C., 1993. Orden Carnivora. Pp. 279-340. En: D.E. Wilson D.M. Reorders (eds.). Mammal species of the world. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.

### **10.1 Fuentes de información**

Información extraída de la página del INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)).

<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/clima.aspx?tema=me&e=21>

NATURALEZA DEL MUNDO es la página Web oficial del World Institute for Conservation and Environment, WICE,

<http://www.birdlist.org/nam/mexico/puebla/puebla.htm>

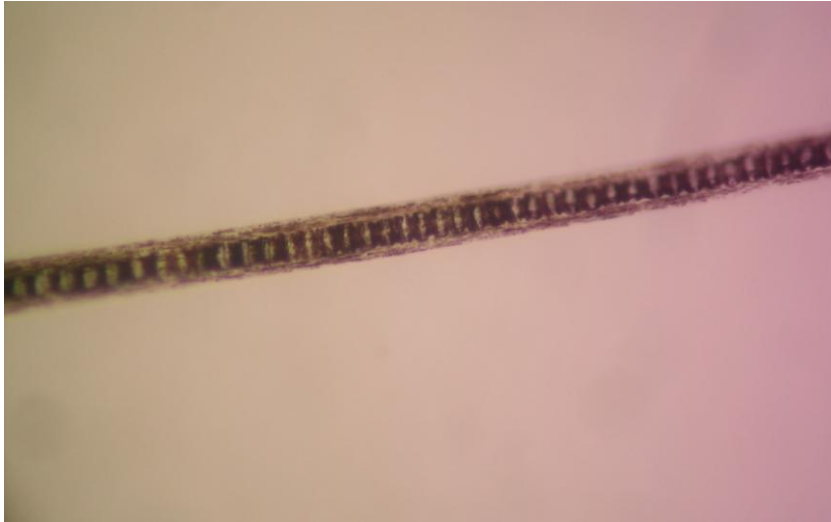
CONAGUA (Comisión Nacional del Agua): <http://www.conagua.gob.mx>. Visitada el 25 de Febrero de 2012 a las 11:00 h.

CONANP (Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas) México (<http://www.conanp.gob.mx>), visitada el 22 de Febrero de 2012 a las 14:30 h.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) lista roja de las especies amenazadas (<http://www.iucnredlist.org/>), visitada el 21 de junio de 2013.

## 11. ANEXO DE VESTIGIOS DE MAMÍFEROS TERRESTRES REGISTRADOS EN EL PNPO, PUEBLA

1. Nombre científico: aff. *Tlacuatzin canescens*  
Nombre común: Tlacuache-ratón gris.  
Medio de identificación: Dos pelos de guardia.



Número de muestra. 27 (P<sub>5</sub>M<sub>4</sub>, Rogelio)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 5, Zacatonal.

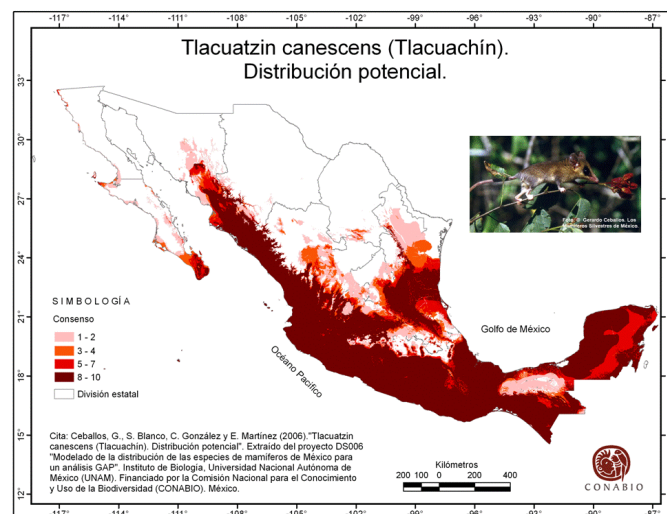
Fecha: 01/04/11, Origen: Excreta de gato montés,

Color: Bicolor, Patrón de color: C-O, Forma: con escudo y constricciones.

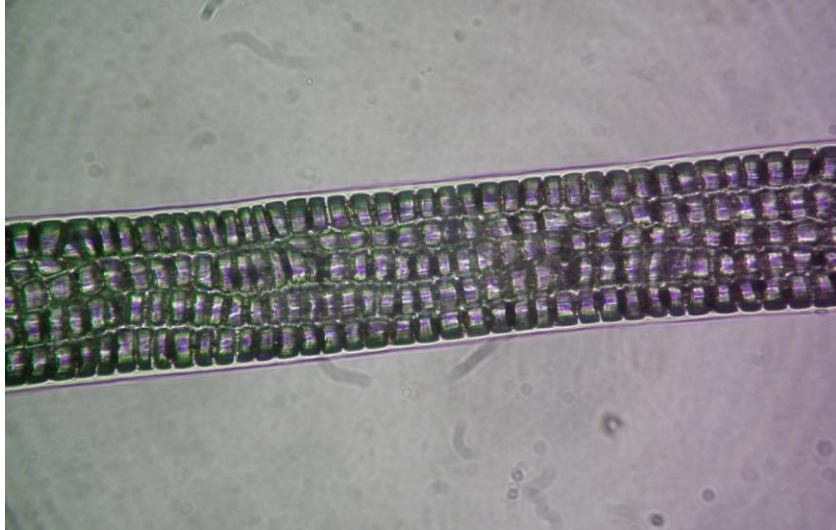
Longitud: 8 mm, Diámetro total: 0.0216 mm, Diámetro medular: 0.012 mm

Médula: escalonada uniserial regular.

Identificación: aff. *Tlacuatzin canescens*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003. Observaciones: Probablemente es una especie afín a *Tlacuatzin canescens* cuyo pelo de guardia no ha sido caracterizado.

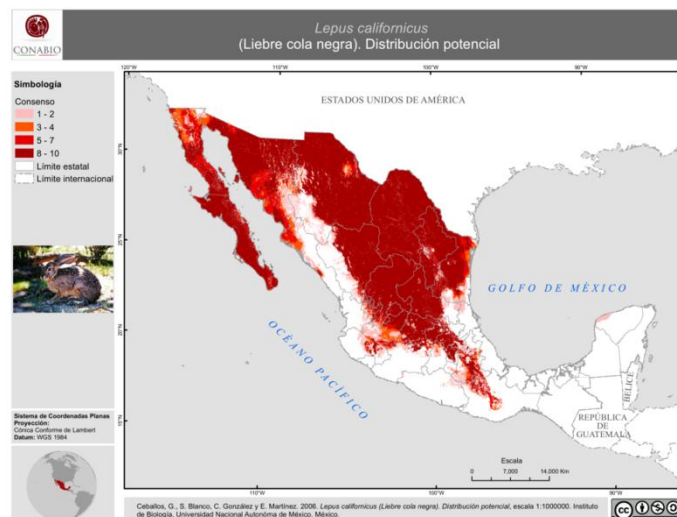


2. Orden: Lagomorpha  
 Familia: Leporidae  
 Nombre científico: *Lepus californicus* (Gray, 1837).  
 Nombre común: Liebre de cola negra.  
 Medio de identificación: Tres pelos de guardia.



40 x

Número de muestra. 6 (P<sub>7</sub>M<sub>2</sub>, Equipo 1)  
 Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 9, bosque de Oyamel.  
 Fecha: 30/03/12, Origen: colectado en madriguera  
 Color: blanco, Patrón de color: C, Forma: con escudo  
 Longitud: 8 mm, Diámetro total: 0.0696 mm, Diámetro medular: 0.0648 mm  
 Médula: escalonada multiserial.  
 Identificación: *Lepus californicus*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.  
 Observaciones: Pelo fragmentado.





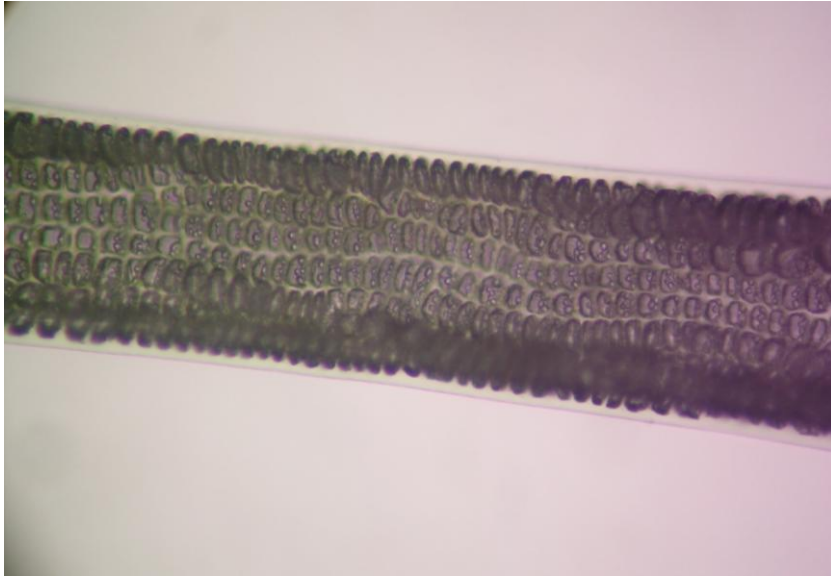
3. Orden: Lagomorpha

Familia: Leporidae

Nombre científico: *Lepus callotis* (Wagler, 1830)

Nombre común: Liebre torda

Medio de identificación: Cuatro pelos de guardia y una excreta.



40x

Número de muestra. 24 (P<sub>2</sub>M<sub>4</sub>, Rogelio)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 5, Zacatonal.

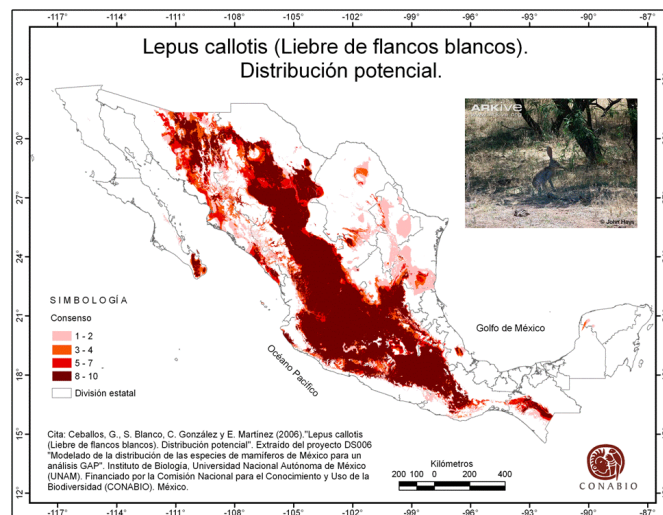
Fecha: 01/04/11, Origen: Excreta de gato montés

Color: con bandas, Patrón de color: O-C-O, Forma: con escudo

Longitud: 13 mm, Diámetro total: 0.1056 mm, Diámetro medular: 0.096 mm

Médula: escalonada multiserial.

