



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

**PROPUESTA DE ACCIONES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE
DOS ESPECIES DE ROEDORES ENDÉMICOS (*TAMIASCIURUS MEARNSI* Y
MICROTUS CALIFORNICUS HYPERYTHRUS) DE LA SIERRA DE SAN PEDRO
MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

ALUMNO

JONATHAN ALONSO VILLARREAL FLETES

DIRECTOR

DR. ALDO ANTONIO GUEVARA CARRIZALES

SINODALES

DR. GONZALO DE LEÓN GIRÓN

DR. GORGONIO RUIZ CAMPOS

DRA. ALEJANDRA RAMOS GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

**PROPUESTA DE ACCIONES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE DOS ESPECIES DE ROEDORES
ENDÉMICOS (*TAMIASCIURUS MEARNSI* Y *MICROTUS CALIFORNICUS HYPERYTHRUS*) DE LA SIERRA
DE SAN PEDRO MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

TESIS

Para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta

JONATHAN ALONSO VILLARREAL FLETES

Aprobado por:



DR. ALDO ANTONIO GUEVARA CARRIZALES
DIRECTOR



DRA. ALEJANDRA RAMOS GONZÁLEZ
SINODAL



DR. GONZALO DE LEÓN GIRÓN
SINODAL



DR. GORGONIO RUIZ CAMPOS
SINODAL

Resumen

El estudio realizado en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) tiene como objetivo proponer estrategias para la conservación de dos especies de roedores endémicos de la sierra: la ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi*) y el ratón meteoro de California (*Microtus californicus hyperythrus*). La metodología consistió en una revisión de registros históricos y publicaciones científicas, para determinar su estado de conocimiento actual, y con esto ubicar los sitios donde se desarrollaría el trabajo de campo, donde se realizaron monitoreos en distintos sitios del parque utilizando trampas sherman y transectos lineales. A pesar de no encontrar evidencia de la presencia de *Microtus californicus*, se registraron varias observaciones de *Tamiasciurus mearnsi*. Mediante un análisis FODA se identificaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para la conservación de estas especies, lo que permitió desarrollar propuestas de manejo que incluyen la restauración de hábitats y programas de monitoreo continuo. Ambos roedores fueron clasificados como “En peligro de extinción” según el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción en México (MER), lo que subraya la urgencia de implementar estrategias de conservación efectivas.

Abstract

The study conducted in the Sierra de San Pedro Mártir National Park (PNSSPM) aims to propose strategies for the conservation of two endemic rodent species: the San Pedro Mártir squirrel (*Tamiasciurus mearnsi*) and the California meadow mouse (*Microtus californicus hyperythrus*). The methodology consisted of a review of historical records and scientific publications to determine the current state of knowledge, which helped identify the fieldwork sites. Monitoring was carried out at various locations in the park using Sherman traps and linear transects. Although no evidence of *Microtus californicus* presence was found, several observations of *Tamiasciurus mearnsi* were recorded. A SWOT analysis identified the strengths, weaknesses, opportunities, and threats to the conservation of these species, allowing for the development of management proposals that include habitat restoration and continuous monitoring programs. Both rodents were classified as “Endangered” according to the Extinction Risk Evaluation Method (MER) in Mexico, highlighting the urgency of implementing effective conservation strategies.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por la beca otorgada para realizar mis estudios de maestría.

A mi alma mater la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) por permitirme realizar mis estudios en la Maestría ciencias en Manejo de ecosistemas de zonas áridas (MEZA) en la facultad de ciencias.

A mi comité el Dr. Aldo Antonio Guevara Carrizales, la Dra. Alejandra Ramos González, el Dr. Gonzalo De León Girón y el Dr. Gorgonio Ruiz Campos por su paciencia, conocimiento y aportaciones a mi trabajo, los admiro y respeto.

A mi familia y amigos por siempre estar, apoyarme y alentarme a concluir este paso importante en mi carrera.

DEDICATORIA

A mis padres Sandra y Edi por apoyarme en todo.

A mi hermana por siempre estar

A mis abuelos por ese amor infinito

A mis amigos, siempre conmigo

Al amor de mi vida, Pepe... Por motivarme, alentarme y, sobre todo, por amarme.

Los amo a todos...

Índice

I INTRODUCCIÓN	9
II ANTECEDENTES	10
2.1 Estudios faunísticos de la Sierra San Pedro Mártir	10
2.2 Estado de conocimiento y conservación de los roedores endémicos del Parque Nacional	11
2.2.1 Estado de conocimiento y conservación de <i>Tamiasciurus mearnsi</i>	13
2.2.2 Estado de conocimiento y conservación de <i>Microtus californicus hyperythrus</i>	13
2.3 Programas de conservación y manejo	14
III OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos particulares	15
IV METODOLOGÍA	16
4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	16
4.1.2 Geología	16
4.1.3 Climatología	16
4.1.4 Vegetación	17
4.2 Trabajo de gabinete	19
4.2.1 Estado de conocimiento actual	19
4.2.2 Análisis de distribución y abundancia	20
4.3 Trabajo de campo	21
4.3.1 Metodología de monitoreo de <i>Microtus californicus hyperythrus</i>	21
4.3.2 Metodología de monitoreo de <i>Tamiasciurus mearnsi</i>	22
4.4 Formulación de estrategias de manejo	25
4.4.1 Análisis FODA	25
4.4.2 Propuesta de estrategias de manejo para la conservación de estas especies y su hábitat	26
4.4.3 Taller de técnicas de muestreo para la conservación de las especies de roedores endémicos del PNSSPM	26
4.4.4 Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER)	26
V RESULTADOS	28
5.1 Estado de conocimiento actual de los roedores endémicos del PNSSPM	28
5.1.1 Análisis de la literatura publicada	28

5.2 Distribución histórica, actual y abundancia de roedores endémicos de PNSSPM.....	30
5.2.1 <i>Tamiasciurus mearnsi</i>	30
5.2.2 <i>Microtus californicus hyperythrus</i>	31
.....	31
5.3 Identificación de los riesgos y amenazas que enfrentan estas especies (FODA).....	32
5.4 Desarrollo de Propuestas de acciones de manejo para la conservación de <i>Tamiasciurus mearnsi</i> y <i>Microtus californicus hyperythrus</i>	34
5.5 Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER)	38
VI DISCUSIÓN.....	39
6.1 Estado de conocimiento actual	39
6.2 Distribución y Abundancia	39
6.3 Problemáticas de Conservación.....	40
VII Conclusión	42
VIII Recomendaciones para futuros estudios	43
IX BIBLIOGRAFÍA	45
X. Anexos.....	48

I INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) se encuentra en la zona más elevada de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California y debido a sus características topográficas se encuentra aislada de las tierras bajas, donde el clima y los ecosistemas son completamente diferentes. Estas características entre otras hacen que se le considere como una isla del cielo, siendo una de las principales características de estos sitios los altos grados de endemismo (Foreman et al., 2000). Debido a su distribución restringida y su historia evolutiva, las especies endémicas son más susceptibles a las amenazas antropogénicas como el cambio y la fragmentación del hábitat, por lo cual estas especies requieren de áreas naturales protegidas y estrategias de conservación que aseguren su supervivencia (Ceballos et al., 2015; Pouteau et al., 2021).

Dos de las especies de roedores que habitan en el Parque Nacional, son endémicas: el ratón meteoro de California (*Microtus californicus hyperythrus* Elliot, 1903) y la ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi* Townsend, 1897) y de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), éstas se encuentran catalogadas en Peligro de extinción (P) y Amenazada (A), respectivamente. A pesar de su importancia, existe vacíos de información sobre estas especies más allá de aspectos taxonómicos y de distribución. Por lo que es necesario actualizar y generar más información sobre su biología, tamaño poblacional, estado de conservación, y amenazas para las especies y su hábitat, que permitan diseñar estrategias de manejo que sean incorporadas al Programa de Conservación y Manejo del PNSSPM.

Para abordar esta situación, se llevó a cabo una investigación bibliográfica y se accedió a bases de datos de colecciones científicas para recopilar información sobre estas especies y sus hábitats. Se realizaron monitoreos sistemáticos en sitios históricos y recomendados por guardaparques para analizar la distribución, abundancia y condiciones del

hábitat de estas especies, así como para identificar amenazas y sitios prioritarios para su conservación. Además, se organizaron reuniones participativas con actores clave para identificar problemas, causas y posibles soluciones, con el objetivo de proponer acciones que contribuyan a la conservación de estas especies y sus hábitats, así como a mejorar la gestión del Parque Nacional en términos de manejo.

II ANTECEDENTES

2.1 Estudios faunísticos de la Sierra San Pedro Mártir

La fauna de la Sierra de San Pedro Mártir (SSPM) fue descrita por primera vez por Allen (1893), quien reconoció la presencia de 20 especies de mamíferos a partir de 250 especímenes recolectados previamente por E. C. Thurber y A. W. Anthony durante los meses abril a junio de 1893, en una expedición a las montañas de la Sierra de San Pedro Mártir. Durante dicha expedición, descubrieron la presencia de cuatro especies nuevas; dos especies para el género *Sitomys* = *Peromyscus*, una para el género *Tamias* y una para *Scapanus*.

El primer listado de mamíferos para el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) fue publicado por Elliot en 1903, en el libro "*A list of mammals collected by Edmund Heller in The Sierra de San Pedro Martir and Handson laguna mountains and the accompanying coast regions of Lower California with descriptions of apparently new species*". En este listado se describieron a las especies de mamíferos de la SSPM, Laguna Hanson (Sierra de Juárez) y las regiones costeras de la península, otorgando información base para el conocimiento de la mastofauna de la región.

Posteriormente, Huey (1964) realizó un inventario de los mamíferos registrados en la península de Baja California, quien realizó observaciones puntuales acerca de los mamíferos de la SSPM, incluidas algunas especies endémicas como la ardilla de San Pedro Mártir y el

ratón meteoro de California (*Microtus californicus hyperythrus*), al cual describió como una nueva especie.

Mellink (1991) realizó una revisión bibliográfica en la que enlistó los mamíferos (excepto quirópteros) de la SSPM, basándose principalmente en los documentos publicados por Allen (1893), Elliot, (1903) y Huey (1964).

Datos más actuales indican la presencia de 44 especies de mamíferos en el PNSSPM, de las cuales siete son endémicas (Guevara-Carrizales et al., 2016). Algunas de las especies endémicas de mamíferos importantes y poco conocidas en el PNSSPM son la ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi*), el topo mexicano (*Scapanus anthonyi*), el ratón meteoro de California (*Microtus californicus hyperythrus*), y el murciélago oreja larga (*Myotis evotis milleri*) (Huey, 1964; Mellink, 1991; CONANP, 2006; Guevara-Carrizales et al., 2016; Martínez Rangel, 2022).

