



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias



Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

**MURCIÉLAGOS DEL PARQUE NACIONAL SIERRA DE SAN  
PEDRO MARTÍN, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO:  
RECOMENDACIONES PARA SU CONSERVACIÓN**

T e s i s

que para obtener el grado de

Maestra en Ciencias

Presenta:

Sayuri Guadalupe Martínez Rangel

Ensenada, Baja California

agosto 2022



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias



Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

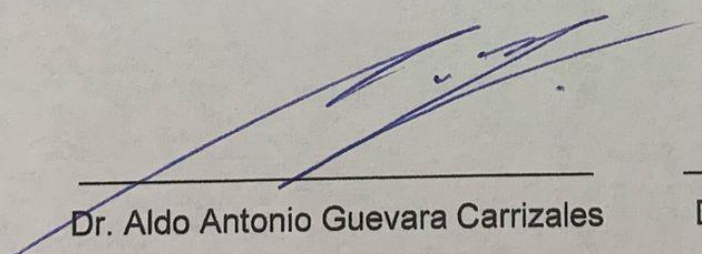
**MURCIÉLAGOS DEL PARQUE NACIONAL SIERRA DE SAN  
PEDRO MARTÍN, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO:  
RECOMENDACIONES PARA SU CONSERVACIÓN**

Tesis  
que para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias

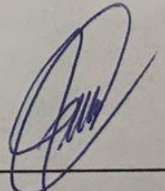
Presenta:

Sayuri Guadalupe Martínez Rangel


Aprobado por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Aldo Antonio Guevara Carrizales

Director

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gorgonio Ruiz Campos

Co-Director

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gonzalo de León Girón

Sinodal

## DEDICATORIA

Para Corina, Santiago y Raquel,  
Por siempre estar.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer al CONACYT por el apoyo económico a lo largo de cuatro semestres con la beca de posgrado.

Gracias a mis padres, Corina Rangel Cardozo y Santiago Martínez Hernández por siempre darme ánimos y ayudarme a superar los obstáculos que se me presentaban a lo largo de todo el posgrado y durante la elaboración de la tesis. A mis amigos, por preocuparse por mis avances, orientarme cuando me sentía perdida y darme palabras de ánimo. Al personal del PNSSPM por tener siempre el tiempo para aclarar mis dudas, por su participación en talleres y salidas de campo.

Y sobre todo a los investigadores que me ayudaron a elaborar esta Tesis, Dr. Aldo Guevara, Dr. Gorgonio Ruiz y Dr. Gonzalo De León, por su dedicación, por siempre estar disponibles a cualquier hora y momento, que, aunque hubo complicaciones me ayudaron a sacar adelante el trabajo. A la Dra. Verónica Zamora Gutiérrez por su orientación en diversos temas, a su disponibilidad para responder dudas de todas las maneras posibles y sobre todo por ayudarme a poner los pies en la tierra respecto a mis objetivos.

Muchas gracias a todos.

## INDICE

RESUMEN.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. ANTECEDENTES.....	12
2.1 IMPORTANCIA Y CONSERVACION DE LOS MURCIELAGOS .....	12
2.2 VACÍOS DE INFORMACIÓN EN MEXICO.....	15
2.3 LA ÁREA NATURAL PROTEGIDA DE LA SIERRA SAN PEDRO MÁRTIR .....	18
2.4 LOS MURCIELAGOS EN EL PARQUE NACIONAL SIERRA DE SAN PEDRO MARTIR .....	20
III. HIPOTESIS .....	22
IV. OBJETIVOS.....	23
V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	24
VEGETACIÓN .....	26
FAUNA .....	27
CLIMA.....	28
GEOLOGÍA.....	29
VI. METODOLOGIA.....	31
6.1 Identificar el sesgo espacial en el PNSSPM .....	31
6.2 Estado de conocimiento de la ecología de murciélagos en el PNSSPM .....	33
Sugerir y evaluar sitios potenciales para el monitoreo de murcielagos...	33
VII. RESULTADOS .....	35

<b>Identificar los sesgos de muestreo espacial .....</b>	<b>37</b>
<b>Determinar el estado de conocimiento de la ecología de murciélagos en el PNSSPM.....</b>	<b>45</b>
<b>Sugerir y evaluar sitios potenciales para el monitoreo de murciélagos... </b>	<b>47</b>
<b>VIII. DISCUSION .....</b>	<b>54</b>
<b>IX. CONCLUSION.....</b>	<b>56</b>
<b>X. LITERATURA CITADADA.....</b>	<b>58</b>

## INDICE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio en el noroeste de México.....	25
Figura 2. Ocurrencias de murciélagos en el PNSSPM por década.....	36
Figura 3. Colecciones con especímenes de murciélagos en el PNSSPM .....	37
Figura 4. Sitios de muestreados del año 1902 al 2017 en el polígono del PNSSPM.....	38
Figura 5. Caminos y sitios muestreados en el PNSSPM.....	40
Figura 6. Distribución de <i>Myotis thysanodes</i> en bases de datos y mapas de UICN.....	42
Figura 7. Distribución de <i>Corinorhynchus townsendii</i> en bases de datos y mapas de UICN.....	43
Figura 8. Distribución de <i>Lasiurus cinereus</i> en bases de datos y mapas de UICN.....	44
Figura 7. Distribución de <i>Corinorhynchus townsendii</i> en bases de datos y mapas de UICN.....	45

## INDICE CUADROS

Cuadro I. Especies de murciélagos registradas en bases de datos para el PNSSPM.....	35
Cuadro II. Área de representación de los polígonos Voronoi.....	39
Cuadro III. Literatura que aborda temas de murciélagos para el PNSSPM....	45
Cuadro IV. Especies presentes en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.....	46
Cuadro V. Localidades de PNSSPM y número de especies por localidad.....	47
Cuadro VI. Localidades con presencia de murciélagos y tipo de hábitat.....	48
Cuadro VII. Tipos de hábitat, impactos y fuentes en el PNSSPM.....	49
Cuadro VIII. Criterios de evaluación para las localidades del PNSSPM.....	50
Cuadro IX. Criterios para la valoración de sitios importantes en el PNSSPM....	52

## RESUMEN

Los estudios de murciélagos se han incrementado a lo largo de los años, debido al interés en ellos por el papel que desempeñan en el ecosistema, sin embargo, aún existen zonas donde el conocimiento que se tiene es poco o nulo, el presente trabajo pretende identificar el sesgo que presenta el Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir, las ocurrencias de murciélagos y los sitios prioritarios que deben continuar en investigación.