Identificación: *Lepus callotis*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.





No. de muestra: 105

Fecha: 30/03/2012, transecto 10, bosque de oyamel

Tipo de vestigio: letrina

Medidas: 1 cm, con forma ovalada.

Identificación: *Lepus callotis*. De acuerdo con Aranda, 2012.

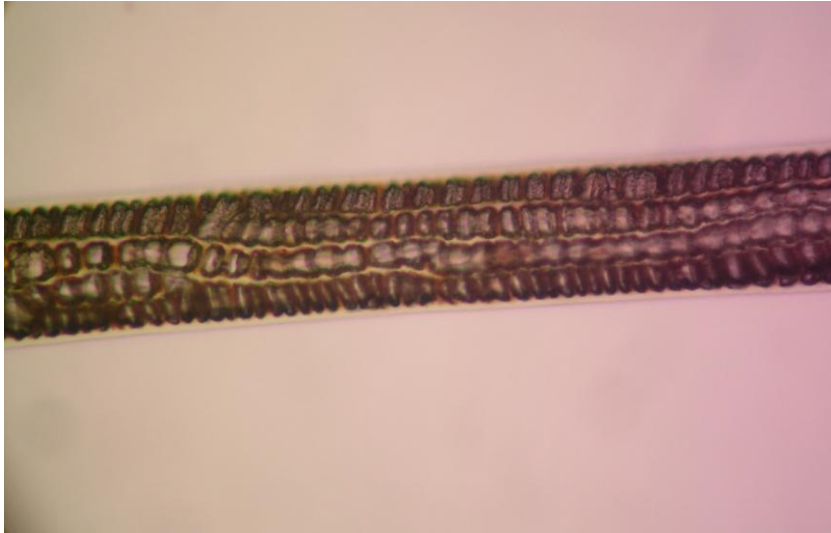
4. Orden: Lagomorpha

Familia: Leporidae

Nombre científico: *Lepus californicus x Lepus callotis*.

Nombre común: Liebre

Medio de identificación: Dos pelos de guardia.



40x

Número de muestra. 28 (P<sub>6</sub>M<sub>4</sub>, Rogelio)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 5, Zacatonal.

Fecha: 01/04/11

Origen: Excreta de gato montés

Color: Con bandas, Patrón de color: O-C-O, Forma: Con escudo

Longitud: 19 mm, Diámetro total: 0.0552 mm, Diámetro medular: 0.0504 mm

Médula: escalonada multiserial.

Identificación de acuerdo con Monroy-Vilchis O. y Rubio-Rodríguez R., 2003.

Observaciones: Posible Híbrido de *Lepus californicus x Lepus callotis* ya que presenta el patrón medular característico, pero es más largo que el pelo de *L. californicus* y más angosto que el de *L. callotis*. Ya se ha reportado la hibridación entre individuos del género *Lepus* tanto en México (Leopold, 1983) como en Europa (Krag, 2009).

5. Orden: Lagomorpha

Familia: Leporidae

Nombre científico: *Sylvilagus audubonii* (Baird, 1858)

Nombre común: Conejo del desierto.

Medio de identificación: Cinco pelos de guardia.



40x

Número de muestra. 14 (P<sub>1</sub>M<sub>1</sub>)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 4, bosque de oyamel.

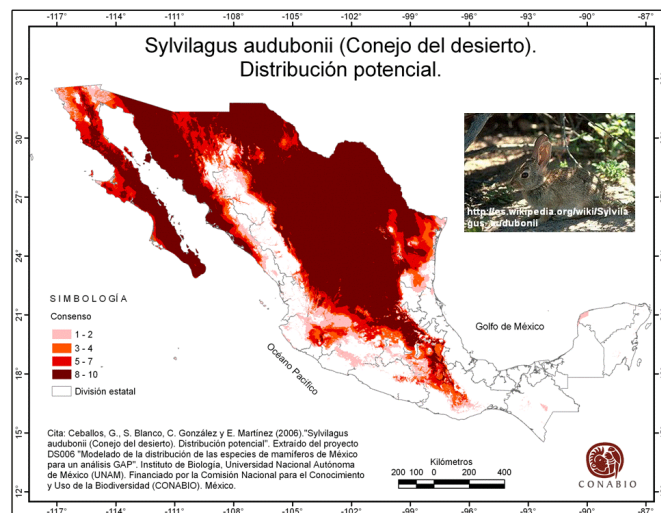
Fecha: 1/04/11, Origen: colectado en madriguera

Color: bicolor, Patrón de color: O-C, Forma: con escudo

Longitud: 11.25 mm, Diámetro total: 0.049 mm

Patrón medular: escalonada multiserial

Identificación: *Sylvilagus audubonii*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.



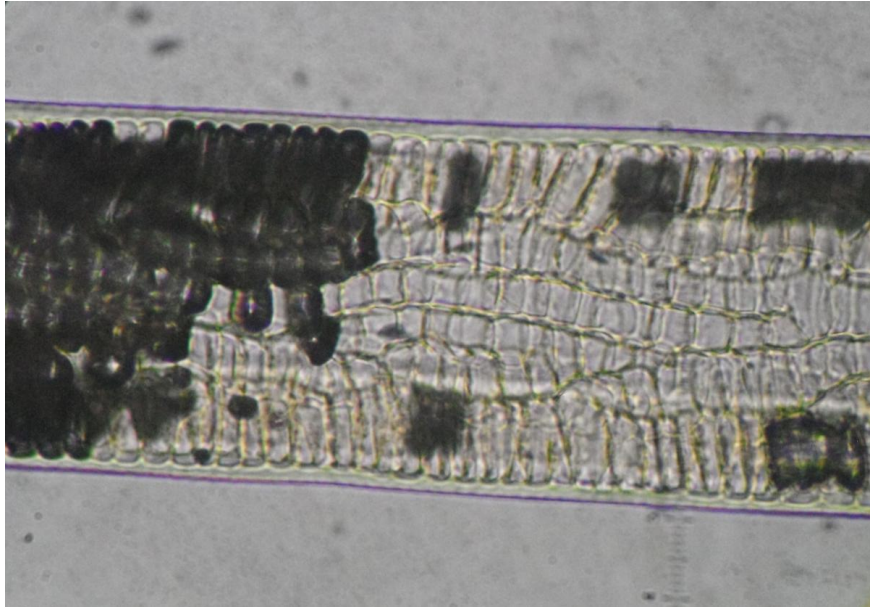
6. Orden: Lagomorpha

Familia: Leporidae

Nombre científico: *Sylvilagus cunicularius* (Waterhouse, 1848)

Nombre común: Conejo mexicano.

Medio de identificación: Doce pelos de guardia y cinco excretas.



40 x

Número de muestra. 37 (P<sub>2</sub>M<sub>8</sub>, Equipo 2, localidad 2)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 12, Pino- zacatonal.

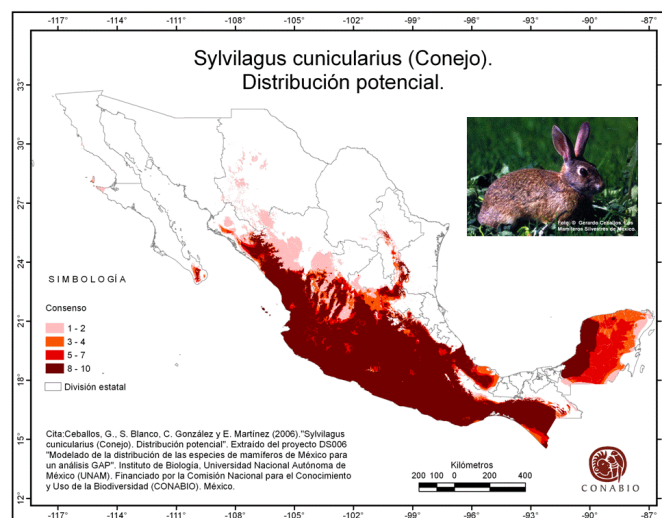
Fecha: 31/03/12, Origen: colectado en madriguera

Color: con bandas, Patrón de color: O-C-O, Forma: con escudo.

Longitud: 24 mm, Diámetro total: 0.117 mm, Diámetro medular: 0.108 mm

Médula: escalonada multiserial.

Identificación: *Sylvilagus cunicularius*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.







No. de muestra: 109

Fecha: 30/03/2012, transecto: 11, pino-zacatonal

Tipo de vestigio: Excreta

Medidas: 1.3 cm

Identificación: *Sylvilagus cunicularius*. De acuerdo con Aranda, 2012.

7. Orden: Lagomorpha

Familia: Leporidae

Nombre científico: *Sylvilagus floridanus* (J.A. Allen, 1890)

Nombre común: Conejo serrano

Medios de identificación: Dos excretas y una huella.



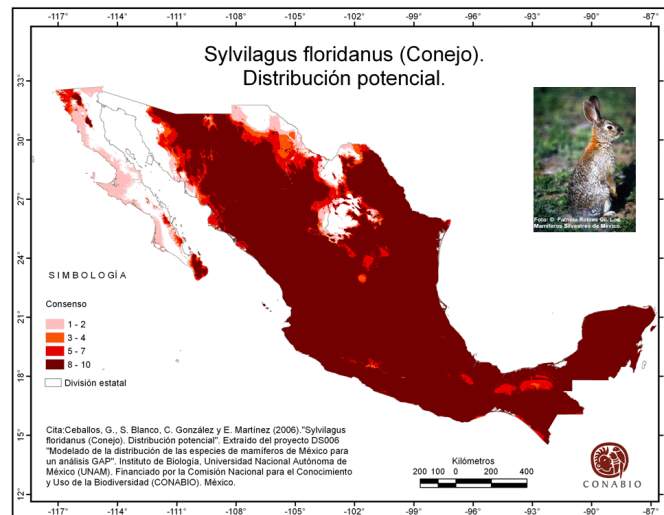
No. de muestra: 110

Fecha: 31/03/2012, transecto 11, Tipo de vegetación: Pino-zacatonal

Tipo de vestigio: Huella

Medidas: 2.8 cm L x 3.5 cm A

Identificación: *Sylvilagus floridanus*. De acuerdo con Aranda, 2012.