Los estudios referentes a los mamíferos en la SSPM han sido diversos, sin embargo, se le ha dado prioridad a grupos mayores como los carnívoros, los cuales han sido más estudiados, a la par con algunos herbívoros como el borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) y el venado bura (*Odocoileus hemionus*), dejando de lado a grupos menores como los roedores, siendo las especies con menos estudios publicados (CONANP, 2006; Guevara-Carrizales et al., 2016; Prieto Valles, 2016; Arguelles-Corrado, 2018, González-De La Barrera, 2020).

2.2 Estado de conocimiento y conservación de los roedores endémicos del Parque Nacional

Partiendo de estos listados generales, el interés por las especies de esta área se fue volviendo más específico, principalmente hacia las especies endémicas del lugar como el ratón meteoro (*Microtus californicus hyperythrus*) y la ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi*). En los años más recientes (siglo XXI), creció el interés por conocer estas especies de forma más puntual, como su ecología, biología, estado de conservación y

más recientemente estrategias de manejo para su conservación (Cudworth & Koprowski, 2010; Guevara-Carrizales et al., 2015; Prieto-Valles & Ruiz-Campos, 2016; Aguelles-Corrado, A., 2018; Harper et al., 2020).

Existen diversos reportes técnicos generados por el Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo (PROCER) para determinar la distribución y estado de conservación de algunos de las especies de vertebrados endémicos de la SSPM como lo son La trucha de San Pedro Mártir (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*), la perdiz de montaña (*Oreortyx pictus confinis*), el topo mexicano de Anthonyi (*Scapanus anthonyi*) Miotis de San Pedro Mártir (*Myotis evotis milleri*), la ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi*, y el ratón meteoro de California (*Microtus californicus hyperythrus*) (Ruiz-Campos, 2017; Ruiz-Campos et al., 2017).

Arguelles-Corrado (2018) realizó un estudio para recopilar la información obtenida de anteriores investigaciones de las especies endémicas de mamíferos del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (*Scapanus anthonyi*, *Tamiasciurus mearnsi*, *Myotis evotis milleri* y *Microtus californicus hyperythrus*), concluyendo que existe un amplio desconocimiento sobre estas especies y es necesario desarrollar acciones de manejo integrales para la conservación de las especies de mamíferos endémicas y su hábitat, debido al efecto negativo que presentan las actividades productivas como la ganadería.

Un trabajo reciente e importante para este tema, es el realizado por González De La Barrera (2020), en el cual se evaluó el impacto de la ganadería extensiva en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California. Mediante foto-trampeo, el estudio analizó cómo el pastoreo afecta la distribución y abundancia de mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla (2015-2019). Se identificaron siete especies, destacando el venado bura como la más abundante y el puma de montaña como la menos común. Los resultados revelaron una correlación inversa entre la presencia de mamíferos y la intensidad de las actividades ganaderas y humanas.

2.2.1 Estado de conocimiento y conservación de *Tamiasciurus mearnsi*

Para el caso de la ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi*), esta especie fue descrita como subespecie en 1897 por Townsend con el nombre de *Sciurus hudsonius mearnsi*. Posteriormente en 1898, Allen la elevó a la categoría de especie como *Sciurus mearnsi*, y Elliot en 1903, la reubicó como subespecie *Sciurus douglasii mearnsi*. A continuación, en 1940, Hayman y Holt reemplazaron el nombre propuesto por Townsend en 1897 por *Tamias douglasii mearnsi*, pero no fue hasta 1981, que Lindsay la clasificó como especie bajo el nombre de *Tamiasciurus mearnsi* (Lindsay, 1981; Steiner & Huettmann, 2021)

Posteriormente las investigaciones de Koprowski y Ramos-Lara entre 2006 y 2016 han sido un gran referente y han contribuido a aumentar el conocimiento hacia esta especie principalmente en su biología, ecología y comportamiento, en dichos trabajos recomiendan realizar y aplicar estrategias para la conservación de esta especie (Koprowski et al., 2006; Ramos-Lara & Koprowski, 2012; Ramos-Lara et al., 2013; Koprowski et al., 2016).

2.2.2 Estado de conocimiento y conservación de *Microtus californicus hyperythrus*

Para el caso de *Microtus californicus hyperythrus*, éste fue descubierto por Allen en 1893 en el Valle de La Encantada, en la Sierra San Pedro Mártir. En 1981 fue reconocido como una de las siete subespecies de *M. californicus* por Elliot, quien posteriormente en 1903 la nombró como actualmente se conoce. En 1999 fue reportado como probablemente extinto por Heske y Lidicker debido a que el último espécimen había sido recolectado en 1925 (Elliot, D. G. 1903; Harper et al., 2020).

Esta especie fue redescubierta por Harper et al., (2016), en Rancho Viejo, cerca del Valle de La Grulla, un valle adyacente a la Encantada. En 2017 investigadores realizaron un estudio donde visitaron las 26 de las 28 localidades de *Microtus californicus* en Baja California con el fin de determinar la distribución actual, obteniendo que el género aún se distribuía en

siete de los sitios, para el caso específico de *M.c. hyperythrus*), este fue localizado en tres de sus nueve sitios históricos, uno de ellos en Valle de La Grulla en la Sierra de San Pedro Mártir donde se encontraron poblaciones sanas (Guevara-Carrizales et al., 2016; Harper et al., 2020).

Otro estudio relevante para *Microtus* fue el realizado por González-Gutiérrez (2023), en el cual identifica a los sectores involucrados en la conservación de esta especie, sus problemáticas e indaga en la percepción que los diferentes sectores tienen sobre esta especie y su hábitat, a su vez presenta una serie de recomendaciones para la conservación y manejo de esta especie.

2.3 Programas de conservación y manejo

En 2006 se presentó el Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir que tiene como objetivo “conservar los elementos naturales que integran el Parque, mediante actividades que aseguren la protección y el mantenimiento de su flora y fauna (CONANP, 2006)”. Dentro de este plan se incluyó un listado de las especies de mamíferos del Parque, donde brevemente se menciona a las especies endémicas que son objeto de esta investigación, sin embargo, no se proponen estrategias de conservación particulares, ni se habla acerca de su estado de conservación actual.

III OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Proponer acciones de manejo para la conservación de dos especies de roedores endémicos del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (*Microtus californicus hyperythrus*) y *Tamiasciurus mearnsi*) y su hábitat en Baja California, México.

3.2 Objetivos particulares

- Describir la distribución y abundancia (histórica y actual) de *Microtus californicus hyperythrus*) y *Tamiasciurus mearnsi* en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.
- Identificar las problemáticas de conservación que enfrentan el *Microtus californicus hyperythrus*) y *Tamiasciurus mearnsi* en el PNSSPM.
- Formular acciones de manejo para la conservación del *Microtus californicus hyperythrus*), *Tamiasciurus mearnsi* y de su hábitat.

IV METODOLOGÍA

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Sierra de San Pedro Mártir se ubica entre las coordenadas 30°44' y 31°10' de latitud norte y 115°13' y 115°44' de longitud oeste, este sistema montañoso es el complejo orográfico más alto de la península con una elevación de 3,093 m en su punto más alto (CONANP, 2006). Su ecosistema forestal contribuye a regular el clima de la región central y es un importante captador de agua para las regiones aledañas, además alberga una importante reserva botánica, forestal y faunística, que representan una riqueza biológica importante (**Figura 1**). Dentro de este sistema montañoso se localiza el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) que cuenta con una superficie de 72,910 ha y ocupa la parte más alta y central de la sierra del mismo nombre (CONANP, 2006).

4.1.2 Geología

El batolito sobre el cual se encuentra el PNSSPM tuvo su origen hace 80 a 105 millones de años aproximadamente, durante el cenozoico tardío como resultado de la separación de la península de Baja California de Norte América, lo cual ocasionó el levantamiento de lo que hoy es la Sierra de San Pedro Mártir. La geología del sitio está representada principalmente por rocas ígneas intrusivas, como dioritas, granitos, granoditas y en menor cantidad andesita y gabro (CONANP, 2006) (Delgadillo-Rodríguez, 2004).

4.1.3 Climatología

Debido a que en el PNSSPM se encuentra en un gradiente térmico latitudinal y altitudinal, se pueden observar diversos tipos de clima, sin embargo el clima que predomina en la mayor parte del Parque es el templado semifrío subhúmedo, durante el invierno presenta lluvias y nevadas ocasionales y una temperatura promedio de 7.3°C, mientras que el verano suele ser más cálido y seco, con tormentas eléctricas durante las tardes, con una temperatura promedio de 16.3°C, este tipo de clima se presenta por encima de los 1800 m s. n. m. Otros

climas presentes en el Parque son el clima templado subhúmedo y el seco mediterráneo templado (Peinado, 1994; CONANP, 2006).

4.1.4 Vegetación

De la superficie total del polígono del PNSSPM, aproximadamente el 55% corresponde a bosque de coníferas. Estos están compuestos por Abeto (*Abies concolor*), Pino amarillo (*Pinus jeffreyi*), Pino de azúcar (*P. lambertiana*), Pino costero (*P. contorta*), Alamillos (*Populus tremuloides*) y Pino colorado (*Calocedrus decurrens*). Respecto a la flora del parque, es muy diversa, esta cambia según el piso bioclimático, los pisos bioclimáticos más característicos del parque según Delgadillo-Rodríguez, (2004) son el mesomediterráneo y supramediterráneo. La flora que podemos encontrar en estos sitios corresponde principalmente a Salvia (*Pachyphylla*), helechos, astragalus, lupinos, manzanitas, las cuales son generalmente plantas perennes (Rebman et al., 2012).

El Mesomediterráneo va de los 1,000m a los 1,800m de altitud. La precipitación media anual es de 300mm a 500mm, y la temperatura media anual se encuentra en el rango de 12.5°C, y 15°C. En este piso se encuentran el chaparral, bosque de pino piñonero (*Pinus quadrifolia* y *monophylla*) y el bosque de encino-ripario (*Quercus* sp).

El Supramediterráneo va a partir de los 1,800m a los 2,800m. La precipitación media anual de esta zona es de 500 mm y posee una temperatura media anual entre los 6.5°C y 12.5°C. A esta altura se encuentran bosques densos de coníferas, en su mayor *presencia* de Pino amarillo (*Pinus jeffreyi*).

En los Valles del Parque, se pueden encontrar praderas de montaña que se caracterizan por la presencia de herbáceas y pastos, los cuales son fuente de alimento importante para la fauna (Delgadillo-Rodríguez, 2004). Las praderas constituyen uno de los principales sitios de interés para este estudio, ya que ahí es donde se tienen los registros históricos de *Microtus*, en el Valle De La Grulla y La Encantada.