Mediante la búsqueda de artículos acerca de murciélagos en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, se realizó un análisis con los años, cantidad de sitios de muestreo, localidades, colecciones dando como resultado una base de datos, plasmada en QuantumGIS determinando las ocurrencias de murciélagos, posteriormente se identificaron variables como vegetación, caminos y cuerpos de agua o zonas de inundación para determinar el sesgo espacial, finalmente utilizando metodologías de zonas prioritarias se evaluaron las localidades para identificar su nivel de importancia e identificar las localidades con importancia alta.

**Palabras clave: sesgo, murciélagos, área natural protegida,**

# I. INTRODUCCIÓN

Los murciélagos son especies clave para el ecosistema debido a que nos brindan servicios ecosistémicos. La polinización es uno de ellos, ya que los murciélagos son los encargados de polinizar la mayoría de las cactáceas columnares de México, así como especies representativas, siendo capaces de visitar flores en distintas localidades en una sola noche y recorrer grandes distancias (Trejo-Salazar *et al.*, 2016), otras especies son responsables de iniciar el proceso de regeneración de áreas devastadas por desastres naturales o humanos al dispersar semillas, promoviendo la recuperación de ecosistemas (Medellín y Gaona, 2010). Así mismo, los murciélagos representan un grupo bastante útil como indicador de la calidad de un ecosistema, debido a que muchas especies son sensibles a la pérdida o a la fragmentación de su hábitat, cuando existe una perturbación, las poblaciones de murciélagos se reducen en tamaño afectando la composición local y la diversidad de las comunidades (Torres-Flores, 2005).

A pesar de su importancia existen vacíos de información. Los murciélagos son especies que se distribuyen en todos los continentes sin embargo en algunas regiones no se conoce lo suficiente sobre ellos, la diversidad de especies, dinámica de poblaciones (Mac Aodha, 2018; Blejwas *et al.*, 2014), forrajeo (Abarca-Díaz, 2016) y depredadores principales, ya sea por las condiciones climáticas de la región (Haarsma, A. y de Hullu, E., 2012) u orografía.

En el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) se encuentra el 80% de las especies de murciélagos que habitan en el estado de Baja California (Flores-Rojas, 2006). Los ecosistemas forestales que presenta el PNSSPM contribuyen a la regularización del clima en la región, que alberga importante riqueza biológica y diversos ecosistemas (CONANP, 2006).

Existen pocos estudios en el Área Natural Protegida sobre murciélagos. A pesar de que la Sierra de San Pedro Mártir es reconocida por brindar servicios ecosistémicos (Zavala-Álvarez et al., 2019) y se tienen identificadas varias especies de mamíferos endémicos (Guevara-Carrizales et al., 2016; Arguelles-Corrado, 2018), los murciélagos se mencionan pocas veces y los estudios existentes abordan en su mayoría la distribución de especies dejando de lado su ecología (CONANP, 2006; Flores-Rojas, 2006; Castañeda-Sánchez, 2013; Prieto-Valles, 2016; Arguelles-Corrado, 2018; Martínez-Rangel, 2018).

Los vacíos de información limitan la posibilidad de establecer programas de monitoreo de murciélagos. Es necesario conocer la distribución de las especies, ecología y uso de hábitat. Una de las principales limitaciones de la conservación es la falta de datos acerca de cómo la medida de conservación protegerá a los organismos con base a sus necesidades (Racey y Entwistle, 2003).

En el presente trabajo se analizarán los vacíos de información sobre los murciélagos del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) para así establecer recomendaciones efectivas para su conservación.

## **II. ANTECEDENTES**

### **2.1 IMPORTANCIA Y CONSERVACION DE LOS MURCIELAGOS**

El segundo grupo de mamíferos más diverso en el mundo son los murciélagos. México es el quinto país con mayor riqueza de especies quirópteras en el mundo, siendo identificadas 138 especies de quirópteros (Medellín et al. 2008), el país tiene alrededor del 15% del total de especies que habita en el mundo (Eguiarte, 2006) y de los cinco tipos de alimentación solo en nuestro continente se encuentran las especies hematófagas.

Los murciélagos son considerados indicadores del bienestar en el ecosistema. Un ecosistema es saludable cuando se mantiene funcionando por un largo periodo de tiempo (Trejo-Salazar et al. 2016), algunas especies de murciélagos exhiben un alto grado de especificidad de hábitat y son sensibles a los cambios en los ecosistemas, por lo que al presentarse un disturbio en la población de murciélagos puede ser indicador de que existe una alteración (Medellin et al., 2000; Ripperger et al., 2015), también, la variedad de dietas en las especies de murciélagos (nectarívoros, polinívoros, hematófagos, insectívoros y carnívoros) hace que se encuentren en todos los ecosistemas y así asumen un rol como depredador y presa (Kunz, et al., 2011).