No. de muestra: 112

Fecha: 31/03/2012, transecto 11, pino-zacatonal

Tipo de vestigio: Excreta

Medidas: 1 cm

Identificación: *Sylvilagus floridanus*. De acuerdo con Aranda, 2012.



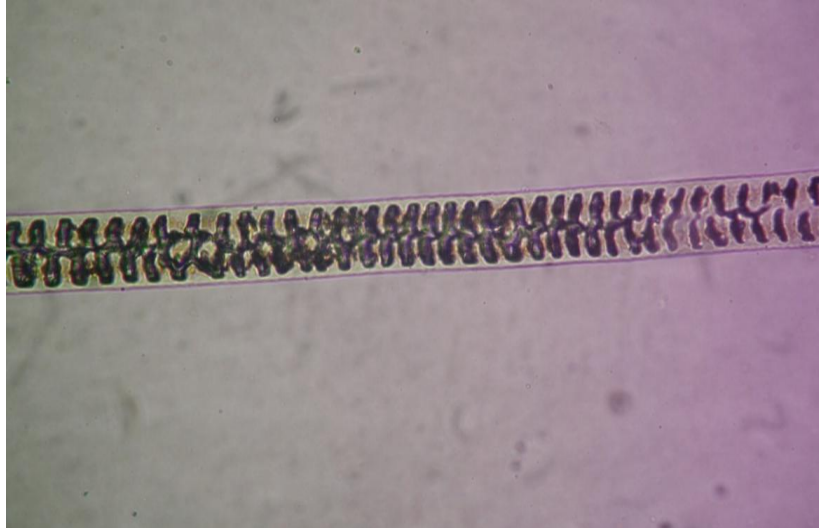
8. Orden: Rodentia

Familia: Sciuridae

Nombre científico: *Glaucomys volans* (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Ardilla voladora

Medios de identificación: Tres pelos de guardia.



40 x

Número de muestra. 8 (P<sub>3</sub>M<sub>4</sub>, Equipo 1)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 9, bosque de oyamel.

Fecha: 30/03/12, Origen: colectado en madriguera

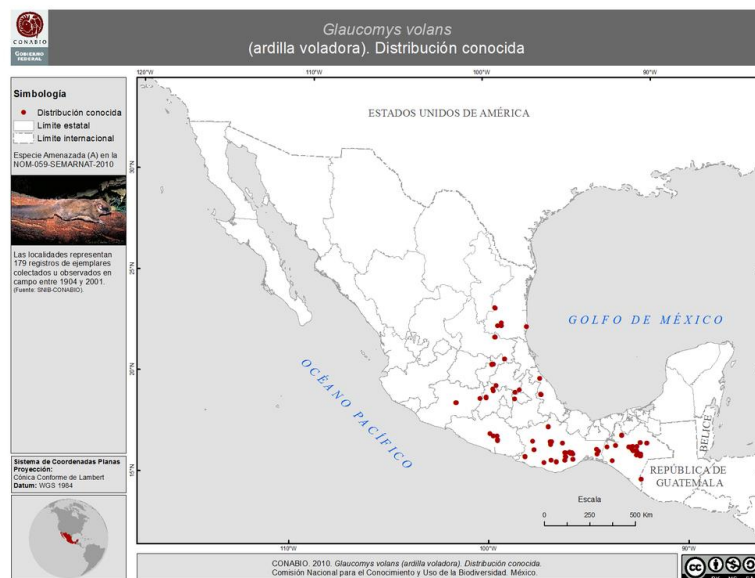
Color: Oscuro, Patrón de color: O; Forma: con escudo

Longitud: 12 mm, Diámetro total: 0.0312 mm, Diámetro medular: 0.0264 mm

Médula: con intrusiones corticales.

Identificación: *Glaucomys volans*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Pelo fragmentado, por lo que el patrón de tonalidad está incompleto.



9. Orden: Rodentia

Familia: Sciuridae

Nombre científico: *Sciurus* sp.

Nombre común: Ardillas arborícolas

Medios de identificación: Ocho conos roídos



No. de muestra: 114

Fecha: 31/03/2012, transecto: 11, pino-zacatonal

Tipo de vestigio: Cono roído

Identificación: *Sciurus* sp. De acuerdo con Aranda, 2012.

De acuerdo con Aranda (2012) y Ceballos (2005), los conos roídos son vestigios característicos de las ardillas pero en la determinación se llegó hasta género ya que en la zona de estudio se distribuyen dos especies de éste género y son necesarios los pelos de guardia o el avistamiento directo para determinar la especie.

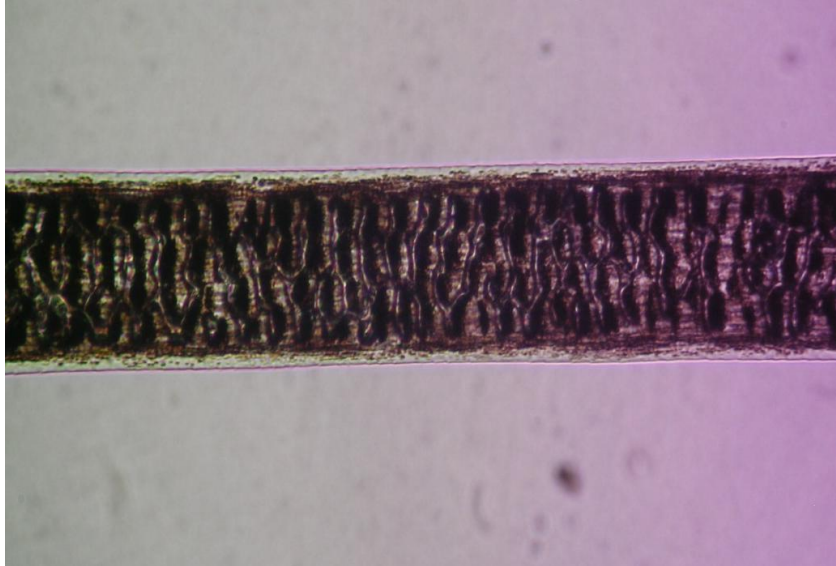
10. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Microtus mexicanus* (Saussure, 1861)

Nombre común: Meteoro mexicano

Medios de identificación: Siete pelos de guardia.



40 x

Número de muestra. 38 (P<sub>3</sub>M<sub>8</sub>, Equipo 2, localidad 2)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 12, Pino-zacatonal.

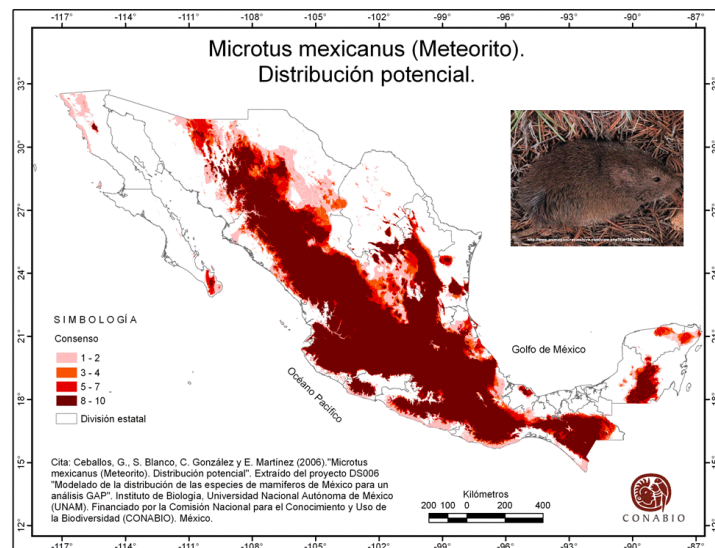
Fecha: 31/03/12, Origen: colectado en madriguera

Color: oscuro, Patrón de color: pardo con la punta más oscura, Forma: con escudo.

Longitud: 16 mm, Diámetro total: 0.0552 mm, Diámetro medular: 0.0504 mm

Médula: con intrusiones corticales.

Identificación: *Microtus mexicanus*. De acuerdo con Monroy-Vilchis O. y Rubio-Rodríguez R., 2003.



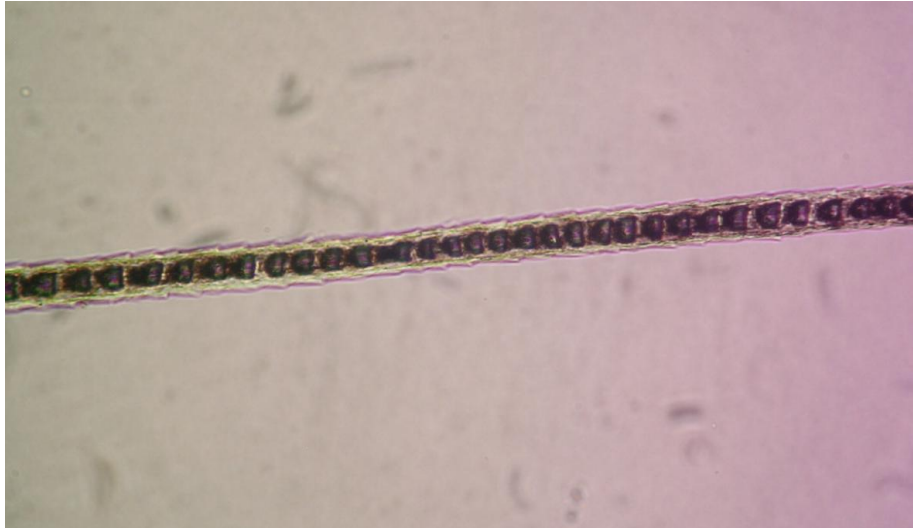
11. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Neotomodon alstoni* (Merriam, 1898)

Nombre común: Ratón mexicano de los volcanes.

Medios de identificación: Un pelo de guardia.



40x

Número de muestra. 11 (P<sub>7</sub> 2<sup>o</sup> M<sub>6</sub>, Equipo 1)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 9, Bosque de Oyamel.