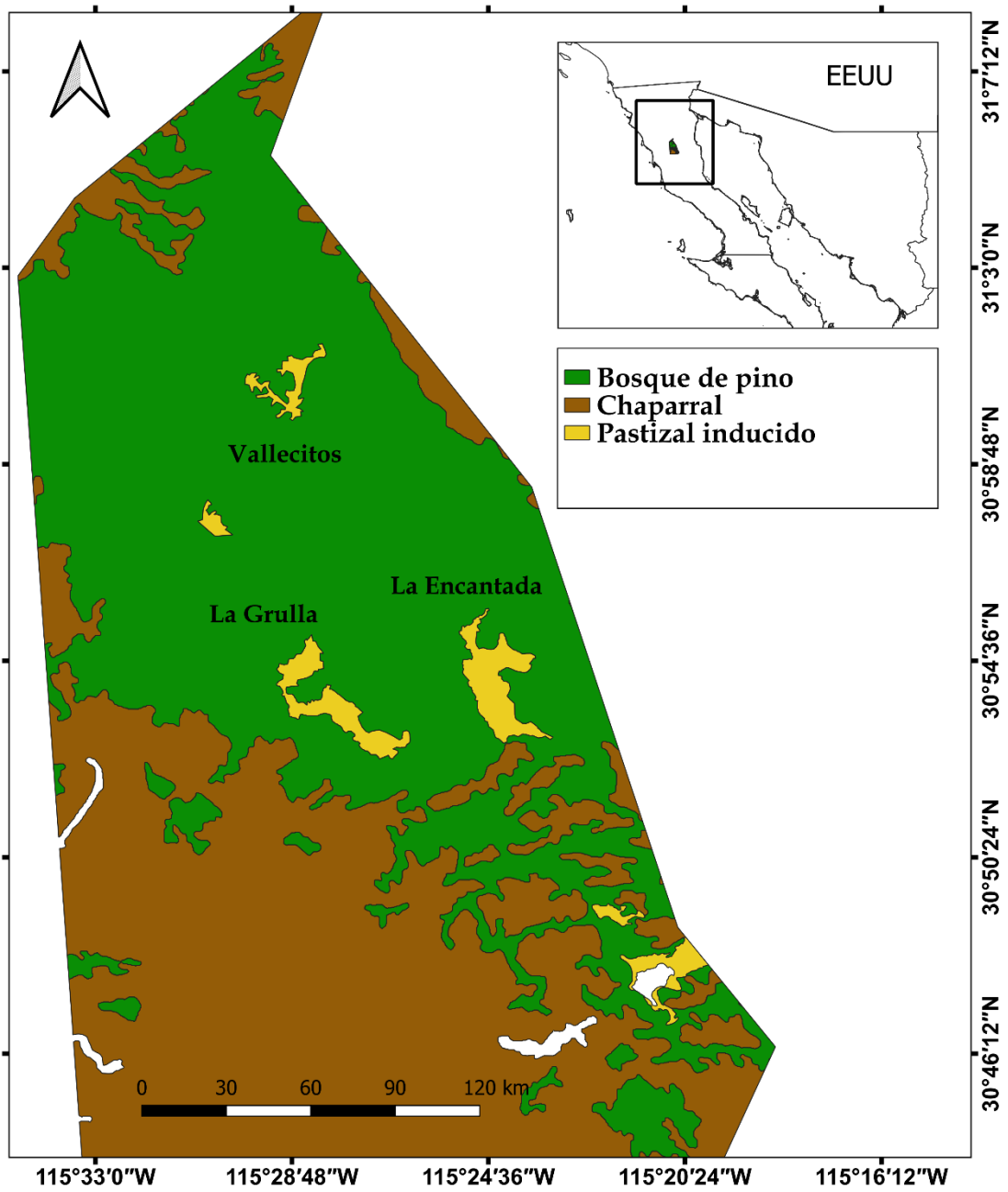


Figura 1. Polígono del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir con vegetación. Fuente: Elaboración propia.

Para cumplir con los objetivos establecidos a continuación, se realizó la siguiente metodología, la cual fue estructurada para cuestiones operativas en trabajo de gabinete y trabajo de campo, así como integración de información para la formulación de estrategias de manejo.

4.2 Trabajo de gabinete

4.2.1 Estado de conocimiento actual

Se examinó la literatura publicada con el fin de describir el estado de conocimiento actual de estos mamíferos y conocer su distribución, la cual fue determinada basada en los registros históricos y actuales que se obtuvieron de bibliotecas y bases de datos de colecciones nacionales e internacionales. Con la información obtenida se generaron mapas de la distribución histórica y se acudió a estos sitios para realizar monitoreos dirigidos a estas especies para analizar su distribución y abundancia, y con esto, proponer estrategias para la conservación de estas especies y su hábitat.

Para describir el estado actual del conocimiento se llevó a cabo un análisis similar al empleado por Arguelles-Corrado (2018). Se realizó una búsqueda de la literatura publicada sobre estas especies entre los años 1893 y 2022 en bibliotecas, revistas científicas y bases de datos tanto nacionales como internacionales. Con la información recopilada, se creó una base de datos en formato Excel, organizada en forma de tabla, para clasificar los documentos encontrados.

La búsqueda se efectuó utilizando tanto el nombre científico como el nombre común de cada especie. La base de datos incluyó información sobre la fuente de publicación, año, título, autor, tipo de documento y temática. En cuanto al tipo de documento, se categorizaron como trabajos de inventario, artículos científicos, libros, tesis, documentos gubernamentales, documentos de divulgación e informes técnicos.

Por otro lado, las temáticas se agruparon en diversas áreas: taxonomía, inventario, revisión bibliográfica, manejo, genética, ecología, distribución, conservación y comportamiento, siguiendo los criterios establecidos por Arguelles-Corrado (2018). De manera complementaria, se recopilaron los registros históricos de especímenes colectados y depositados en colecciones científicas nacionales y extranjeras, disponibles en plataformas digitales como, *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) Y VERTNET. Posteriormente con la información obtenida de los registros históricos, se realizó un mapa de distribución basado en los registros históricos utilizando el programa QGIS versión 3.12.1.

4.2.2 Análisis de distribución y abundancia

Para obtener una visión general de los trabajos realizados en la SSPM, se llevó a cabo una reunión con especialistas que han trabajado en esta área y con estas especies para así obtener un panorama más amplio y sugerencias acerca de las metodologías a utilizar.

Finalmente, para formalizar este trabajo, se sostuvieron diversas reuniones con el personal del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, entre ellos la subdirectora del ANP, a quien se le presentó el proyecto y se le solicitó su apoyo para la logística del trabajo en campo.

Con base en esta información se ubicaron sitios para la realización de los monitoreos, de acuerdo con: los sitios de los registros históricos, unidades ambientales (tipos de vegetación, geología y edafología, hidrología) y de acuerdo con la zonificación del parque establecida en el programa de manejo del Parque Nacional.

4.3 Trabajo de campo

4.3.1 Metodología de monitoreo de *Microtus californicus hyperythrus*

De acuerdo con el mapa de registros históricos (**figura 8**) se realizó un único monitoreo en el Valle de La Grulla, específicamente en dos sitios que de acuerdo con investigaciones recientes (Arguelles Corrado A, 2018), son los sitios con las poblaciones mejor conservadas (**figura 8**). Debido al hábitat reducido y siguiendo la metodología propuesta por Harper et al (2020), se realizó un cuadrante de 200 metros cuadrados por sitio alrededor de un arroyo y dentro de los cuadrantes se colocaron 50 trampas Sherman por sitio, estas fueron colocadas en tres franjas a cada lado del arroyo, seis líneas de trampas en total (**figuras 2 y 3**). Permanecieron por tres noches consecutivas y cada mañana eran revisadas, durante el día las trampas permanecían cerradas y durante el atardecer eran activadas. Este monitoreo se realizó por única vez durante las fechas del 20 al 24 de octubre de 2022.



Figura 2. Cuadrantes de muestreo donde colocaron las trampas Sherman para la captura de *Microtus* en el Valle de la Grulla, PNSSPM. Fuente: Google earth.



Figura 3. Colocación de cámaras trampa para la captura de *Microtus* en La Grulla, PNSSPM.

4.3.2 Metodología de monitoreo de *Tamiasciurus mearnsi*

De acuerdo con los registros históricos, se visitaron los sitios indicados en la figura 4. Los muestreos se llevaron a cabo durante octubre 2022, marzo 2023, junio 2023 y noviembre 2023, con un total de 6 sitios visitados. La metodología fue realizada de acuerdo con las recomendaciones de Koprowski et al., (2006)., Ramos-Lara et al., (2013)., Koprowski et al., (2006)., Argüelles-Corrado (2018), y modificadas para adaptarlas a nuestras necesidades

Se realizaron tres transectos lineares por sitio visitado (**figura 4**), según las recomendaciones propuestas por Gurnell et al. (2009). Estos consistieron en franjas de 500 metros con puntos de conteo separados cada 100 metros, donde dos observadores se detenían a buscar con ayuda de binoculares y un distanciómetro para medir la distancia a la que se encontraba el espécimen. Una vez en el sitio se tomaron las siguientes características: coordenadas, orientación del transecto, presencia o ausencia de vocalizaciones por parte de

la especie, tipo de vegetación, topografía, fecha y hora, y condiciones climáticas generales. Los transectos se realizaron durante la mañana, en un horario de 8:00 am a 11:00 am, de acuerdo con Ramos-Lara y Koprowski (2005). La fórmula utilizada para determinar la densidad fue:

$$D= n/2WL$$

Donde: D =densidad, n = número de individuos registrado en el transecto, W = ancho efectivo del transecto, y L = longitud del transecto (Arguelles-Corrado, 2018).