Los murciélagos nos proveen diversos servicios ecosistémicos. Los servicios ecosistémicos son servicios que nos brinda el ambiente e incrementa la calidad de vida del ser humano (Kunz, et al., 2011), los murciélagos juegan un

papel importante ya que se han documentado diversos servicios al ecosistema, que se engloban en cuatro grupos (Ramírez-Francel et al., 2021):

1. polinizadores de plantas nativas,

Existen aproximadamente 750 especies de plantas polinizadas por murciélagos en el mundo (Kunz et al., 2011).

Los murciélagos en una sola noche pueden visitar flores en distintas localidades y transportar el polen a distancias de hasta 90 kilómetros (Trejo-Salazar et al., 2016) en los ecosistemas áridos y semiáridos de México son los principales polinizadores de agaves y cactáceas (Gómez et al., 2015).

Al recorrer grandes distancias y polinizar plantas alejadas entre sí, permite que exista variabilidad genética (Trejo-Salazar et al., 2016), lo que ayuda a las plantas a tener mayor resistencia a las enfermedades e infecciones bacterianas (Eguiarte et al., 2013).

2. controladores de plagas,

Actualmente se conocen más de 850 especies de murciélagos, entre ellos existen 17 familias que basan su dieta en insectos (García-Rivera y Mancina, 2010). Los murciélagos insectívoros son controladores de artrópodos, incluidos insectos considerados plagas para cultivos beneficiando a los agricultores (Kalka et al., 2008), también ayudan al control de artrópodos siendo estos vectores de enfermedades (Ghanem y Voigt, 2012).

3. dispersores de semillas

Se conoce que los murciélagos en regiones tropicales dispersan de dos a ocho veces más semillas que las aves, convirtiéndose en elementos fundamentales en la regeneración natural de las selvas y McSwiney (2010) demostró que, en las estaciones de secas, aproximadamente de entre el 80% y el 100% de las semillas que llegan al suelo en bosques son depositadas por murciélagos. Se ha demostrado que los murciélagos pueden depositar hasta 10 semillas/m<sup>2</sup>/noche = 100,000 semillas/ha/noche de acuerdo con Cornejo-Latorre et al. (2011).

#### 4. y fertilizadores naturales de suelo

Los murciélagos, clave para las regiones tropicales ya que colaboran en las tasas de regeneración y diversidad de plantas, así como en el reciclamiento de nutrientes y transferencia de energía en los ecosistemas, de acuerdo con Zarate-Martínez (2012) debido a su movilidad contribuyen a la redistribución de la energía, mejoran la heterogeneidad espacial de los nutrientes y contribuyen a la estructura genética de las poblaciones de plantas.

Algunas especies son responsables de iniciar el proceso de la regeneración de áreas devastadas por desastres naturales o humanos, también al dispersar las semillas de las plantas pioneras que promueven la recuperación de los ecosistemas (Medellín y Gaona, 2010) y son suministradores de guano (Ghanem y Voigt, 2012).

La percepción de la sociedad hacia los murciélagos es negativa y debido a que son especies poco carismáticas, las labores y esfuerzos para su conservación

se ha visto afectada. Con el paso de los años ha aumentado la mala reputación de los murciélagos a consecuencia de mitos y leyendas pero sobre todo se les relaciona con enfermedades como la rabia; de acuerdo con Whitaker y Douglas (2006), de las 8,262 especies analizadas en su estudio solo el 5.4% resultó positiva con el virus, siendo gatos y perros los principales vectores de esta enfermedad, recientemente se les atribuyó el virus SARS-CoV-2 sin embargo, no existe la evidencia suficiente como para acreditarlo (Galindo-González y Medellín, 2021). Esta percepción de riesgo ha ocasionado la reducción de las poblaciones de murciélagos al destruir sus hábitats y a su vez exterminarlos directamente (Hoffmaster et al., 2016) al continuar con este sesgo los beneficios que se obtienen de los murciélagos disminuirán o se perderán, lo que tendrá severas consecuencias para los ecosistemas y de igual manera para el ser humano (Kunz et al., 2011).

## **2.2 VACÍOS DE INFORMACIÓN EN MEXICO**

El primer paso para determinar la línea base en el conocimiento de una especie es conocer su ocurrencia, las bases de datos disponibles en línea nos facilitan el acceso a grandes cantidades de información que puede ser utilizada para la investigación. Los registros históricos y actuales sobre la distribución de especies son factores clave para identificar cambios en la diversidad y son utilizados en su mayoría para estudios macroecológicos (Yang, et al., 2013). Las bases de datos nos proporcionan información de presencia y ausencia de individuos; la "no detección" de especies provee información de ausencia, pero la

confiabilidad de estos datos depende del esfuerzo de muestreo (Jetz et al., 2019), este sesgo de muestreo geográfico puede conducir a patrones espaciales distorsionados de la biodiversidad (Yang et al., 2013) ocasionando que los rangos de las especies no estén documentados en su totalidad.

México es un territorio extenso lo que dificulta el estudio de las especies. La república mexicana se ha dividido en ecosistemas, ecorregiones, biomas, regiones terrestres prioritarias y áreas naturales protegidas..., todo esto para intentar conocer la diversidad de especies y conservar mayores extensiones de áreas; a pesar de los esfuerzos de la última década, un país tan megadiverso como México le resulta insuficiente la protección de las áreas actuales como porciones representativas del territorio (Koleff et al., 2009).