Fecha: 30/03/12, Origen: colectado en madriguera

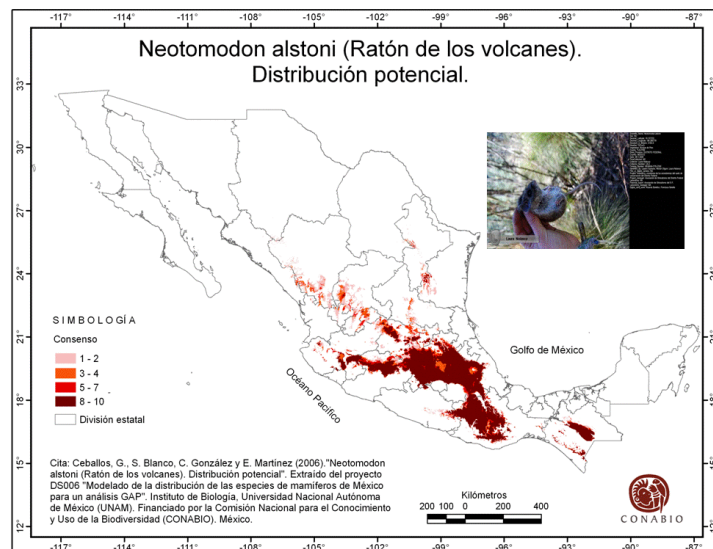
Color: con bandas, Patrón de color: O-C-O, Forma: sin escudo

Longitud: 8 mm, Diámetro total: 0.0144 mm, Diámetro medular: 0.0072 mm

Médula: escalonada uniserial regular.

Identificación: *Neotomodon alstoni*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Pelo de bajo piel de esta especie por el patrón de tonalidad distintivo.





12. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Peromyscus aztecus* (Saussure, 1860)

Nombre común: Ratón azteca

Medios de identificación: Un pelo de guardia.



40 x

Número de muestra. 5 (P<sub>6</sub>M<sub>2</sub>, Equipo 1)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 9, Bosque de Oyamel.

Fecha: 30/03/12, Origen: colectado en madriguera

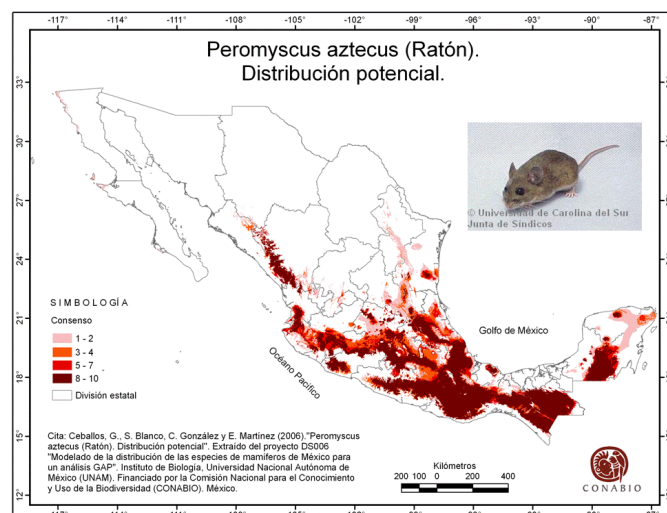
Color: bicolor, Patrón de color: O-C, Forma: con escudo

Longitud: 7 mm, Diámetro total: 0.048 mm, Diámetro medular: 0.0432 mm

Médula: con intrusiones corticales.

Identificación: *Peromyscus aztecus*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Pelo fragmentado.



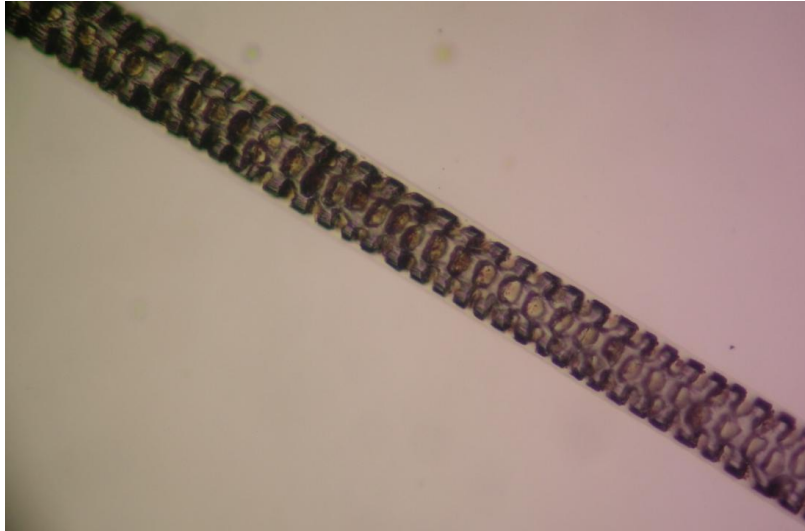
13. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Peromyscus difficilis* (J. A. Allen, 1891)

Nombre común: Ratón de roca.

Medios de identificación: Un pelo de guardia.



40x

Número de muestra. 32 (P<sub>3</sub>M<sub>1</sub>, Equipo 2, Localidad 2)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 12, Pino-zacatonal.

Fecha: 31/03/12, Origen: colectado en madriguera

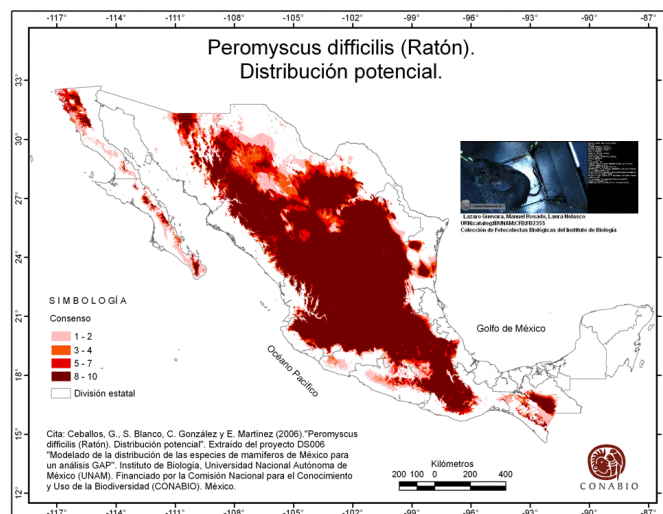
Color: Bicolor, Patrón de color: C-O, Forma: con escudo

Longitud: 12 mm, Diámetro total: 0.036 mm, Diámetro medular: 0.033 mm

Médula: con intrusiones corticales

Identificación: *Peromyscus difficilis*. De acuerdo con Monroy-Vilchis O. y Rubio-Rodríguez R., 2003.

Observaciones: Pelo fragmentado, tiene un escudo muy corto abarcando casi solo la región distal.



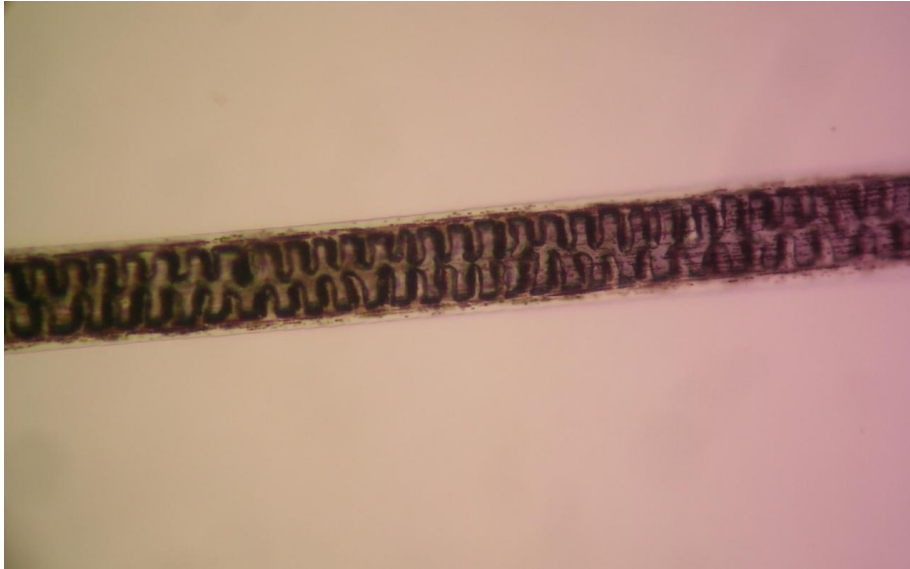
14. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Peromyscus gratus* (Merriam, 1898)

Nombre común: Ratón de piñonero

Medios de identificación: Cuatro pelos de guardia.



Número de muestra. 34b (P<sub>3</sub>M<sub>5</sub>, 2º día, 1º parada)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 5, Zacatonal.

Fecha: 01/04/11, Origen: Excreta de gato montés

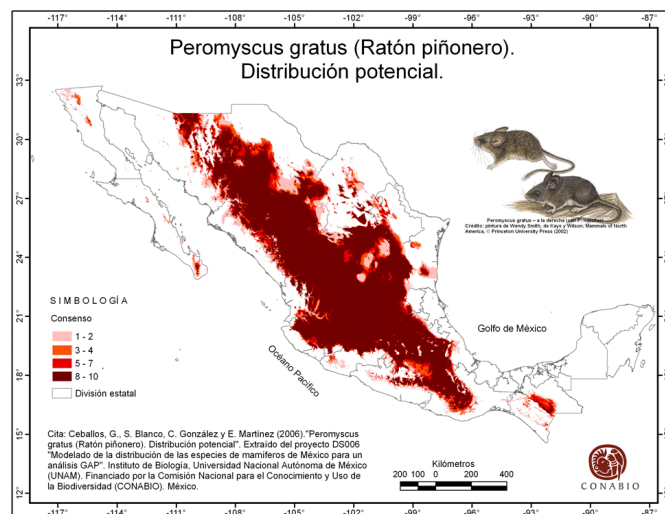
Color: Bicolor, Patrón de color: C-O, Forma: Con escudo

Longitud: 13 mm, Diámetro total: 0.0384 mm, Diámetro medular: 0.0288 mm

Médula: Con intrusiones corticales.

Identificación: *Peromyscus gratus*. De acuerdo con Monroy-Vilchis O. y Rubio-Rodríguez R., 2003.

Observaciones: Punta muy alargada y sin médula en esta región.



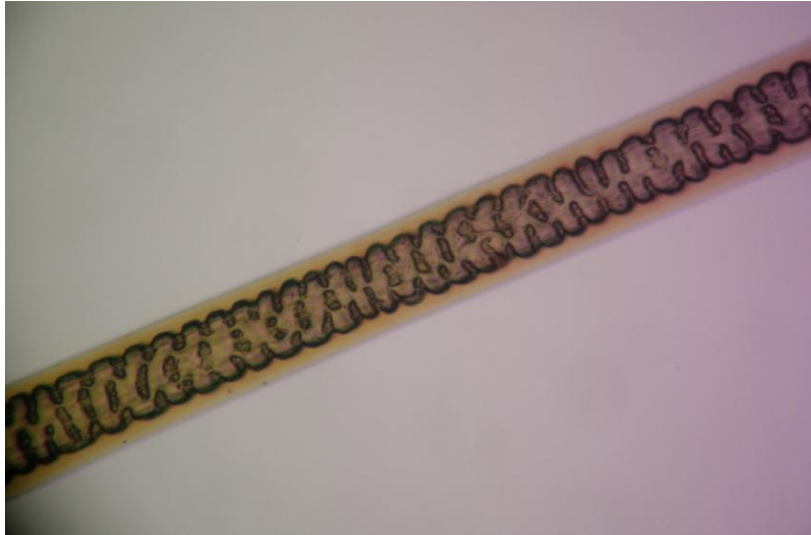
15. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Peromyscus maniculatus* (Wagner, 1845)

Nombre común: Ratón norteamericano

Medios de identificación: Un pelo de guardia.