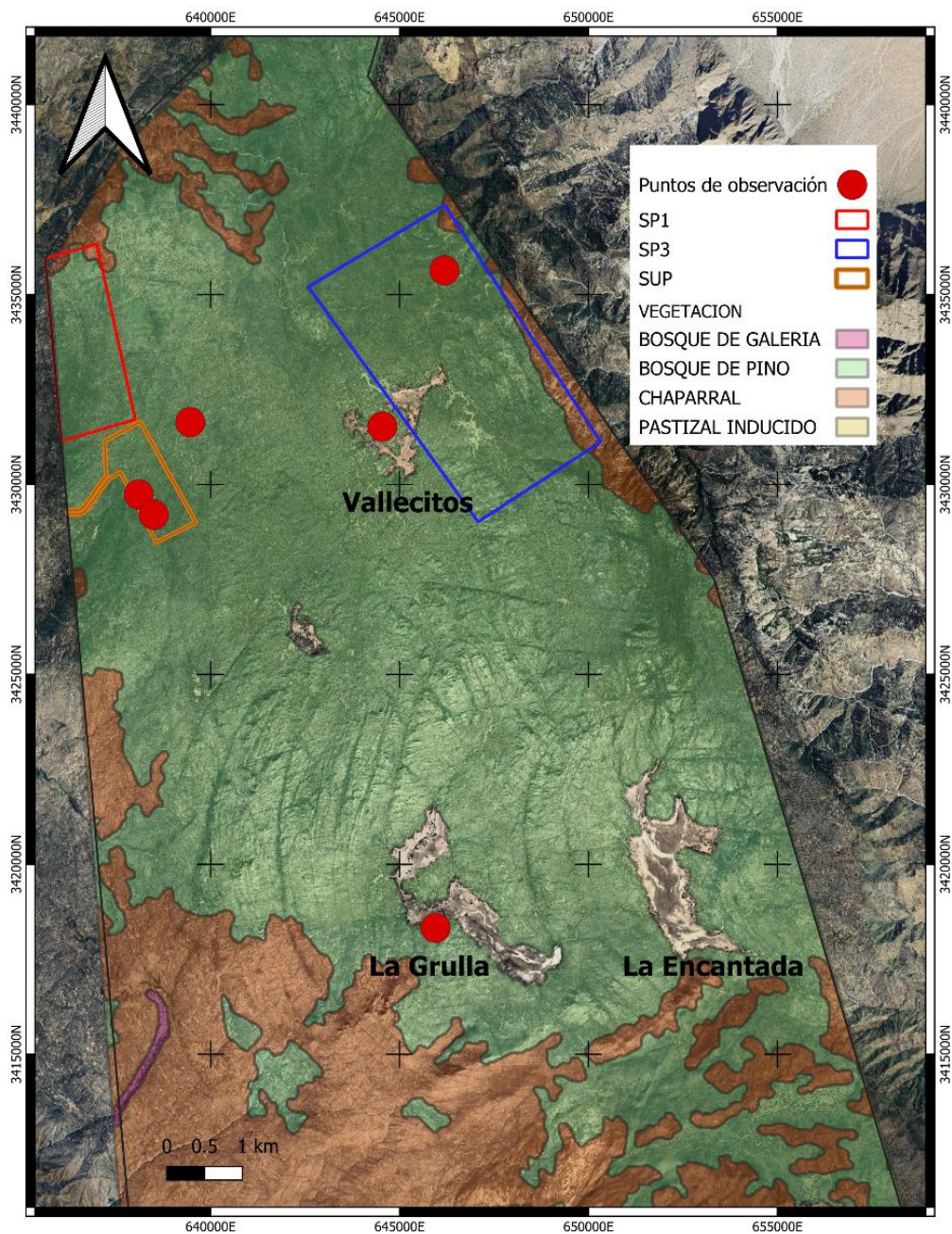


Figura 4. Sitios de puntos de observación para *Tamiasciurus mearnsi* (SP1: Subzona de preservación 1 (Condor), SP3: Subzona de preservación 3 (Observatorio Astronómico Nacional), SUP: Subzona de uso público). Fuente: Elaboración propia.

4.4 Formulación de estrategias de manejo

4.4.1 Análisis FODA

Con el propósito de integrar y analizar de manera integral la información obtenida en este trabajo, se optó por realizar un análisis FODA para conocer las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas relacionadas a la conservación de estas especies y su hábitat, mismas que posteriormente fueron sometido a la teoría del cambio en el que las debilidades y amenazas fueron transformadas en los objetivos de manejo (Gürel, 2017; Hinojosa Benavides et al., 2021).

Dicho análisis FODA se realizó en un taller de planeación en las instalaciones del PNSSPM, donde se convocó al personal técnico y directivo del PNSSPM, el representante del Programa de Reintroducción Cóndor de California, además de contar se contó con la asistencia de estudiantes de la carrera Biología de la Universidad Autónoma de Baja California (**ver anexos figura 3-6**). Para darles un contexto a los asistentes se realizó una presentación en la que se habló acerca de las generalidades de las especies objeto de estudio, su hábitat, sus problemáticas y la información disponible para estas especies. Hecho esto, las personas se dividieron en equipos y se les pidió que dentro de la siguiente hora describieran lo que ellos consideraban que eran las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para estas especies y su hábitat. Una vez terminado el tiempo, estas se expusieron a debate, para de esta forma obtener el análisis FODA. Una vez obtenido el análisis FODA, este fue sometido a una última revisión mediante una reunión participativa con la actual subdirectora y ex director del PN, en donde en dicha reunión se discutieron cada uno de los puntos de este análisis, para así obtener una versión más acertada (Anexo fotográfico).

4.4.2 Propuesta de estrategias de manejo para la conservación de estas especies y su hábitat

El desarrollo de las propuestas de estrategias de manejo para la conservación de estos dos roedores endémicos se estructuró tomando en cuenta cuatro aspectos principales:

1. Basado en la literatura publicada, específicamente en las recomendaciones que los autores presentaban como resultado de previas investigaciones.
2. Tomando como referencia lo establecido en el Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (CONANP, 2006).
3. De acuerdo con los resultados obtenidos en mi investigación.
4. Tomando en cuenta lo discutido y generado en las reuniones participativas con los actores clave.

4.4.3 Taller de técnicas de muestreo para la conservación de las especies de roedores endémicos del PNSSPM

Como parte de los compromisos de esta investigación, se llevó a cabo un taller en las instalaciones del PNSSPM durante el mes de noviembre del 2023, el cual consistió en capacitar a guardaparques, personal de la brigada forestal y alumnos de 8vo semestre de la carrera Biología de la clase Manejo y Conservación de Vida Silvestre, las principales técnicas de monitoreo empleadas en esta investigación, esto con el fin de capacitarlos e involucrarlos en la conservación de estas especies.

4.4.4 Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER).

La NOM-059-SEMARNAT-2010, establece criterios para determinar el grado de extinción de una especie, dichos criterios forman parte del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER). Esto es una herramienta que analiza los factores que afectan a una especie, y mediante una escala numérica, determina el grado de riesgo que dicha especie presenta. Con el resultado de este análisis, se les asigna la categoría de riesgo a las especies: En peligro de extinción (P), Amenazada (A), Sujeta a

protección especial (Pr) o Probablemente extinta en medio silvestre (E) (Sánchez et al., 2007; Sánchez-Salas, J et al., 2013).

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se analizaron los factores que afectan a la ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi*) y el ratón meteoro de California (*Microtus californicus huperuthrus*) y se les asignó una categoría de riesgo.

V RESULTADOS

5.1 Estado de conocimiento actual de los roedores endémicos del PNSSPM

5.1.1 Análisis de la literatura publicada

Se obtuvieron un total de 41 documentos publicados que van desde el año 1893 al 2023. En la gráfica de la **figura 5** se observa cómo a partir del año 2000 las publicaciones para estas especies aumentaron de manera considerable, siendo la década del 2010 al 2020 la que tuvo un mayor número de publicaciones, pasando de seis y nueve en la década del 2000 a 10 y 12 en la década de 2010 (**figura 5**).

Figura 5. Documentos publicados para ambas especies desde 1890 a 2023, los periodos se agrupan por década.

Para el caso de los tipos de documentos publicados, la modalidad dominante corresponde a los artículos científicos con 20 publicaciones y la que menor documentos presenta, corresponde a los informes técnicos y documentos de inventario con sólo un documento publicado (**figura 6**).

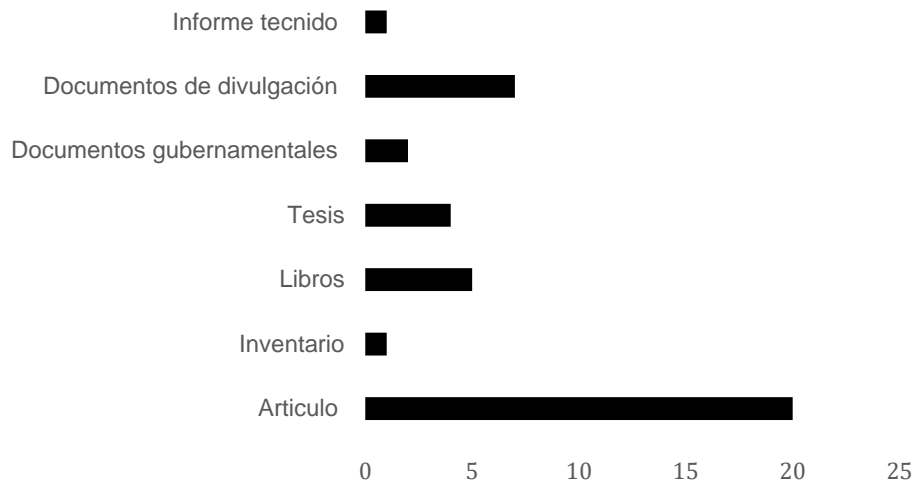


Figura 6. Modalidad de documentos publicados acerca de la ardilla de San Pedro Mártir y el ratón meteoro de California.

En cuanto a las temáticas, se encontró que los trabajos con la temática de “inventario” fueron los más comunes con un 27%, seguido de “taxonomía” con un 23% y “Distribución” con un 21%, y siendo los menos comunes los trabajos relacionados a “Ecología” y “Manejo” con 2% en ambos casos (**figura 7**).

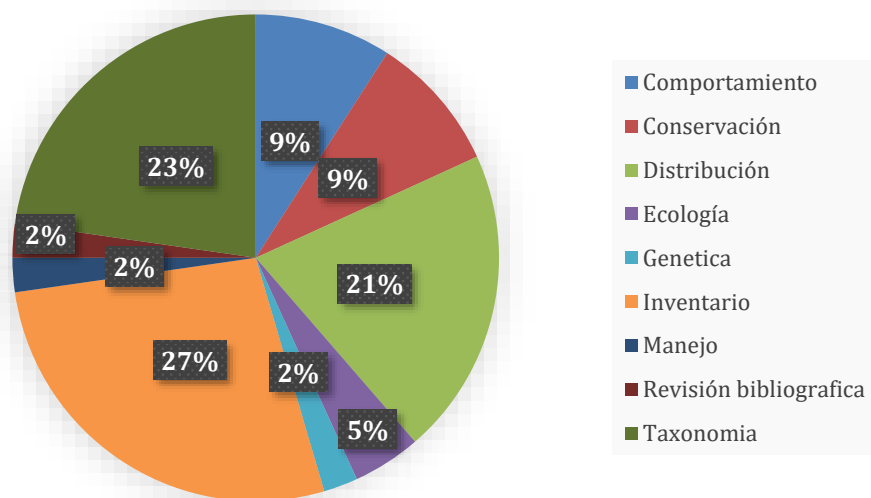


Figura 7. Temáticas de los documentos publicados para ambas especies y su porcentaje.

De forma complementaria se analizaron los 41 documentos publicados para buscar aquellos que presentaran recomendaciones y estrategias puntuales para conservación y manejo de estas especies, y se encontró que en sólo 16 los autores realizan este tipo de recomendaciones (**ver anexos, tabla 1**).