En las últimas décadas se han realizado esfuerzos para conocer las especies de murciélagos en México, las bases de datos con registros georreferenciables y biológicos son una herramienta útil al tener un concentrado de información, pero pueden estar sesgadas por los intereses de cada investigación. Una de las bases de datos más populares y completas en la actualidad, es la *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) ya que contiene datos de colectas y registros de ocurrencia de especies de todo el mundo y proveen una base importante para estudios de ecología y conservación (Amano, 2016), debido a que recientemente las investigaciones se han centrado en especies amenazadas y es probable que incluyan sesgos y vacíos en ciertas áreas o periodos de tiempo al enfocarse solo en un dato/objetivo (Boakes, 2010). De acuerdo con Daru et al. (2017) existen tres tipos de sesgos, los cuales son:

- sesgo taxonómico: es un tipo de muestreo donde se da prioridad a ciertos taxones sobre otros, usualmente como resultado de los intereses científicos de un coleccionistas u objetivos de algún proyecto.
- sesgo geográfico: se produce cuando los especímenes son colectados con mayor frecuencia en un sitio o localidad que en otro, producto de la accesibilidad, identificación de sitios prioritarios o por cumplir objetivos específicos de investigación.
- sesgo temporal: ocurre cuando existe mayor actividad de recolección en ciertos años o periodos del año.

El muestreo sesgado puede producir una representación inadecuada en la distribución de especies, debido a la omisión de ocurrencias que no fueron detectadas (Grand et al., 2007). Los errores y omisiones de datos en los registros de ocurrencias reducen las oportunidades para el manejo de especies y su conservación, aquellas especies en países con menos información a menudo son los que se encuentran mayormente amenazados (Amano, 2016).

Los vacíos de información limitan la conservación de los murciélagos. De acuerdo con Daru et al., (2018), si los muestreos se establecen de manera no aleatoria pueden estar sesgados estadísticamente, entonces al analizarlos sin tener en cuenta los sesgos podría generar resultados falsos. El conocimiento actual de la distribución de las especies no es completo; los procesos de descubrimiento de especies sesgados podrían revelar patrones espaciales erróneos que podrían resultar en modelos de distribución predictivos poco

confiables (Lobo, 2007). Para disminuir el sesgo en especies como murciélagos que son difíciles de detectar, son recomendables los monitoreos por largo periodo de tiempo, esfuerzos en conjunto como monitoreo acústico y trampas o redes de niebla pueden ofrecer evidencia de ausencia más confiable, pero a costa de la especificidad espaciotemporal (Boakes, 2010).

## **2.3 LA ÁREA NATURAL PROTEGIDA DE LA SIERRA SAN PEDRO MÁRTIR**

México tiene una gran variedad de ecosistemas y especies consideradas endémicas. La ubicación geográfica, su variedad de climas, topografía e historia geológica han hecho posible la diversidad biológica que conocemos en México, se observa en la riqueza de especies de flora y fauna, que forma una gran variedad de comunidades en islas y continente, englobando comunidades desde praderas de alta montaña, hasta las dunas costeras, humedales, bosques templados, bosques mesófilos de montaña, selvas, matorrales xerófilos y pastizales naturales (SEMARNAT, 2019).

Las Áreas Naturales Protegidas son lugares óptimos para la investigación ya que hay poca o nula perturbación antropogénica. La función más importante de las Áreas Naturales Protegidas es la conservación del capital natural del país que es reflejado en el sostenimiento de linajes genéticos, poblaciones y especies, así como en la preservación de las especies mediante la cobertura vegetal (Ortega-Rubio, et al, 2015).

En el estado de Baja California existen 20 zonas que se denominan Áreas Naturales Protegidas, estas conforman la mitad de la superficie del estado. Existen áreas que reúnen características únicas en los ecosistemas por su orografía, climas, diversidad biológica, etc., por esta razón se desarrollan en ellas hábitats únicos de flora y fauna considerados endémicos y se denominan Áreas Naturales Protegidas (SEFOA, 2011).

El Estado de Baja California, posee 20 áreas naturales protegidas (Meza, V. y Valenzuela, A., 2021).

1. Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.
2. Parque Nacional Constitución de 1857.
3. Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de San Lorenzo.
4. Área de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios.
5. Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California.
6. Reserva de la Biósfera Isla de Guadalupe.
7. Reserva de la Biósfera Islas del Pacífico de la Península de Baja California.
8. Reserva de la Biósfera Zona Marina Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y Salsipuedes.
9. Reserva de la Biósfera Alfo Golfo de California y Delta del Río Colorado.
10. Reserva Natural Valle Tranquilo.
11. Reserva Natural Punta Mazo.
12. Reserva Natural Monte Ceniza.
13. Costa Salvaje WildLands I.

- |                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 14. Costa Salvaje WildLands II. | 18. Los Montes de San Pedro II.  |
| 15. Costa Salvaje WildLands III | 19. Los Montes de San Pedro III. |
| 16. Costa Salvaje WildLands IV. | 20. Reserva Natural Estatal San  |
| 17. Los Montes de San Pedro I.  | Quintín.                         |

Solo cuatro ANP representan el 19% de la superficie del estado, la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, el Parque Nacional San Pedro Mártir, el Parque Nacional Constitución de 1857 y las Islas del Golfo de California, con una extensión de 1,363,125 hectáreas (SEFOA, 2011).

Una de las Áreas Naturales Protegidas de Baja California es el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir. Decretada ANP en 1947, es uno de los sitios en el país que cuenta con gran riqueza y diversidad, debido a sus características únicas es considerada isla de montaña, incluye ecosistemas de chaparral, bosque de pino piñonero y bosque mixto de coníferas, en donde existe una amplia diversidad faunística debido al cambio en el gradiente de vegetación (CONANP, 2006).

## **2.4 LOS MURCIELAGOS EN EL PARQUE NACIONAL SIERRA DE SAN PEDRO MARTIR**

A partir del año 1902 se registran capturas de murciélagos. En el listado de mamíferos realizado por Edmund Heller durante su viaje por la costa de Baja California (Elliot, 1903) realizo las primeras colectas de murciélagos para el

Parque, así como una descripción taxonómica de las especies colectadas para el PNSSPM.