40x

Número de muestra. 13 (P<sub>4</sub>M<sub>2</sub>, 2º día, 1º parada)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 4, Bosque de Oyamel.

Fecha: 01/04/11

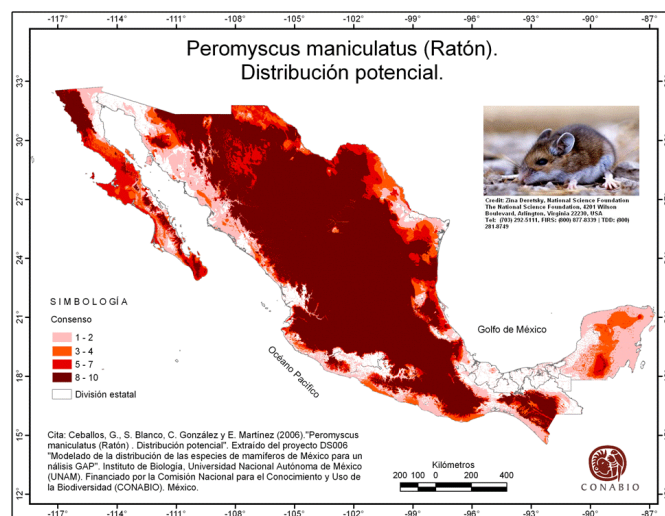
Origen: Excreta de gato montés, Color: con bandas, Patrón de color: O-C-O, Forma: con escudo

Longitud: 8 mm, Diámetro total: 0.0384 mm, Diámetro medular: 0.0288 mm

Médula: con intrusiones corticales.

Identificación: *Peromyscus maniculatus*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Pelo fragmentado pero presenta solo tonos pardos.





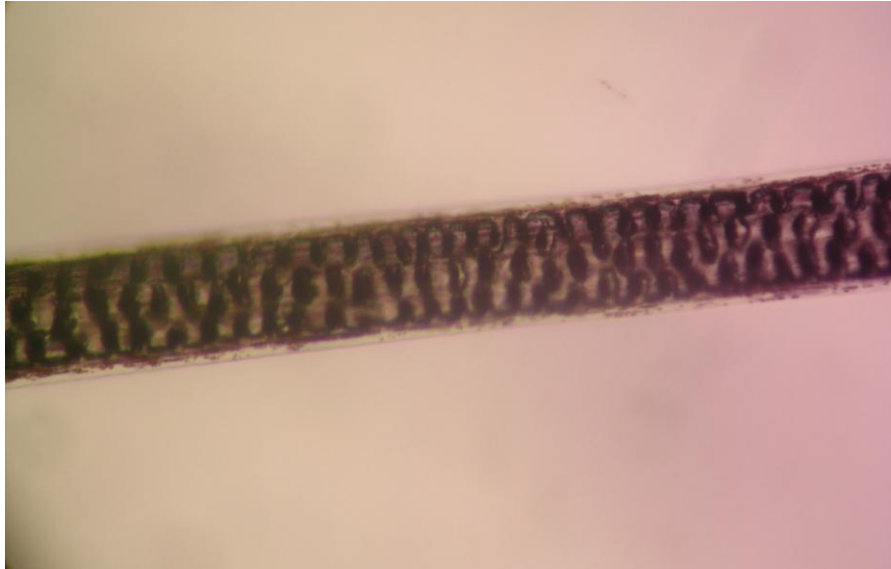
16. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Peromyscus melanophrys* (Coues, 1874)

Nombre común: Ratón de las planicies.

Medios de identificación: Tres pelos de guardia.



Número de muestra. 33 (P<sub>2</sub>M<sub>5</sub>, 2º día, 1º parada)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 5, Zacatonal.

Fecha: 01/04/11, Origen: Excreta de gato montés

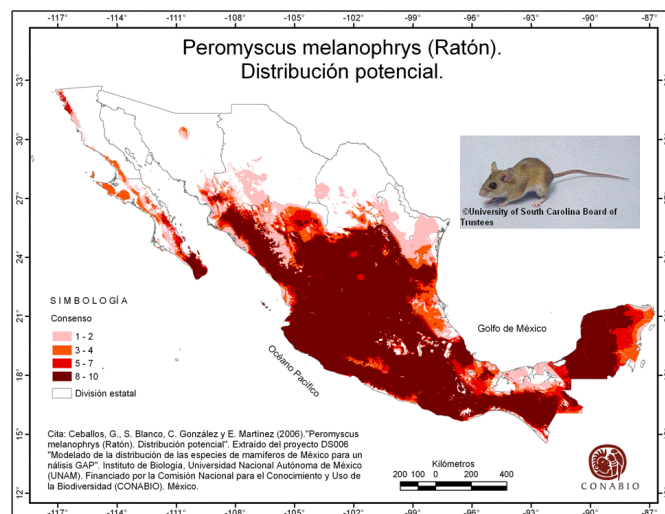
Color: bicolor, Patrón de color: C-O, Forma: Con escudo

Longitud: 13 mm, Diámetro total: 0.048 mm, Diámetro medular: 0.0408 mm

Médula: con intrusiones corticales.

Identificación: *Peromyscus melanophrys*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Presenta solo tonos cafés.



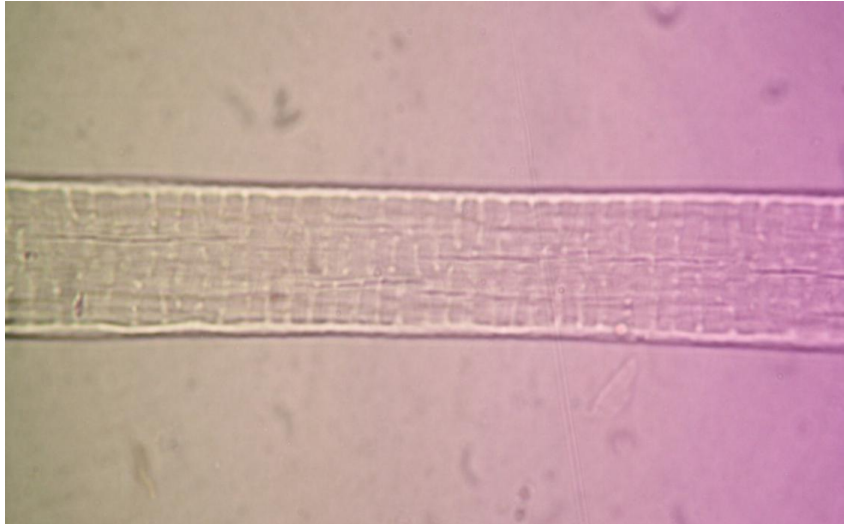
17. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Peromyscus melanotis* (J. A. Allen y Chapman, 1897)

Nombre común: Ratón de orejas negras

Medio de identificación: Dos pelos de guardia.



40 x

Número de muestra. 21 (P<sub>1</sub>M<sub>15</sub>, Equipo 1)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 9, Bosque de Oyamel.

Fecha: 30/03/12, Origen: colectado en madriguera

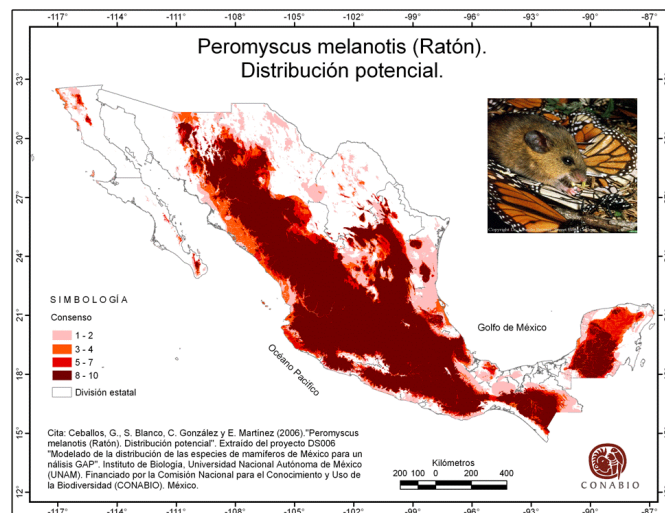
Color: oscuro, Patrón de color: O, Forma: sin escudo

Longitud: 9 mm, Diámetro total: 0.0528 mm, Diámetro medular: 0.0456 mm

Médula: con intrusiones corticales.

Identificación: *Peromyscus melanotis*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Pelo fragmentado por lo que la médula se degradó.



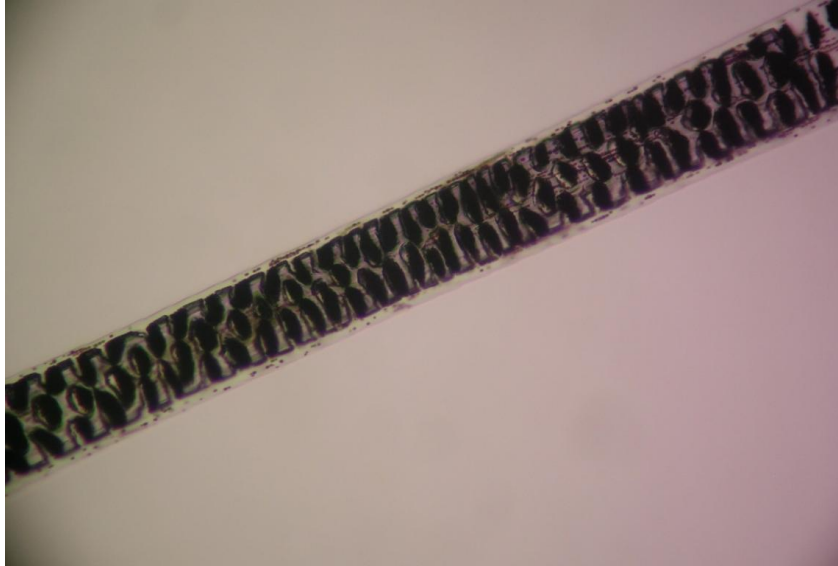
18. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Reithrodontomys chrysopsis* ( Merriam, 1900)

Nombre común: Ratón cosechero de los volcanes.