5.2 Distribución histórica, actual y abundancia de roedores endémicos de PNSSPM

5.2.1 *Tamiasciurus mearnsi*

Durante octubre 2022, marzo 2023, junio 2023 y noviembre 2023 se realizaron visitas a seis sitios diferentes en el PNSSPM, en los cuales se llevaron a cabo un total de 18 transectos, logrando observar 26 ardillas en total (**figura 4**). Los sitios visitados corresponden a los estudiados previamente por Arguelles-Corrado (2018).

La mayor frecuencia de avistamientos de esta especie ocurrió alrededor de las 7:00 y 8:00 am. Generalmente, las ardillas se encontraban de forma individual en las ramas de los *Pinus jeffreyi*, y al detectar la presencia humana, comenzaban a emitir señales de alerta. Aunque de los seis sitios visitados solo se observaron ardillas en cinco transectos, en todos los sitios se pudieron escuchar sus llamados, lo que sugiere su presencia en esas áreas.

El sitio con mayores registros corresponde a la Subzona de uso público, con una densidad de 0.22 ardillas por km², esto principalmente en las zonas de acampar, seguido por el Charco de las ranas con 0.2 ardillas por km², mientras que la zona con menor densidad corresponde al Valle de La Grulla con 0.02 y Vallecitos con 0 individuos (**tabla 1**).

Tabla 1. Densidad de ardillas de San Pedro Mártir por km² en los sitios visitados en el PNSSPM.

2022-2023	La Grulla	Vallecitos	Corona de arriba	Torre de piedra	Charco de las ranas	Zonas de acampar
n	1	0	2	3	10	11
W	50	50	50	50	50	50
L	500	500	500	500	500	500
D1	0.02	0	0.04	0.06	0.2	0.22

5.2.2 *Microtus californicus hyperythrus*

Durante las tres noches consecutivas de muestreo, no se logró capturar ningún ejemplar ni tampoco se logró registrar la presencia indirecta de esta especie, como heces, galerías o madrigueras, características que son indispensables para determinar la actividad reciente de estas especies. De forma complementaria se realizaron visitas exploratorias a dos sitios más, uno en el mismo Valle de La Grulla (Rancho viejo) y otro en el Valle La Encantada, pero al no encontrar rastros de la presencia de la especie, se decidió no colocar trampas (Figura 8).

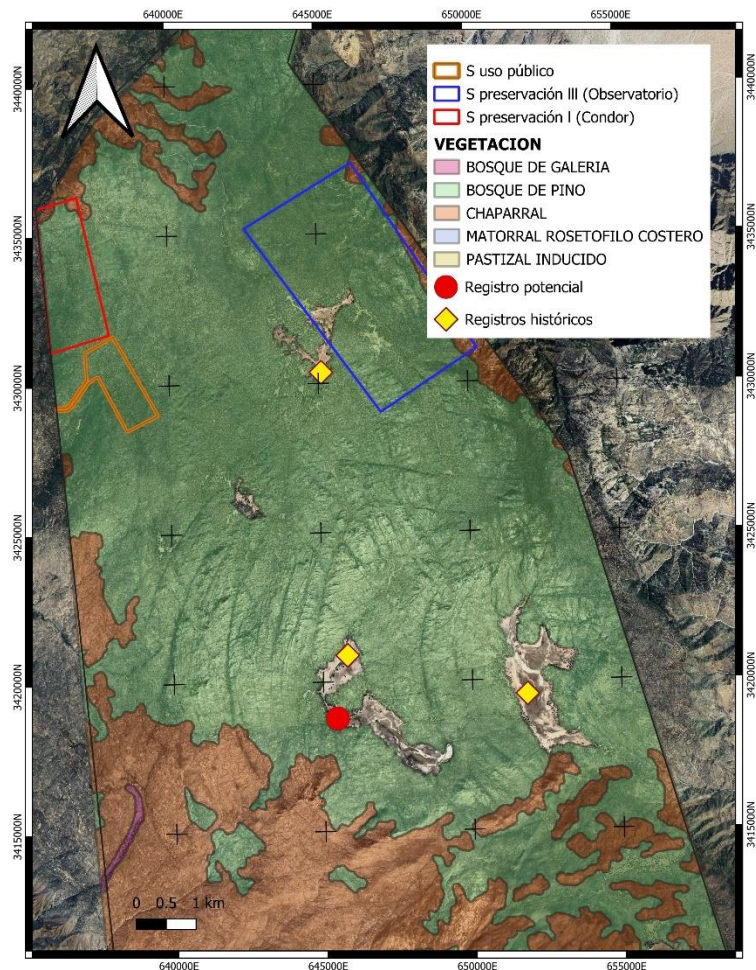


Figura 8. Mapa de distribución histórica y potencial de *Microtus californicus hyperythrus* en el PNSSPM.

Durante la evaluación del hábitat del sitio de muestreo, se encontró que las recientes lluvias (septiembre 2022) provocadas por la tormenta tropical Kay, habían ocasionado que los niveles del arroyo se elevarán hasta los dos metros, inundando completamente el valle de La Grulla, siendo posiblemente esta una de las causas de no haber encontrado ningún espécimen, así como ningún indicio de la presencia de estos.

En la **figura 8** se observa la distribución histórica del ratón meteoro en el PNSSPM, así como la distribución que debería de corresponder a la actual, pero al no encontrar rastros de la especie, decidimos contemplarla como potencial.

5.3 Identificación de los riesgos y amenazas que enfrentan estas especies (FODA).

Con el análisis FODA (**tabla 2**) se lograron identificar las fortalezas y las oportunidades para la conservación de estas especies, así como las debilidades y las amenazas que enfrentan. Se obtuvieron un total de 11 fortalezas y siete oportunidades, así como seis debilidades y siete amenazas. La elaboración de este análisis fue esencial, ya que de ahí se obtuvieron las recomendaciones de acciones de manejo para la conservación de ambas especies.

Tabla 2. FODA elaborado por alumnos de biología, personal del PNSSPM y proyecto cóndor, para las especies de roedores endémicos del PNSSPM.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Especies dentro de alguna categoría en la NOM-059-2010-SEMARNANT. 2. La distribución de estas especies está dentro del Área Natural Protegida. 3. Hábitats aparentemente bien conservados. 4. Existe una colaboración activa entre los principales grupos de interés (Academia y Parque Nacional). 5. Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir foco clave de flujo de capital. 6. Existen antecedentes de realización de talleres informativos acerca de estas especies y su importancia. 7. Conocimiento teórico y práctico por parte de guardaparques acerca de estas especies y sus técnicas de monitoreo. 8. Existencia de personal con conocimiento en el monitoreo de estas especies (Guardaparques, brigadistas, e investigadores). 9. Vigilancia constante dentro de las zonas de mayor uso en el Parque Nacional. 10. Bases de conocimiento previo (Distribución, taxonomía y trabajos de inventario). 11. Área de distribución delimitada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Creación de planes de trabajo específicos para las especies derivados de los convenios de colaboración para el monitoreo de estas especies. 2. Ampliar zonas de monitoreo, particularmente en la zona sur del PN. 3. Elaboración de un programa de monitoreo constante y permanente. 4. Colaboración con otras instituciones. 5. Crear programas de educación ambiental para difundir el conocimiento e importancia de estas especies. 6. Diversificar áreas del conocimiento (Estudios conductuales, de manejo, ecología, etc.). 7. Utilizar estas especies como especies bandera para la obtención de recursos para su manejo y conservación.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. No existe un programa de monitoreo permanente para estas especies. 2. Falta de recursos financieros para llevar a cabo la investigación e implementación de estrategias de manejo. 3. Falta de programas enfocados a la conservación de estas especies. 4. Necesidad de implementar y dar continuidad a proyectos de manejo y conservación. 5. Dificil acceso a algunos sitios de distribución. 6. Poca difusión de la importancia de la conservación de estas especies. 7. Restricciones dentro del programa de manejo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presencia de fauna no nativa (perros y ganado). 2. Degradación de los humedales de los valles de La Grulla y La Encantada. 3. Cambio climático. 4. Residuos de comida en zonas de acampar. 5. Atropellamiento de fauna derivado del tránsito vehicular. 6. Ganadería dentro del Parque Nacional. 7. Incendios forestales.

5.4 Desarrollo de Propuestas de acciones de manejo para la conservación de *Tamiasciurus mearnsi* y *Microtus californicus hyperythrus*

La propuesta para las acciones de manejo para la conservación de estas especies (**tabla 3**), se realizó de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis FODA, con esto las debilidades y amenazas fueron convertidas en objetivos de manejo y se adaptaron a los componentes de conservación y manejo del Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, para generar las recomendación necesarias de acuerdo a cada componente del subprograma de conservación, a su vez, se mencionan los actores clave involucrado, así como el plazo y el indicador de éxito para medir dicha acción.

Las acciones propuestas incluyen la restauración de hábitats degradados, la implementación de programas de monitoreo continuos, y la promoción de la educación ambiental entre la comunidad. Estas acciones, si se implementan adecuadamente, podrían mejorar significativamente las condiciones para la supervivencia de *Tamiasciurus mearnsi* y *Microtus californicus hyperythrus* y su hábitat.

Tabla 3. Diseño de propuesta de acciones de manejo para la conservación de *Tamiasciurus mearnsi* y *Microtus californicus hyperythrus* y su hábitat en el PNSSPM.

Subprogramas de conservación.	Recomendación	Sector involucrado	Tiempo (plazo)	Indicador
Protección	Diseñar un programa de monitoreo permanente para estas especies que asegure su supervivencia y la preservación de su hábitat.	UABC y PNSSPM.	Largo plazo.	Recuperación de hábitat y aumento de las poblaciones en ambas especies.
	Identificar los sitios prioritarios para la conservación de ambas especies (Subzona de preservación 2).	UABC y PNSSPM.	Corto Plazo.	Elaboración de mapa con los sitios prioritarios, presentados en un informe técnico.
	Incluir a estas especies (<i>Tamiasciurus mearnsi</i> y <i>Microtus californicus hyperythrus</i>) en un programa de conservación y manejo que sea específico de estas.	UABC, PNSSPM, OSC	Largo plazo.	Elaborar una propuesta de programa de Acción para la Conservación de Especies (PACE).
Manejo	Implementar un cerco de exclusión permeable a la fauna en el hábitat de <i>Microtus californicus hyperythrus</i> (Subzona de preservación 2).	UABC, PNSSPM, OSC.	Corto plazo.	Implementar al menos un cerco de exclusión en el hábitat de <i>Microtus</i> .
	Colocar abrevaderos en las zonas de pastizales cercanas al hábitat de <i>Microtus</i> (Subzona de preservación 2).	UABC, PNSSPM, OSC.	Corto plazo.	Instalación de abrevaderos en los sitios de distribución de <i>Microtus</i> .