En el PNSPM se distribuyen 14 especies de murciélagos las cuales son insectívoras. En el año 2006 se realizó por primera vez un inventario de la quiropterofauna de PNSSPM, en donde se identificaron 9 especies mediante redes de niebla y 14 especies utilizando métodos acústicos todas ellas insectívoras, y depositadas en colecciones científicas (Flores-Rojas, 2006).

Existe una especie endémica de murciélagos en el Parque Nacional. La función principal de las áreas naturales protegidas es la conservación de las especies, esencialmente de especies endémicas y de lugares donde existe gran riqueza específica garantizando su preservación, son ecosistemas ideales para conocer y experimentar acerca de lo que es el buen manejo y conocer la sustentabilidad de los recursos naturales (Ortega-Rubio, et al., 2015). La especie que solo se distribuye por el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir es el murciélago *Myotis evotis milleri*, está catalogado bajo la NOM-059- SEMARNAT-2010, como Protección Especial (CONANP, 2006) y habita en gran parte de la Sierra (Mellink, 1991).

### **III. HIPOTESIS**

- Los sitios de monitoreo de murciélagos en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir van a estar concentrados en lugares cercanos a cuerpos de agua y caminos.

## **IV. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar los sesgos de muestreo y vacíos de información de los murciélagos en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Identificar los sesgos de muestreo espacial
2. Determinar el estado de conocimiento de la ecología de murciélagos en el PNSSPM.
3. Identificar los sitios prioritarios para el monitoreo

## **V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La Sierra de San Pedro Mártir se ubica en Ensenada, Baja California y se caracteriza por tener vegetación tipo mediterráneo y bosque de coníferas; el Parque Nacional ocupa la parte más elevada de la Sierra y sus ecosistemas forestales contribuyen a la regulación del clima del área central de Baja California (Delgadillo, 2004 y CONANP, 2006).

Esta región destaca por su importancia biogeográfica, al contener comunidades de chaparral, encino, coníferas y otras comunidades templadas. Se encuentran reportadas diversas subespecies de roedores con carácter endémico, además de otras especies de fauna. El régimen de incendios en el área es esencialmente natural. El área representa refugios importantes para muchas especies faunísticas como el borrego cimarrón, la trucha arcoíris y el cóndor de California (CONANP, 2006). Por otra parte, la problemática ambiental en esta RTP es el interés de uso forestal, asentamientos turísticos, apertura de áreas residenciales para extranjeros, incremento en actividad pecuaria en los valles, fragmentación por caminos y carreteras “fuera de camino” y sin regulación, así como ganadería extensiva sin control e introducción de fauna (Delgadillo, 2004).

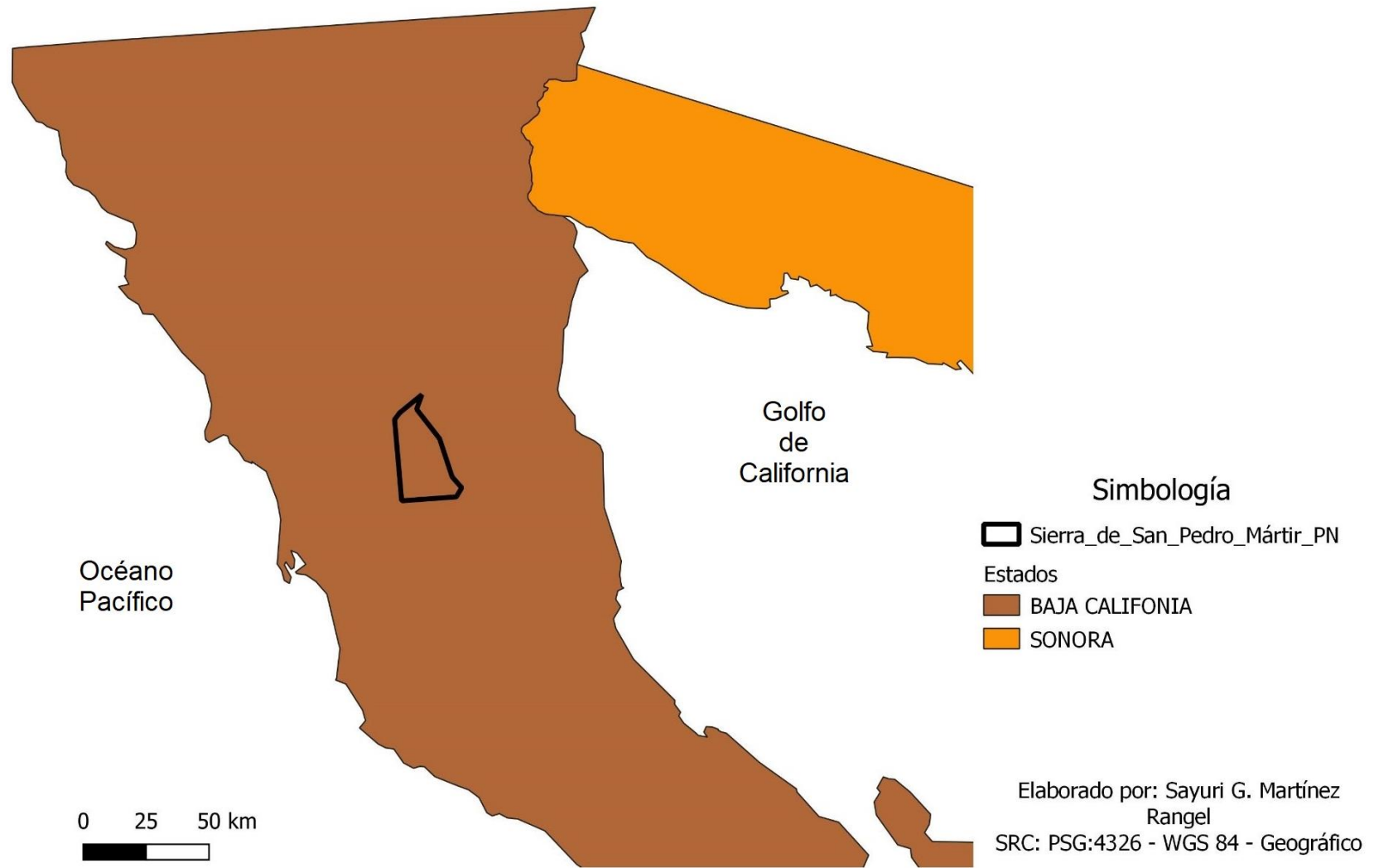


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el noroeste de México.