Medios de identificación: Cuatro pelos de guardia.



40 x

Número de muestra. 43 (P<sub>8</sub>M<sub>8</sub>, Equipo 2, localidad 2)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 12, Pino-zacatonal.

Fecha: 31/03/12, Origen: colectado en madriguera

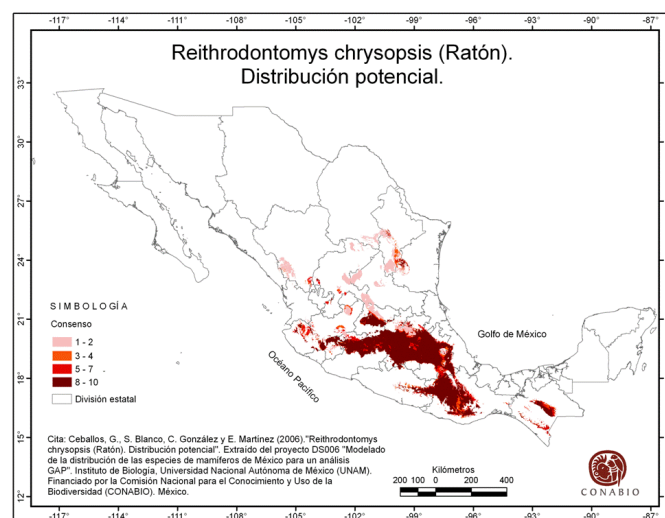
Color: oscuro, Patrón de color: O, Forma: con escudo

Longitud: 13 mm, Diámetro total: 0.048 mm, Diámetro medular: 0.0432 mm

Médula: con intrusiones corticales

Identificación: *Reithrodontomys chrysopsis*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Escudo corto y punta negra.



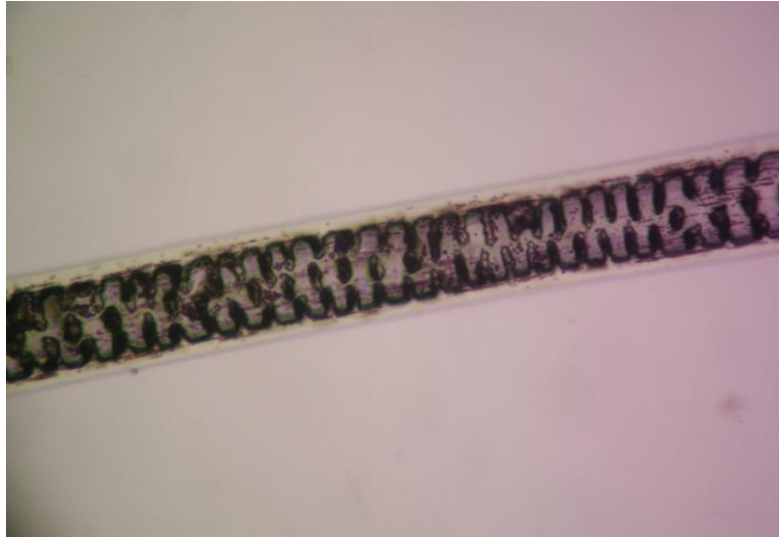
19. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Reithrodontomys fulvescens* (J. A. Allen, 1894)

Nombre común: Ratón cosechero leonado

Medios de identificación: Dos pelos de guardia.



40x

Número de muestra. 11 (P<sub>2</sub>M<sub>2</sub>, 2º día, 1º parada)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 4, Bosque de Oyamel.

Fecha: 01/04/11

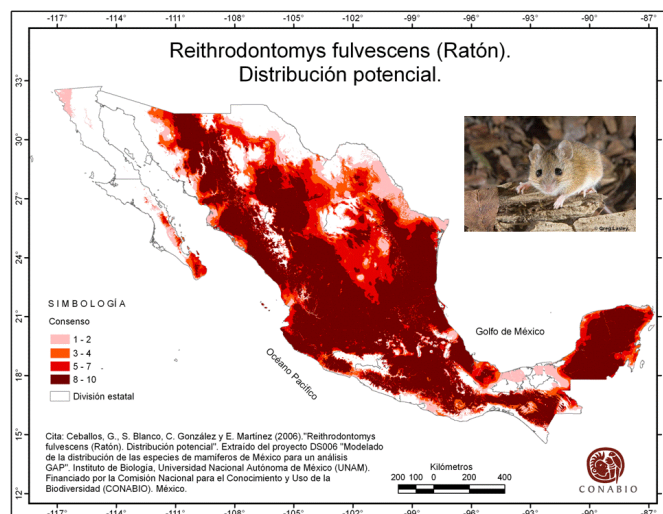
Origen: Excreta de gato montés, Color: Oscuro, Patrón de color: O, Forma: con escudo

Longitud: 9 mm, Diámetro total: 0.0456 mm, Diámetro medular: 0.036 mm

Médula: con intrusiones corticales.

Identificación: *Reithrodontomys fulvescens*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Escudo corto y punta negra.



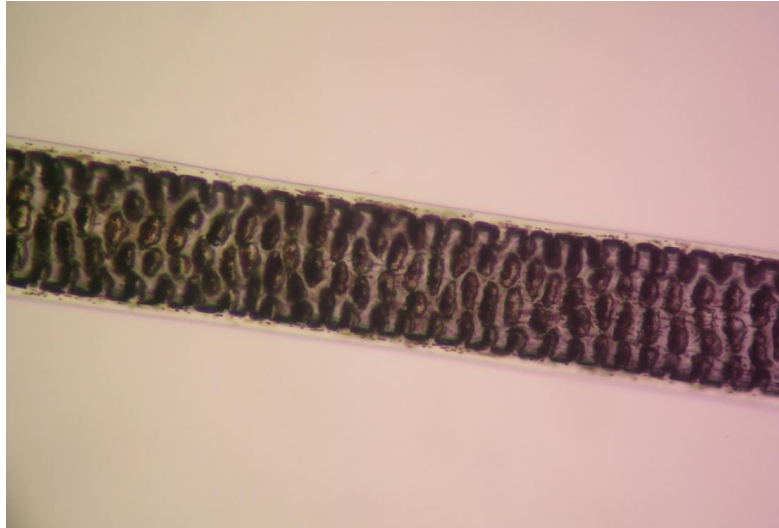
20. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Reithrodontomys megalotis* (Baird, 1858)

Nombre común: Ratón cosechero común

Medios de identificación: Un pelo de guardia.



40x

Número de muestra. 5 (P<sub>3</sub>M<sub>1</sub>, 2º día, 1º parada)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 3, Bosque de Oyamel.

Fecha: 01/04/11, Origen: Excreta de gato montés

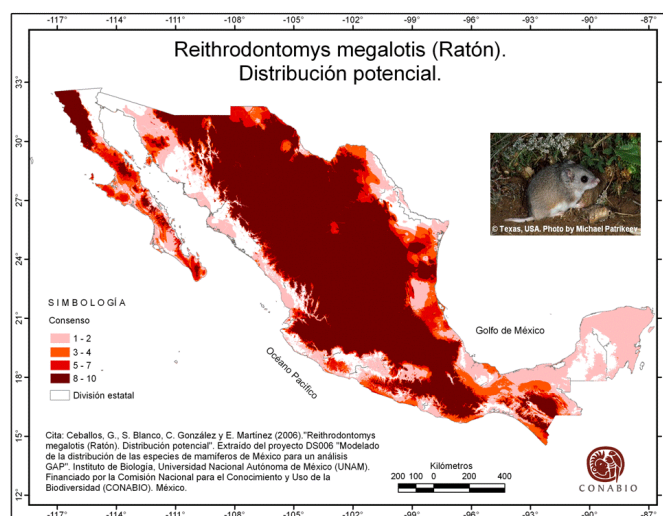
Color: Oscuro, Patrón de color: O, Forma: con escudo

Longitud: 7 mm, Diámetro total: 0.0624 mm, Diámetro medular: 0.0528 mm

Médula: con intrusiones corticales

Identificación: *Reithrodontomys megalotis*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: En el portaobjetos hay un pelo fragmentado y uno completo.



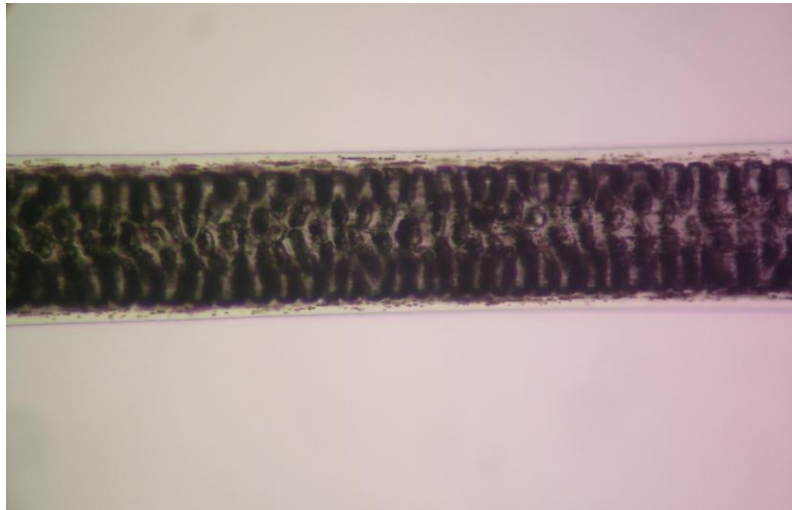
21. Orden: Rodentia

Familia: Muridae

Nombre científico: *Reithrodontomys sumichrasti* (Saussure, 1861)

Nombre común: Ratón cosechero de Sumichrasti

Medios de identificación: Cuatro pelos de guardia.



Número de muestra. 8 (P<sub>6</sub>M<sub>1</sub>, 2º día, 1º parada)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 3, Bosque de Oyamel.