Restauración	Crear un programa de restauración en los humedales de La Grulla y la Encantada, el cual mejore las condiciones del hábitat de <i>Microtus</i> (Subzona de preservación 2) .	UABC, PNSSPM, OSC.	Largo plazo.	Presentar un informe técnico acerca del programa de restauración.
Conocimiento	Realizar estudios poblacionales sistematizados para obtener información actualizada acerca de la densidad poblacional de estas especies, así como su distribución.	UABC.	Corto plazo.	Informe técnico con los resultados obtenidos y publicación de dichos resultados en una revista científica.
	Ampliar zonas de estudio, como por ejemplo comenzar a trabajar en la en la zona sur del PN.	UABC.	Corto plazo.	Mapa con los nuevos sitios visitados.
	Realizar modelos predictivos de cambio climático que permitan conocer el panorama de estas especies y su hábitat.	UABC.	Largo plazo.	Informe técnico donde se describa el modelo de predicción y sus resultados.
	Diversificar áreas del conocimiento (Estudios conductuales, de manejo, ecología, etc.).	UABC.	Largo plazo.	Aumento en el número de publicaciones (tesis, artículos científicos, notas) enfocadas a las áreas con menos publicaciones.
Cultura	Crear programas de educación ambiental para difundir el conocimiento e importancia de estas especies.	UABC, PNSSPM, OSC.	Corto plazo.	Elaboración de al menos un producto que contribuya a la difusión y divulgación del conocimiento de <i>Microtus c h</i> y <i>Tamiasciurus m</i> .
	Realizar exposiciones donde se hable específicamente de las especies endémicas del Parque Nacional.	UABC, PNSSPM, OSC.	Corto plazo.	Evento de exposición, número de asistentes.

	Impartición de talleres teórico-prácticos acerca del manejo y conservación de estas especies para guardaparques, brigadistas, estudiantes y personas interesadas.	UABC, PNSSPM, ONG.	Mediano plazo.	Asistencia de al menos 15 personas al taller.
Gestión	Formalizar convenios entre Parque Nacional, academia y Asociaciones civiles, tanto nacionales como internacionales.	UABC, PNSSPM, ONG.	Corto, mediano y largo plazo.	Convenio (Documento) que acredite dichas relaciones.
	Realizar un taller con los ganaderos y propietarios donde se les Introduzca a estas especies y su importancia en el ecosistema.	UABC, PNSSPM, ONG.	Corto plazo.	Taller donde se cuente con la asistencia de los ganaderos y actores clave.
	Actualizar la información de estas especies en el Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, así como incluir estrategias que contribuyan a la conservación de estas especies.	PNSSPM, CONANP, SEMARNAT.	Mediano plazo.	Actualización del programa de conservación y Manejo.
	Modificar reglamento del programa de conservación para permitir instalación de infraestructura en apoyo a la investigación científica.	PNSSPM, CONANP, SEMARNAT.	Largo plazo.	Actualización del programa de conservación y Manejo.

5.5 Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER)

De acuerdo a la aplicación de la MER para la ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi*) y el ratón meteoro de California (*Microtus californicus huperuthrus*) se obtuvieron los siguientes resultados (**tabla 4**):

Tabla 4. Categorías de riesgo para la ardilla de San Pedro Mártir y el ratón meteoro de California, obtenidas con el análisis del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER).

Especie	Criterios				Total	Categoría de riesgo obtenida
	A	B	C	D		
<i>Tamiasciurus mearnsi</i>	4	1	4	4	12	P
<i>Microtus californicus huperuthrus</i>	4	3	3	4	14	P

Los criterios del análisis consistieron en lo siguiente: A= Amplitud de la distribución del taxón en México: 1= Ampliamente distribuida o muy amplia; 2= Medianamente restringida; 3= Restringida; 4= Muy restringida (<0.5% del territorio mexicano); B= Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón: 1= Propicio o poco limitante; 2= Intermedio o limitante; 3= Hostil o limitante; C= Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón: 1= Baja; 2= Media; 3= Alta; D= Impacto de la actividad humana sobre el taxón: 2= Bajo impacto; 3= Impacto medio; 4= Alto impacto. De acuerdo al puntaje obtenido (12 y 14), ambas especies se les asignó la categoría de “En peligro de extinción (P)”.

VI DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo principal proponer acciones de manejo para la conservación de *Tamiasciurus mearnsi* y *Microtus californicus hyperythrus*, especies endémicas del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir. Estos roedores juegan un papel crucial en el ecosistema del parque, y su conservación es fundamental para mantener la biodiversidad y la salud ecosistémica (Hilal et al., 2024).

6.1 Estado de conocimiento actual

Así como diversos autores lo mencionan (**anexos, tabla 1**), creemos que estudios acerca de la biología, ecología, comportamiento, y manejo son necesarios. Nuestros resultados acerca del estado de conocimiento actual para estas especies muestran la necesidad de diversificar las áreas del conocimiento con las que se trabaja actualmente, y comenzar a generar información que contribuya directamente a la conservación de estas especies.

6.2 Distribución y Abundancia

Los resultados indican que *Tamiasciurus mearnsi* tiene una distribución limitada principalmente a áreas con presencia de *Pinus jeffreyi*, lo cual concuerda con lo mencionado por Koprowski et al., (2006). donde mencionan que esta especie tiene afinidad hacia el bosque de coníferas, principalmente a sitios *Pinus jeffreyi*, el cual se comienza su distribución a partir de los 1500 m.s.n.m.

Nuestros resultados son similares a los presentados por Arguelles Corrado, (2018), donde menciona que los sitios con mayor abundancia para esta especie son las zonas de uso público/zonas de acampar. Esto pudiera deberse a que, dentro de estas áreas, las ardillas encuentran alimento debido de la presencia de turistas y campistas, incluso se ha reportado que algunas turistas alimentan a esta especie.

Algo importante a tomar en cuenta, y que puede influir en la cantidad de individuos observados durante los transectos, es la hora en la que estos se realizan, ya que según Koprowski et al., (2006), generalmente las ardillas tienen su pico de actividad durante la mañana (7:00 am), sin embargo, guardaparques y personal del Parque Nacional, sugieren que esta especie es mucho más activa en poco antes de que salga el sol (5:00 am-6:00 am), debido a esto, sugerimos realizar los monitoreos durante esas horas.

Microtus californicus hyperythrus no fue detectado en los sitios de muestreo actuales, algo que pudo haber afectado la presencia de esta especie es que semanas antes de los monitoreos, durante el mes de septiembre, un huracán en las costas del Pacífico Norte, causó estragos en la SSPM, donde los arroyos llegaron a alcanzar hasta tres metros de altura, cubriendo por completo sitios de pradera y valles como La Grulla, afectando en su totalidad el hábitat de esta especie, por lo tanto la ausencia de esta especie podría deberse a las recientes inundaciones así como lo menciona Wijnhoven et al., 2005, lo que resalta la necesidad de estudios continuos para evaluar su presencia, distribución y el efecto del cambio climático en esta especie.

6.3 Problemáticas de Conservación

El análisis FODA reveló varias amenazas clave, incluyendo la pérdida de hábitat y el cambio climático. Estas amenazas han sido documentadas en otras regiones donde estas especies están presentes, y nuestro estudio confirma su impacto negativo en el PNSSPM. La identificación de estos factores es crucial para el desarrollo de estrategias de manejo efectivas.

De acuerdo con González Gutiérrez y Guevara Carrizales, (2023), se encontró que las principales amenazas que afectan el hábitat del ratón meteorito de California en el PN son

la presencia de especies exóticas, cambio climático, y mal manejo de la ganadería (González De La Barrera, 2020).

En estudios posteriores, algunos autores mencionan que el cambio climático es una de las principales amenazas a tomar en cuenta para la conservación de ambas especies, debido a que estas especies presentan una distribución muy reducida, pudieran verse afectadas fácilmente por fenómenos naturales atípicos (Cudworth et al., 2010; Uribe Botero, E. 2015).

De acuerdo al Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER), se le asignó a ambas especies la categoría de “En peligro de extinción” (P), esto difiere a lo obtenido por Arguelles-Corrado, (2018), donde ella clasificó a *Tamiasciurus mearnsi* bajo la categoría de “Protección especial” (Pr), sugiriendo bajar su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010, coincidiendo solamente con *Microtus californicus*, donde se obtuvo la categoría P en ambos trabajos.

VII Conclusión

La presente investigación permitió identificar y analizar la situación actual de estas especies endémicas *Microtus californicus hyperythrus*) y *Tamiasciurus mearnsi*. A través de un diagnóstico detallado de su distribución y abundancia, tanto histórica como actual, se pudo observar una reducción significativa en su población y un deterioro en las condiciones de su hábitat, lo que pone en riesgo la conservación de estas especies.

El análisis de las problemáticas de conservación que enfrentan estas especies reveló que, entre los factores más críticos que afectan la supervivencia de estas especies, destacan la alteración de sus hábitats debido al cambio climático, la fragmentación de los ecosistemas, la presión humana y la actividad ganadera en el Área protegida. Además, las especies están sujetas a riesgos asociados como las especies invasoras que afectan su biodiversidad local.

A partir de estos hallazgos, se propusieron diversas acciones de manejo que buscan mitigar las amenazas identificadas y restaurar las condiciones del hábitat de *Microtus californicus hyperythrus*) y *Tamiasciurus mearnsi*. Estas acciones incluyen la restauración ecológica de áreas degradadas, la implementación de medidas de monitoreo y conservación, así como difusión de la educación ambiental para la comunidad local.

En conclusión, la propuesta presentada no solo busca garantizar la conservación de *Microtus californicus hyperythrus*) y *Tamiasciurus mearnsi*, sino también contribuir a la preservación de la biodiversidad y la integridad ecológica del PNSSPM, asegurando un enfoque integral que considere tanto la gestión de las especies como la restauración y protección de sus hábitats naturales. Las acciones de manejo planteadas deben ser implementadas de manera continua y adaptativa, con un seguimiento constante de los resultados para asegurar la efectividad de las estrategias a largo plazo.

Este trabajo contribuye, por tanto, a la consolidación de un marco de conservación para estas especies endémicas y destaca la importancia de integrar la ciencia, el manejo y la participación comunitaria en los esfuerzos de conservación dentro de Áreas Naturales Protegidas de Baja California.

VIII Recomendaciones para futuros estudios

Futuros estudios deberían centrarse en la evaluación de la genética poblacional de estas especies para entender mejor su variabilidad y resiliencia. Además, se recomienda la implementación de programas de monitoreo más extensos y la inclusión de nuevas tecnologías, como el uso de cámaras trampa y drones para la evaluación del hábitat.

Una de las principales limitaciones fue la inaccesibilidad a ciertos sitios de muestreo debido a las condiciones climáticas adversas. Además, la falta de detección de *Microtus californicus hyperythrus* podría haber sido influenciada por el período de muestreo relativamente corto y las recientes inundaciones. Estas limitaciones subrayan la necesidad de enfoques de monitoreo a largo plazo y la implementación de metodologías más robustas.