## VEGETACIÓN

El estado de Baja California es caracterizado por ser alto en endemismos, según estudios de Wiggins en 1980 un 23.2% de la flora es endémica, las sierras de Juárez y San Pedro Mártir presentan 102 especies endémicas, de las cuales 62 están restringidas a la provincia florística californiana.

En la vegetación vascular se encuentran 500 especies pertenecientes a 251 géneros y 78 familias, de las cuales 453 especies son nativas y 23 son endémicas de la sierra (Thorne *et al.*, 2010).

En las planicies húmedas se pueden encontrar herbáceas como *Juncus* spp., *Carex* spp., *Astragalus gruinus*, *Berula erecta*, *Cirsium foliosum*, *Epilobium adenocaulon*, *Oenothera californica*, *Poa annua* mientras que en las praderas secas se encuentran las herbáceas perennes de géneros como *Achillea*, *Aster*, *Potentilla* y *Muhlenbergia*. Hasta los 1800 msnm se encuentra el chaparral de chamizo con sus representantes: *Adenostoma fasciculatum*, *Ceanothus greggii*, *Rhus ovata*, *Arctostaphylos glauca*, *Ceanothus leucodermis*, *Nolina palmeri*; por encima de los 1800 msnm comienza el chaparral de manzanita *Arctostaphylos peninsularis*, llegando hasta los 2,200 / 2,400 msnm; enseguida se encuentra el bosque ripario con especie predominantes de *Populus fremontii* y *Salix* spp; el primer bosque se presenta en el PNSSPM es el Bosque de *Quercus* spp. Al este, entre los 1,500 y 2,700 m en un acantilado semiárido cubierto por *Q. chrysolepis*, *Q. cornelius-mulleri* y *Q. peninsularis* formando un sotobosque del bosque mixto de coníferas sobre las colinas de la altiplanicie (CONANP, 2006).

La Sierra de San Pedro Mártir es un sistema de alta montaña, se caracteriza por su clima tipo mediterráneo, con especies dominantes como el bosque de coníferas que se ubica en las partes altas, la especie con mayor abundancia es el *Pinus Jeffrey* (Rebman y Roberts, 2012) y estos bosques se distribuyen de los 1,500 msnm hasta 3,100 msnm, siendo una zona de alta capacidad de captación de agua durante el invierno (CONANP, 2006).

## **FAUNA**

Se sugieren que la fauna y otras formas de vida terrestre migraron desde las montañas de California a la península de Baja California (Nelson, 1921) sin embargo existen diferencias entre la biota de la Sierra y las montañas de California lo que también provoca endemismos.

La fauna de la Sierra de San Pedro Mártir se caracteriza por 65 especies de herpetofauna, entre ellos podemos encontrar que existen especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONANP, 2006), en la categoría Protección Especial se encuentran, el Eslizón del Noroeste (*Plestiodon gilberti*) y la Víbora de Cascabel (*Crotalus viridis eliert*); en la categoría de Amenazadas están la Culebra elegante (*Thamnophis elegans*) y la Serpiente de la Sierra (*Thamnophis hammondi*).

Se registran 57 especies de mamíferos, entre ellos se encuentran el puma (*Puma concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*), coyote (*Canis latrans*), tejón (*Taxidea taxus*) y zorro (*Urocyon cinereoargenteus*), también existen registros (Nelson, 1921) de poblaciones de roedores que incluían liebres, *Lepus* spp.; conejos, *Sylvilagus* sp.; ratas canguro, *Dipodomys merriami*; ratones, *Perognathus* sp.; ratas del desierto, *Neotoma lepida*

y ardillas *Spermophilus beecheyi*, *Tamiasciurus mearnsii* y la ardilla arbórea (*Tamiasciurus mearnsii*), considerada endémica a la sierra (CONANP, 2006) el Coyote es la especie que se distribuye por todo el PNSSPM y otra de las especies que detecto Prieto-Valles, (2016) pero con una muy baja incidencia de distribución fue el cacomixtle (*Bassaricus astutus*).

Por otro lado, se reportan 118 especies de aves incluyendo la SSPM y la Sierra de Juárez, de estas cinco especies de aves son endémicas Codorniz de Montaña (*Oreortyx pictus confinis*), Carpintero Velludo (*Leuconotopicus villosus*), Saltapalo enano (*Sitta pygmaea leuconucha*) y el Carbonero Oregonense (*Junco hyemalis townsendi*) (Ruiz-Campos, et al., 2004). Comenzando el gradiente altitudinal de costa a montaña, en el matorral podemos encontrar a especies como la codorniz de California (*Callipepla californica*), el correcaminos de California (*Geococcyx californianus*) así como el azulejo de California (*Aphelocoma californica*), en el chaparral la vegetación es de mayor tamaño por lo que se encuentran especies como la paloma huilota (*Zenaida macroura*), camea (*Chamaea fasciata*); en las zonas cercanas a los cuerpos de agua habitan especies como las calandrias bolseras (*Icteus cucullatus*), zorzal cantor (*Melospiza melodia*) y en el bosque de encinos podemos encontrar al (*Melanerpes formicivorus*) carpintero bellotero (Ruiz-Campos y De León Girón, 2018).