Fecha: 01/04/11, Origen: Excreta de gato montés

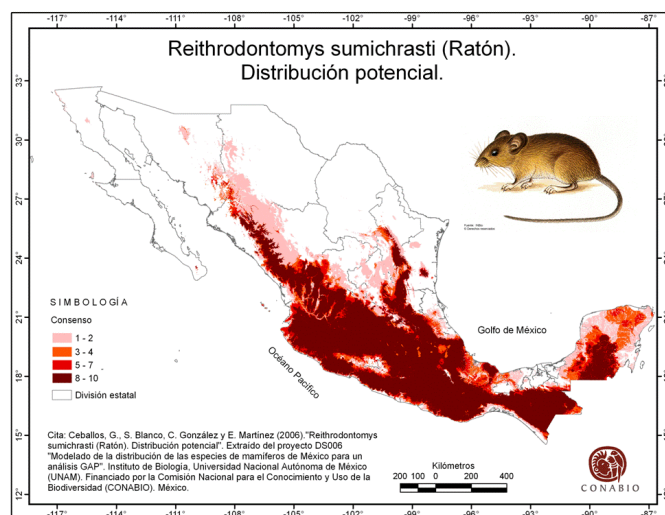
Color: negro, Patrón de color: O, Forma: con escudo

Longitud: 7 mm, Diámetro total: 0.0648 mm, Diámetro medular: 0.0576 mm

Médula: con intrusiones corticales

Identificación: *Reithrodontomys sumichrasti*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Es más grueso que lo reportado en la guía pero es un pelo corto con el escudo muy engrosado que abarca más de la mitad del pelo. La preparación también tiene pelo de bajo piel.





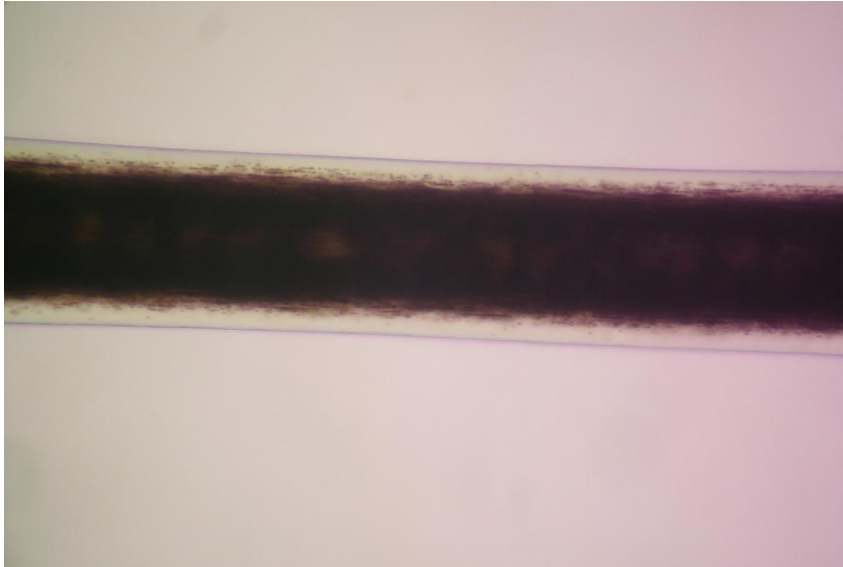
22. Orden: Carnivora

Familia: Felidae

Nombre científico: *Lynx rufus* (Schreber, 1777)

Nombre común: Gato montes

Medios de identificación: Cinco pelos de guardia, seis excretas y dos huellas.



Número de muestra. 9 (P<sub>7</sub>M<sub>1</sub>, 2º día, 1º parada)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 3, Bosque de Oyamel.

Fecha: 01/04/11, Origen: Excreta de gato montés

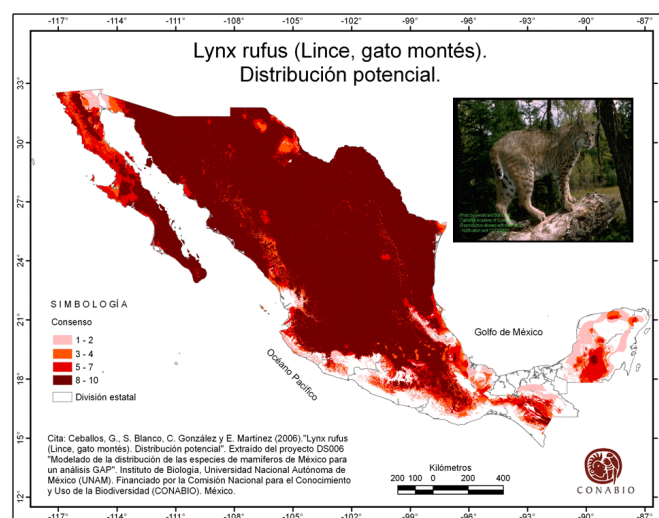
Color: bicolor, Patrón de color: O-C, Forma: sin escudo

Longitud: 26 mm, Diámetro total: 0.0576 mm, Diámetro medular: 0.0432 mm

Médula: vacuolada

Identificación: *Lynx rufus*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: La longitud y el patrón de tonalidad no coinciden, ya se ha registrado que estas dos características son muy variables.





No. de muestra: 9

Fecha: 1/04/2011, transecto 3, bosque de oyamel

Tipo de vestigio: Excreta

Medidas: 4.5 cm L x 2 cm A

Identificación: *Lynx rufus*. De acuerdo con Aranda, 2012.

Especies obtenidas a través de pelos de guardia en la excreta: cuatro: *Lynx rufus*; *Microtus mexicanus*; *Reithrodontomys megalotis* y *R. sumichrasti*.



No. de muestra: 19

Fecha: 1/04/2011, transecto 3, bosque de oyamel

Tipo de vestigio: Huella

Medidas: 5.5 cm L x 5.5 cm A

Identificación: *Lynx rufus*. De acuerdo con Aranda, 2012.



23. Orden: Carnivora

Familia: Canidae

Nombre científico: *Urocyon cinereoargenteus* (Schreber, 1775)

Nombre común: Zorra gris.

Medio de identificación: Una excreta.



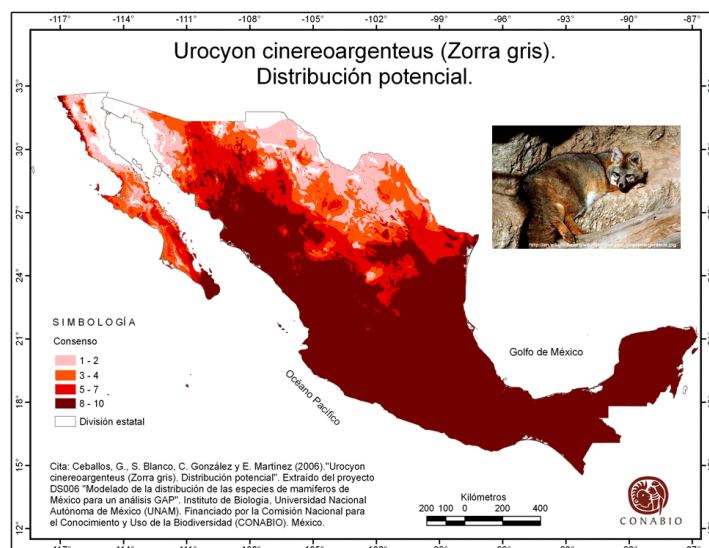
No. de muestra: 129

Fecha: 31/03/2012, transecto 15, bosque de pino

Tipo de vestigio: Excreta

Medidas: 6 cm L x 1 cm A.

Identificación: *Urocyon cinereoargenteus*. De acuerdo con Aranda, 2012.



24. Orden: Carnivora

Familia: Mephitidae

Nombre científico: *Mephitis macroura* (Lichtenstein, 1832)

Nombre común: Zorrillo listado del sur

Medios de identificación: Un pelo de guardia.



40 x

Número de muestra. 35 (P<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, Equipo 2, localidad 2)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 12, Pino-zacatonal.

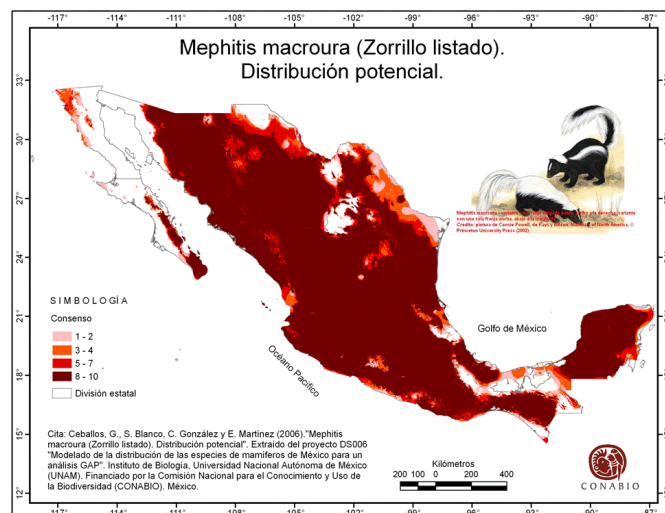
Fecha: 31/03/12, Origen: colectado en madriguera

Color: oscuro, Patrón de color: -, Forma: sin escudo

Longitud: 60 mm, Diámetro total: 0.048 mm, Diámetro medular: 0.024 mm

Médula: con celdillas

Identificación: *Mephitis macroura*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.



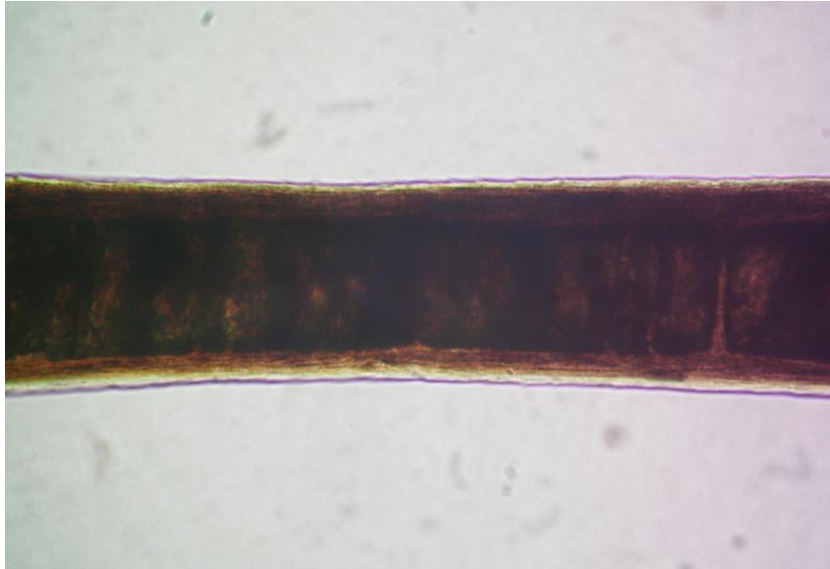
25. Orden: Carnivora

Familia: Mephitidae

Nombre científico: *Spilogale gracilis* (Merriam, 1890)

Nombre común: Zorrillo manchado

Medios de identificación: Seis pelos de guardia.



Número de muestra. 14 (P<sub>4</sub>M<sub>2</sub>)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 8, Pino-zacatonal.