Las restricciones descritas en la matriz de usos del programa de conservación y manejo para la subzona de preservación II (página 114), constituyó una limitante, debido a que, dentro de las actividades no permitidas, esta cita lo siguiente: “11. Desarrollo de infraestructura para apoyo a las actividades recreativas 12. Desarrollo de infraestructura para apoyo a la investigación científica”, debido a esto, no fue posible accionar y comenzar con la instalación de un cerco de exclusión para proteger a la especie y permitir la restauración de su hábitat. Por lo cual, recomendamos que esto sea tomado en consideración en la actualización del nuevo programa de conservación y manejo, para que esto no sea una limitante.

Para el caso de *Microtus*, creemos que algunas acciones puntuales tienen que ser tomadas de manera inmediata para poder asegurar su supervivencia. Consideramos que la propuesta de González Gutiérrez (2023) de colocar un cerco de exclusión en el sitio de distribución del ratón meteoro, debería de ser implementado. Este cerco permitiría la restauración del ecosistema, afectado principalmente por el sobrepastoreo (**anexos, figura 7**).

Se recomienda ampliamente elevar la categoría de riesgo en la que se encuentra actualmente la ardilla de San Pedro Mártir en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pasando de “Amenazada” (A) a “En peligro de extinción” (Pr).

IX BIBLIOGRAFÍA

- Aguado-Bautista, Ó., & Escalante, T. (2015). Cambios en los patrones de endemismo de los mamíferos terrestres de México por el calentamiento global. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(1), 99–110. <https://doi.org/10.7550/rmb.46637>
- Arguelles Corrado, A. (2018). Estado de conservación actual de mamíferos endémicos del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, y sus perspectivas de manejo [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California]. Universidad Autónoma de Baja California.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2006). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Cudworth, N. L., & Koprowski, J. L. (2010). *Microtus californicus* (Rodentia: Cricetidae). *Mammalian Species*, 42, 230–243. <https://doi.org/10.1644/868.1>
- Elliot, D. G. (1903). A list of mammals collected by Edmun Heller, in the San Pedro Martir and Hanson Laguna Mountains and the accompanying coast region of Lower California with description of apparently new species. *Field Columbian Museum-Zoology*, 3, 1-53.
- Fischer, C., Gayer, C., Kurucz, K., Riesch, F., Tscharrntke, T., & Batáry, P. (2018). Ecosystem services and disservices provided by small rodents in arable fields: Effects of local and landscape management. *Journal of Applied Ecology*, 55, 548–558. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13016>
- González De La Barrera, D.M. 2020. [Distribución y abundancia de mamíferos medianos y grandes en diferentes niveles de pastoreo por ganado en la pradera de La Grulla, Sierra de San Pedro Mártir, Baja California: período 2015-2019. Tesis de maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C., México.](#)
- González Gutiérrez, N. S., & Guevara Carrizales, A. A. (2023). Percepción sobre el ratón meteoro de California (*Microtus californicus huperuthrus*) y su hábitat en la pradera de la Grulla, parque nacional de Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California]. Universidad Autónoma de Baja California.

- Guevara-Carrizales, A. A., Ruiz-Campos, G., Escobar-Flores, J., Martínez-Gallardo, R., Briones-Salas, M., Hortelano-Moncada, Y., & Sosa-Escalante, J. E. (2016). Mamíferos terrestres de las ecorregiones áridas del estado de Baja California. En Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología AC, Universidad de Guanajuato (pp. 63-90).
- Guevara-Carrizales, Aldo., Peralta-García, Anny., Valdez-Villavicencio, Jorge H., Mahrtdt, Clark R., and Ruiz-Campos, Gorgonio, (2016) "Confirmation of the presence of *Microtus californicus* in Baja California, México," *Western North American Naturalist*: Vol. 76: No. 4, Article 9.
- Harper, A., Mellink, E., Tremor, S., & Vanderplank, S. (2016). Rediscovery of a high-altitude vole, *Microtus californicus*, in Baja California, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 61(4), 333-338.
- Harper, A., Peralta-García, A., Valdez-Villavicencio, J. H., Tremor, S., & Conroy, C. J. (2020). Current Distribution of the California Vole (*Microtus californicus*) in Baja California, Mexico. *Western North American Naturalist*, 80(2), 194. <https://doi.org/10.3398/064.080.0207>
- Hilal, M. G., Ji, C., Li, Y., Tang, K., Li, H., Liu, X., Lin, K., & Wang, D. (2024). Deciphering the role of rodents in grassland degradation: A review. *Journal of Environmental Management*, 370, 122618. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.122618>
- Howard, C., Flather, C. H., & Stephens, P. A. (2020). A global assessment of the drivers of threatened terrestrial species richness. *Nature Communications*, 11(1), 993. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14848-7>
- Huey, M. (1964). The mammals of Baja California, México. *Transactions of the San Diego Natural History Society*, 13, 1–34.
- Koprowski, J. L., Ramos, N., Pasch, B. S., & Zugmeyer, C. A. (2006). OBSERVATIONS ON THE ECOLOGY OF THE ENDEMIC MEARN'S SQUIRREL (*TAMIASCIURUS MEARNSI*). *The Southwestern Naturalist*, 51(3), 426–430. [https://doi.org/10.1894/0038-4909\(2006\)51\[426:OOTEOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1894/0038-4909(2006)51[426:OOTEOT]2.0.CO;2)
- Martínez Rangel, S. G. (2022). Murciélagos del parque nacional sierra de San Pedro Martír, Baja California, México: Recomendaciones para su conservación. Universidad Autónoma de Baja California. <https://doi.org/10.57840/UABC-351>

- Mellink, E. (1991). Mamíferos conocidos de la Sierra San Pedro Mártir. En Memorias de la III Semana de la Exploración y la Historia (pp. 1–34). Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California.
- Lindsay, S. L. (1981). Taxonomic and biogeographic relationships of Baja California chickarees (*Tamiasciurus*). *Journal of Mammalogy*, 62(3), 673-682. <https://doi.org/10.2307/1380381>.
- Prieto Valles, E. L. (2016). Distribución de los mamíferos grandes y medianos en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, como una herramienta para el plan de conservación y manejo [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California]. Universidad Autónoma de Baja California.
- Ramos-Lara, N. (2012). Ecology of the endemic Mearns's squirrel (*Tamiasciurus mearnsi*) in Baja California, México [Tesis doctoral, University of Arizona]. University of Arizona.
- Ramos-Lara, N., & Koprowski, J. L. (2015). Spacing behavior of a nonlarder-hoarding *Tamiasciurus*: A study of Mearns's squirrels in xeric coniferous forests. *Ethology*, 121, 196–205. <https://doi.org/10.1111/eth.12327>
- Ramos-Lara, N., Koprowski, J. L., & Swann, D. E. (2013). Nest-site characteristics of the montane endemic Mearns's squirrel (*Tamiasciurus mearnsi*): An obligate cavity nester? *Journal of Mammalogy*, 94(1), 50–58. <https://doi.org/10.1644/12-MAMM-A-165.1>
- Rebman, J. P. y Roberts, C. (2012). Baja California Plant Field Guide, tercera edición. San Diego: San Diego Natural History Museum Publication.
- Riemann, H., Santes-Álvarez, R. V., & Pombo, A. (2011). El papel de las áreas naturales protegidas en el desarrollo local. *Gestión y Política Pública*, XX (1), 141-176.
- Ruiz-Campos, G., Martínez-Gallardo, R., Guevara-Carrizales, A. A., Escobar-Flores, J. G., Alaníz-García, J., González-Guzmán, S., & Delgadillo-Rodríguez, J. (2014). Manual de técnicas selectas para evaluar fauna silvestre en Baja California. Universidad Autónoma de Baja California.
- Ruiz-Campos, G. (2017). La trucha arcoíris de la sierra San Pedro Mártir: bionomía, ecología poblacional, hábitat y conservación. Tirant Lo Blanch, México.
- Sánchez, O., Medellín, R., Aldama, A., Goettsch, B., Soberón, J., & Tambutti, M. (2007). Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER).
- Sánchez-Salas, J., Muro, G., Estrada–Castillón, E., & Alba-Ávila, J. A. (2013). EL MER: UN INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL RIESGO DE EXTINCIÓN DE ESPECIES EN MÉXICO. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León,

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio: Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.

Steiner, M., & Huettmann, F. (2021). Justification for a taxonomic conservation update of the rodent genus *Tamiasciurus*: Addressing marginalization and mis-prioritization of research efforts and conservation laissez-faire for a sustainability outlook. *The European Zoological Journal*, 88(1), 86–116.
<https://doi.org/10.1080/24750263.2020.1857852>

Uribe Botero, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. <https://hdl.handle.net/11362/39855> [Recurso electrónico].

Wijnhoven, S., Van Der Velde, G., Leuven, R. S. E. W., & Smits, A. J. M. (2005). Flooding ecology of voles, mice and shrews: The importance of geomorphological and vegetational heterogeneity in river floodplains. *Acta Theriologica*, 50(4), 453–472.
<https://doi.org/10.1007/BF03192639>

X. Anexos.

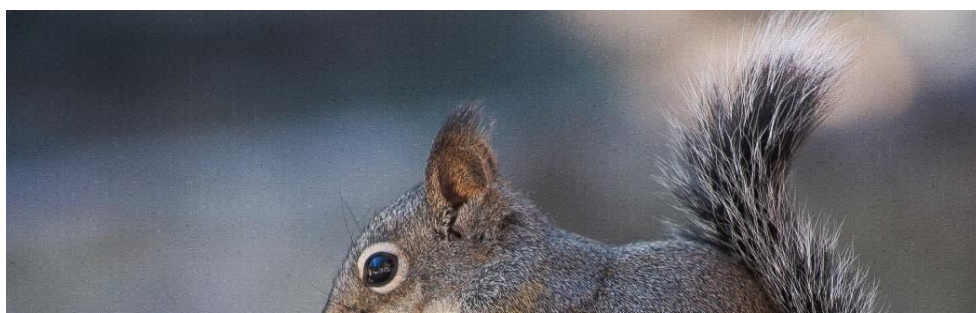


Figura 1. *Tamiasciurus mearnsi* o Ardilla de San Pedro Mártir. Fotografía por Aldo A Guevara-Carrizales.



Figura 2. *Microtus Californicus hyperuthrus* o Ratón meteoro de California. Fotografía por Aldo Guevara.