## **CLIMA**

En la región el clima es de tipo mediterráneo con típicos inviernos fríos y lluviosos, los veranos son veranos secos y cálidos, con muy raras y ocasionales lluvias. La precipitación anual en promedio es de 500 y 700 mm, que es superior a

cualquier otra ecorregión del norte peninsular. El 75% de la precipitación ocurre entre los meses de octubre y abril. La nieve es una singularidad en las sierras, en Sierra de Juárez representa el 25% del total de precipitación, y en San Pedro Mártir el 50% por encima de 2,200 m (Gonzalez-Abraham, 2010).

Según Delgadillo (1995) con los datos de la estación meteorológica No. 95, ubicada en la región norte de la Sierra de San Pedro Mártir, se obtuvo una temperatura anual promedio de 10.6 °C. Mientras que Álvarez (1983) reportó que en la zona del Observatorio (2,830 m) la temperatura promedio anual es de 7.2 °C, dentro de los años de 1969 a 1974, siendo enero el mes más frío con 1.5 °C en promedio y el mes de julio el más cálido con 16.3 °C promedio. En cuanto a la humedad, en la época invernal está proviene del noroeste mediante las tormentas, que propician lluvias fuertes y nieve a alturas mayores de 1,100 m, las tormentas tropicales y ciclones que se crean en el Pacífico, provocan lluvias durante el verano de (julio a septiembre) en las partes altas de San Pedro Mártir (Miranda *et al.* 1997, Delgadillo 1999).

## **GEOLOGÍA**

La región es descrita como una serie de bloques de fallas que se extienden al sur, siendo un batolito asimétrico, inclinado al oriente y elevado a favor de la falla, su flanco occidental es extenso y suavemente más inclinado que el oriental, mucho menos extenso y con una fuerte pendiente. El Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir se encuentra en la parte más elevada del complejo batolítico que se emplazó hace 105 a 80 millones de años formando la Sierra, que es un bloque

con fallas longitudinales por ambos lados, y existe como prolongación de la Falla Agua Blanca, para continuar con la Falla San Pedro Mártir (CONANP, 2006).

Los cuerpos de granito más resistentes a la intemperización han formado superficies de roca fracturada en Cerro Venado Blanco, hacia el sur desde el Cerro Botella Azul hasta La Grulla y La Encantada, existen grandes exposiciones de rocas metamórficas que se intemperizan formando laderas de topografía más homogénea. (Minnich y Franco-Vizcaíno 1997).

Por consiguiente, el SPM está constituido casi en su totalidad por rocas ígneas extrusivas y, sobre todo, intrusivas de edad cretácica, excepción hecha de los pies de monte, conformados por arrastres aluviales cenozoicos en los que se intercalan algunos basaltos originados durante el vulcanismo cuaternario (Peinado, *et al*, 1994).

## VI. METODOLOGIA

### 6.1 Identificar el sesgo espacial en el PNSSPM

Se realizó una búsqueda de bases de datos en línea, Vertebrate Nertwoks, VerNet, Global Biodiversity Information Facility (GBIF) y en la base de datos de la Colección de Vertebrados (mamíferos) de la Universidad Autónoma de Baja California (CVUABC-Mamíferos) para conocer la ocurrencia de murciélagos en la Sierra de San Pedro Mártir. Con estos registros se generó una base de datos en Excel 2010 (Microsoft Office) de presencia de murciélagos e información complementaria.

Posteriormente se depuro la información, utilizando solo los registros que contaron con el nombre del espécimen (a nivel de la especie), coordenadas en grados decimales y nombre de la localidad de captura o colecta y se eliminaron datos duplicados, una vez depurada la información, de acuerdo con Simmons (2005) se estandarizo el nombre científico de cada especie y con base a Denzinger, y Schnitzler (2013), se identifico cada especie por tipo de forrajeo, ya sea espacio abierto, espacio de borde o narrow space.

Se proyectaron los datos en el programa QGIS (v 3.4.11 Madeira) para seleccionar los registros que tuvieran coordenadas dentro del polígono del Parque Nacional de la Sierra San Pedro Mártir (PNSSPM). Se incorporo la base de datos al programa QGIS en formato .csv (delimitado por comas), posteriormente se convirtió en un archivo de shapefile con datum WGS84; de este archivo se

desglosaron 12 archivos más, clasificados por especie, en donde se observó su distribución en el polígono del PNSSPM.

Se descargaron los mapas de rango geográfico de especies de murciélagos del portal de Unión Nacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, versión 2021-3) con relación a las especies potencialmente presentes en el PNSSPM mencionadas en las bases de datos.

Con datos recolectados en campo mediante TRAILS (V4.09) y datos proporcionados por guardaparques del PNSSPM (GPS GARMIN) y se obtuvieron transectos de caminos clasificados en senderos y carreteras. El formato inicial de archivos descargados de los dispositivos de geoposicionamiento a la computadora fue en KML, para trabajar en el programa QGIS (v 3.4.11 Madeira) y sobreponer las capas mencionadas anteriormente, se cambió el formato a shapefile utilizando grados decimales y el sistema coordenado WGS84.

Con base a los puntos de muestreos identificados en las bases de datos para el PNSSPM, se elaboró un mapa de distribución espacial en QGIS (Polígonos Voronoi), donde se muestra mediante una red de polígonos la cercanía entre el centro de punto de recolección a cualquiera de los otros. El tamaño de los polígonos determina si la actividad de muestreo es alta o baja, los polígonos pequeños se definen como áreas con un muestreo alto y los polígonos grandes como áreas con muestreo bajo.