Fecha: 02/09/11, Origen: Madriguera

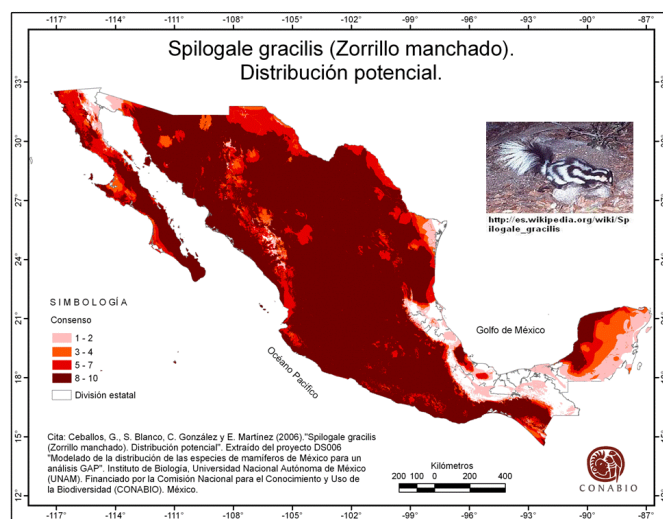
Color: Pardo, Patrón de color: O, Forma: Con escudo.

Longitud: 20 mm, Diámetro total: 0.0768 mm, Diámetro medular: 0.06 mm.

Médula: Con celdillas.

Identificación: *Spilogale gracilis*. El género de acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: Pelo fragmentado.



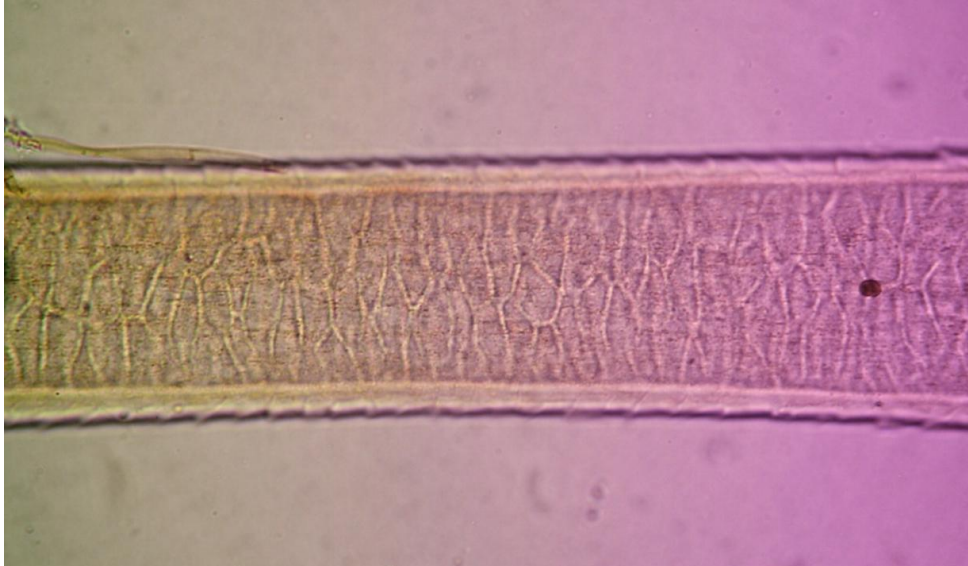
26. Orden: Carnivora

Familia: Procyonidae

Nombre científico: *Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830)

Nombre común: Cacomixtle norteño

Medio de identificación: Un pelo de guardia.



40 x

Número de muestra. 46 (P<sub>2</sub>M<sub>3</sub>, Equipo 2, localidad 3)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 14, Bosque de Pino.

Fecha: 31/03/12, Origen: colectado en madriguera

Color: bicolor, Patrón de color: C-O, Forma: con escudo

Longitud: 9 mm, Diámetro total: 0.0816 mm, Diámetro medular: 0.0624 mm

Médula: con celdillas.

Identificación: *Bassariscus astutus*. De acuerdo con Monroy-Vilchis O. y Rubio-Rodríguez R., 2003.

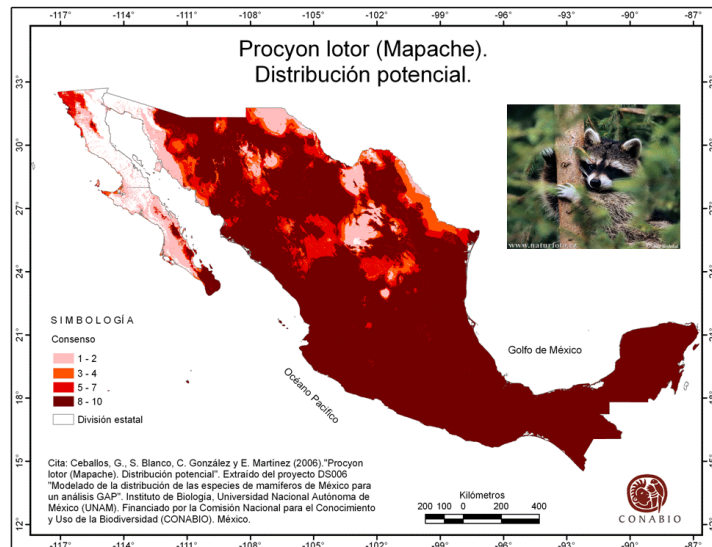
Observaciones: Pelo fragmentado.



27. Orden: Carnivora  
Familia: Procyonidae  
Nombre científico: *Procyon lotor* (Linnaeus, 1758)  
Nombre común: Mapache  
Medio de identificación: Una huella.



No. de muestra: 53  
Fecha: 2/04/2011, transecto 5, zacatonal  
Tipo de vestigio: Huella  
Medidas: 3 cm L x 3 cm A  
Identificación: *Procyon lotor*. De acuerdo Aranda, 2012.



28. Orden: Soricomorpha

Familia: Soricidae

Nombre científico: *Cryptotis mexicana* (Coues, 1877)

Nombre común: Musaraña mexicana de orejas pequeñas.

Medio de identificación. Un pelo de guardia.



40x

Número de muestra. 30 (P<sub>8</sub>M<sub>4</sub>, Rogelio),

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 5, zacatonal,

Fecha: 01/04/11, Origen: Excreta de gato montés,

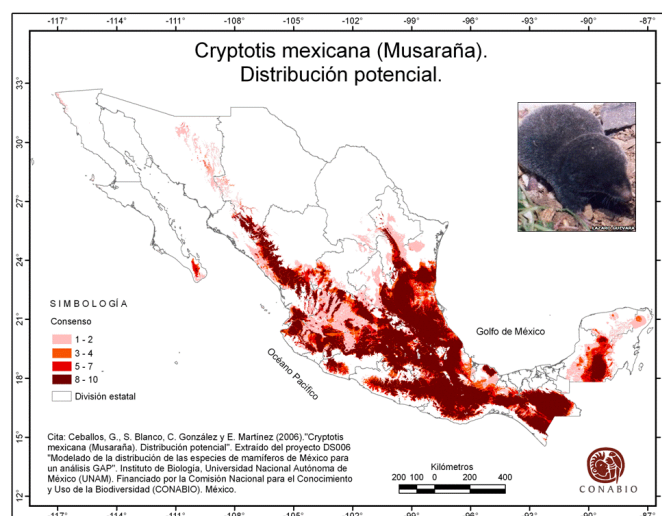
Color: Bicolor, Patrón de color: C-O, Forma: Con escudo y cinco constricciones

Longitud: 19 mm, Diámetro total: 0.021 mm, Diámetro medular: 0.0168 mm

Médula: escalonada uniserial regular.

Identificación: *Cryptotis mexicana*. De acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: La longitud no coincide con lo reportado en la guía pero se considera que corresponde a *Cryptotis* por el patrón medular y *C. mexicana* porque es la especie que se distribuye en la zona de estudio.



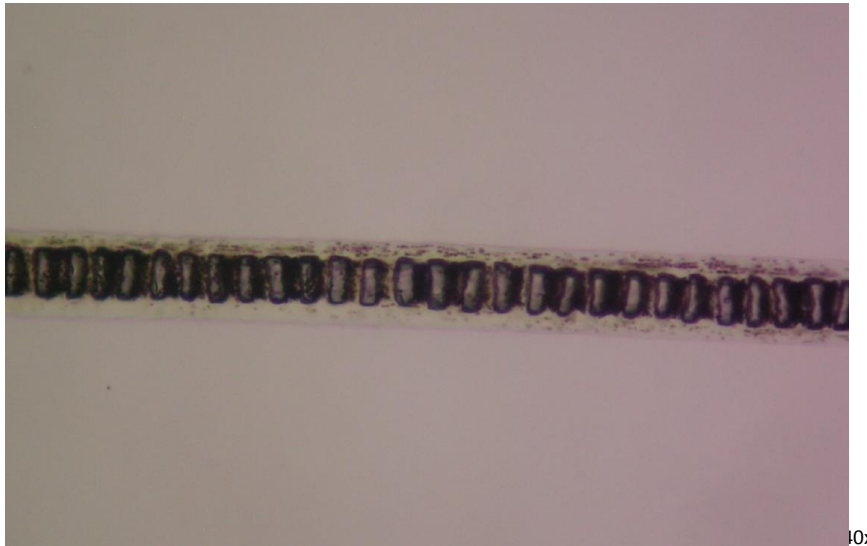
29. Orden: Soricomorpha

Familia: Soricidae

Nombre científico: *Sorex sp.*

Nombre común: Musaraña

Medio de identificación: Un pelo de guardia.



Número de muestra. 10 (P<sub>1</sub>M<sub>2</sub>, 2º día, 1º parada)

Lugar de colecta: Parque Nacional Pico de Orizaba, transecto 4, Bosque de Oyamel.

Fecha: 01/04/11, Origen: Excreta de gato montés

Color: Con bandas, Patrón de color: O-C-O, Forma: con escudo y tres constricciones,

Longitud: 9 mm, Diámetro total: 0.0168 mm, Diámetro medular: 0.012 mm

Médula: escalonada uniserial regular.

Identificación. *Sorex sp.* de acuerdo con Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003.

Observaciones: La longitud y diámetro son mayores que lo reportado en la guía, pero por el patrón medular y la forma se trata de un miembro del género *Sorex*.

30. Orden: Artiodactyla

Familia: Cervidae

Nombre científico: *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780)

Nombre común: Venado cola blanca

Medio de identificación: Siete excretas.



No. de muestra: 4

Fecha: 31/03/2011, transecto 1, bosque de oyamel

Tipo de vestigio: Excreta

Medidas: 1.1 L x 1A

Identificación: *Odocoileus virginianus*. De acuerdo con Aranda, 2012.