Nombre	Dependencia	Correo electrónico	Firma
Andrea Lucia Ayala Guerrero	UABC	andrea.lucia.ayala@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Andrés Cantabria Bentes	UABC	acantabria@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Nilvany Daniela Sánchez Ceja	UABC	daniela.sanchez@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Tais Enriquez Albarain	UABC	enriquez.tais@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
José Rodolfo Gómez Mártes	UABC	josf.rodrigo.gomez.martes@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Daniel Cantabria Álvarez	UABC	dcantabria@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
José Manuel García García	UABC	josm.garcia@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Octavio Chindillas Salinas	UABC	octavio.chindillas@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Aida Guerrero	UABC	aida.guerrero@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Jonathan Villareal	UABC	jonathan.villareal@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Verónica Meza López	CONANP		

Nombre	Dependencia	Correo electrónico	Firma
Natalia A. Rodríguez	UABC		<i>[Firma]</i>
Oscar Gerardo Sison Hinojosa	UABC		<i>[Firma]</i>
Edgar Gómez Rodríguez	UABC		<i>[Firma]</i>
Jesús Antonio Caba Valencia	UABC		<i>[Firma]</i>
Denise Damazo Alcaral	UABC		<i>[Firma]</i>
Osvaldo Jarama García	UABC		<i>[Firma]</i>
Andrea García Canti	UABC	ac35612@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Lucía Durazo	UABC	durazo.lucia@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Riemann Sebastián	UABC	striemann@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Franco Alvarado	UABC	franco.alvarado@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Jesús Antonio Pitones	UABC	Jesus.Pitones@uabc.edu.mx	<i>[Firma]</i>
Juan Vargas	Condor		

Figura 3. Lista de asistencia Taller de Planificación



Figura 4. Presentación informativa acerca de estas especies y descripción de la actividad



Figura 5. Reunión de equipos para elaboración de análisis FODA



Figura 6. Discusión grupal del análisis FODA

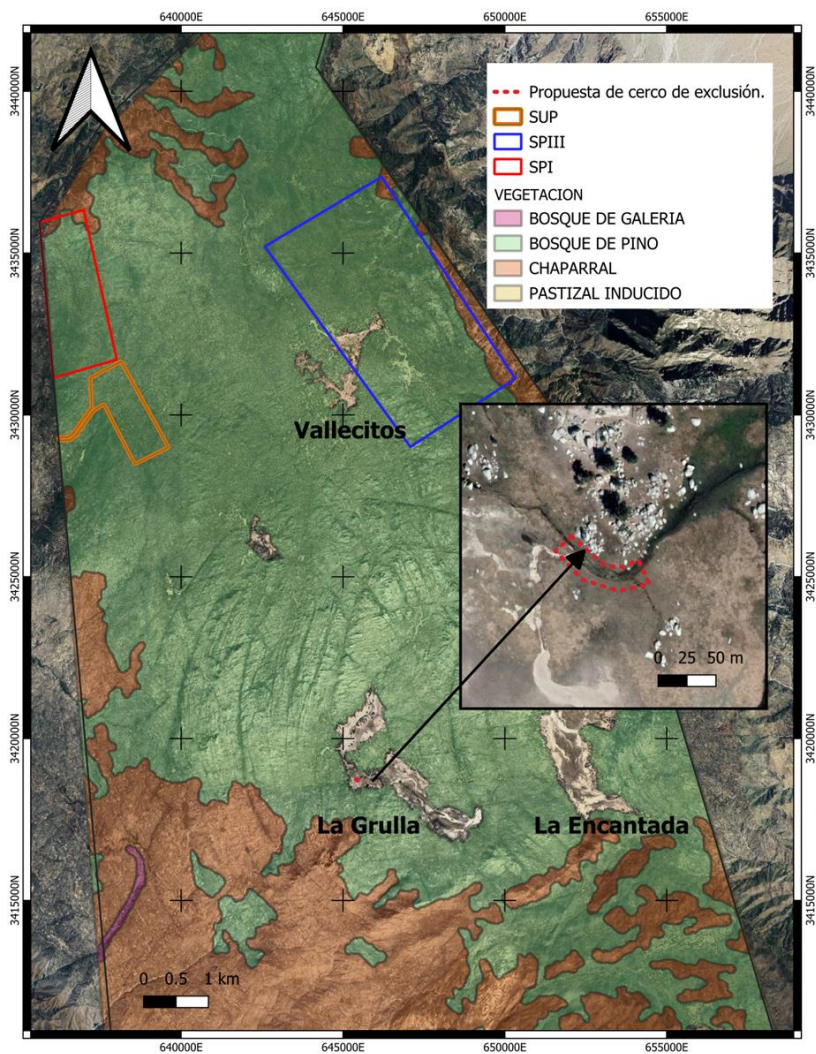


Figura 7. Propuesta de cerco de exclusión diseñada por González Gutiérrez y Guevara Carrizales, (2023), mapa de elaboración propia.

Tabla 1. Publicaciones en las que se proponen estrategias puntuales para la conservación y manejo de ambos roedores.

Año	Título	Autor	Especie	Recomendaciones
2002	The mammals of México: Composition, Distribution, and Conservation Status.	Ceballos, Gerardo. Arroyo-Cabrales, Medellín Rodrigo.	Ambas	Recomiendan realizar más estudios enfocados en la biología de estas especies y su estado de conservación.
2006	Observations on the ecology of the endemic mearns's squirrel (<i>Tamiasciurus mearnsi</i>).	Koprowski, John L.; Ramos, Nicolás; Pasch, Bret S.; Zugmeyer, Claire A.	Tm	Remarcan la necesidad de realizar más estudios en diversos aspectos ecológicos de la especie, también recomiendan realizar censos poblacionales para conocer el estado de la población, así como investigar el estatus de la ardilla gris introducida para formular estrategias de conservación que favorezcan a la ardilla de San Pedro Mártir.
2009	Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir.	CONANP.	Ambas	No proporciona recomendaciones puntuales que contribuyan a la conservación de estas especies.
2010	Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	CONANP/SEMARNAT.	Ambas	No proporciona recomendaciones puntuales que contribuyan a la conservación de estas especies, solo las enlista en alguna categoría de riesgo.
2010	<i>Microtus californicus</i> (Rodentia: Cricetidae)	Cudworth, Nichole L. Koprowski, John L.	Mc	Mencionan algunas amenazas como la fragmentación de hábitat y la reducción de los cuerpos de agua por la ganadería, comentando que son problemas necesarios de atender.

2012	Efectividad de las Áreas Naturales Protegidas Terrestres en la conservación de vertebrados endémicos en la península de Baja California.	Ramírez-Acosta, Jorge.	Ambas	Recomienda que los planes de manejo incluyan medidas específicas para la conservación de estas especies y su hábitat, así como incrementar el conocimiento básico alrededor de estas especies.
2012	Ecology of the endemic mearns's squirrel (<i>Tamiasciurus mearnsi</i>) in Baja California, Mexico.	Ramos-Lara, Nicolás.	Tm	Este autor menciona la importancia de dar a conocer los servicios ecosistémicos que las ardillas proporcionan y su uso como bioindicadores, con el objetivo de establecer planes de manejo adecuados para la conservación de esta especie.
2014	Spacing Behavior of a Non-Larder-Hoarding <i>Tamiasciurus</i> : A Study of Mearns's Squirrels in Xeric Coniferous Forests	Ramos-Lara, Nicolas & Koprowski, John L.	Tm	Remarcan la importancia de realizar más estudios, así como la oportunidad de estudiar más temas acerca de estas especies.
2016	<i>Tamiasciurus mearnsi</i> (Rodentia: Sciuridae)	Koprowski, John L.; Steele, Michael A.; Ramos-Lara, Nicolás.	Tm	No dan recomendaciones sin embargo mencionan algunas amenazas como la introducción de la ardilla gris, la fragilidad de su hábitat y lo poco que se conoce de la ardilla de San Pedro Mártir.
2016	Mamíferos de Baja California, México	Guevara-Carrizales, Aldo A. Ruiz-Campos, Gorgonio. Escobar-Flores, Jonathan.	Ambas	Recomiendan ampliar las medidas de conservación, así como implementar programas de manejo específicos para estas especies.
2016	Confirmation of the Presence of <i>Microtus californicus</i> in Baja California, México.	Guevara-Carrizales, Aldo A. Peralta-García, Anny. Valdez-Villavicencio, Jorge H. Mahrtdt, Clark R. Ruiz-Campos, Gorgonio.	Mc	Recomiendan un mayor esfuerzo de muestreo, así como la implementación de un plan de manejo y programas de monitoreo periódicos para reducir las amenazas que la especie puede enfrentar.

2016	Rediscovery of a high-altitude vole, <i>Microtus californicus</i> , in Baja California, México	Harper, Mellink, Tremor, Vanderplank, Sula.	Alan. Eric. Scott.	Mc	Mencionan que una de las principales amenazas de esta especie es el pastoreo, por lo cual recomiendan que esta actividad sea reducida o eliminada, al menos cerca de los cuerpos de agua donde la especie habita, también recomiendan que un programa de monitoreo sea implementado, tanto como para la especie, así como para su hábitat.
2018	Estado de conservación actual de mamíferos endémicos del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, y sus perspectivas de manejo.	Corrado Alejandra.	Arguelles,	Ambas	Arguelles Corrado recomienda que se preste atención especial a los residuos sólidos generados en las zonas de acampar, ya que estos pueden afectar la salud de los organismos como la ardilla. De la misma manera propone que se realicen monitoreos constantes de acuerdo con su fenología. También propone para el área de la Grulla una serie de acciones de restauración y conservación, como: Remover el ganado del lugar por lo menos un año o contemplar la ganadería holística como actividad alternativa. Para finalizar recomienda seguir desarrollando información biológica y ecológica de estas especies.
2020	Current distribution of the California vole (<i>Microtus californicus</i>) in Baja California, Mexico.	Harper, Alan, Peralta-García, Anny-Valdez-Villavicencio, Jorge H. Tremor, Scott. Conroy, Chris J.		Mc	Señalan como una de las principales amenazas para esta especie al sobrepastoreo, por lo cual proponen que este sea controlado, así como recomiendan la instalación de cercos de exclusión para reducir el daño ocasionado por el ganado al hábitat de <i>Microtus</i> , mencionan que también es importante iniciar con un programa para la restauración de los humedales en la Grulla.

2021	Justification for a taxonomic conservation update of the rodent genus <i>Tamiasciurus</i> : addressing marginalization and mis-prioritization of research efforts and conservation laissez-faire for a sustainability outlook	Steiner, M.Huettmann, F.	Tm	Mencionan que esta especie requiere urgentemente mayores esfuerzos de conservación, debido a que se cree que sus poblaciones son pequeñas y están disminuyendo. Así como su hábitat es muy reducido y vulnerable.
2023	Percepción sobre el ratón meteoro de California (<i>Microtus Californicus Hyperythrus</i>) y su hábitat en la pradera de la Grulla, parque Nacional de sierra San Pedro Mártir, Baja California, México	González Gutiérrez & Guevara Carrizales.	Mc	Esta autora recomienda que se continúe con un programa de monitoreo anual para las poblaciones del ratón meteoro, y que este sea de manera ordenada y sistematizada, priorizando conocer la densidad poblacional de la especie. También recomienda realizar monitoreos de la calidad del agua y su hábitat, así como restaurar los humedales en la Grulla, para esto recomienda la implementación de un cerco de exclusión al ganado, así como abrevaderos.