Se utilizó la herramienta "Polígonos Voronoi" (pestaña vectorial - herramientas de geometría – polígonos voronoi).

## **6.2 Estado de conocimiento de la ecología de murciélagos en el PNSSPM**

Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos (EBSCO, Elsevier, Scielo y Google Scholar), con las palabras clave: *bats, murciélagos, San Pedro Mártir, Baja California*, para identificar artículos, tesis, libros y/o programas, en donde se abordarán temas acerca de murciélagos en el PNSSPM y hubiera evidencia de captura o colecta.

Cada artículo fue desglosado por el título, autor, año, fuente, método de captura, espécimen en colección, tema y metadatos, con esta información se identificó que especies de murciélago menciona cada documento, se enlistaron y se obtuvo el total de especies potencialmente presentes en la reserva.

### **Sugerir y evaluar sitios potenciales para el monitoreo de murciélagos**

Con los registros de los sitios donde se identificó al menos una ocurrencia de murciélagos, se enlistó elementos o características de sitios importantes para formación y permanencia de comunidades de murciélagos. Las características antes mencionadas se utilizaron como criterios para identificar sitios potenciales de monitoreo en el PNSSPM.

Con esta información se elaboró un listado de sitios potenciales para el monitoreo que se combinó con los registros históricos y con los elementos o características de los sitios, con esto se procedió a realizar una valoración de los

sitios (Andrade Hernández *et al.*, 1999) para identificar los que cumplen con las características antes mencionadas.

## VII. RESULTADOS

Las bases de datos consultadas arrojaron datos de colecta de especímenes desde el año 1902 hasta el 2004, dando como resultado 189 registros de individuos colectados y georreferenciados para el PNSSPM, depositados en colecciones nacionales e internacionales, posteriormente en el año de 2017 se georreferenciaron 16 individuos más, estos no fueron depositados en colecciones. En total se contabilizaron 205 registros de murciélagos, pertenecientes a dos familias, ocho géneros y 12 especies.

Cuadro I. Especies de murciélagos registradas en bases de datos para el PNSSPM.

<b>Familia</b>	<b>Genero</b>	<b>Especie</b>	<b>Individuos</b>
Molossidae	<i>Nyctinomops</i>	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	13
	<i>Tadarida</i>	<i>Tadarida brasiliensis</i>	12
Vespertilionidae	<i>Antrozous</i>	<i>Antrozous pallidus</i>	4
	<i>Corynorhinus</i>	<i>Corynorhinus townsendii</i>	3
	<i>Eptesicus</i>	<i>Eptesicus fuscus</i>	56
	<i>Lasiurus</i>	<i>Lasiurus cinereus</i>	12
	<i>Myotis</i>	<i>Myotis evotis</i>	33
	<i>Myotis</i>	<i>Myotis melanorhinus</i>	49
	<i>Myotis</i>	<i>Myotis thysanodes</i>	4
	<i>Myotis</i>	<i>Myotis volans</i>	3
	<i>Myotis</i>	<i>Myotis yumanensis</i>	2
<i>Parastrellus</i>	<i>Parastrellus hesperus</i>	14	

Con base al cuadro I, la especie con mayor número de ocurrencias en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir fue *Eptesicus fuscus* con 56 individuos registrados, seguida de *Myotis melanorhinus* con 49 registros y *Myotis evotis* con 33 registros, mientras que las especies que tuvieron menor representación fueron *Myotis thysanodes* y *Antrozous pallidus* con cuatro registros, *Corynorhinus townsendii* y *Myotis volans* con tres registros y finalmente *Myotis yumanensis* con dos registros.

La familia predominante fue la Vespertilionidae con 10 de los 12 géneros del PNSSPM.

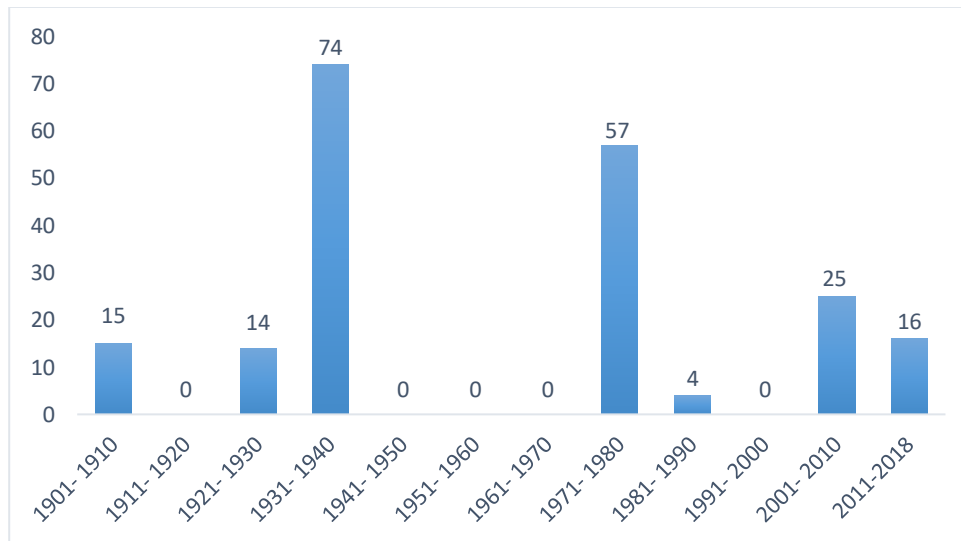


Figura 2. Ocurrencias de murciélagos en el PNSSPM por década

Al clasificar las ocurrencias por década, se observa que los periodos donde se realizó un mayor número de capturas/ esfuerzo de muestreo fueron en las décadas de 1931 a 1940 y de 1971 a 1980, hubo cinco décadas sin registros y una década solo con cuatro individuos registrados.

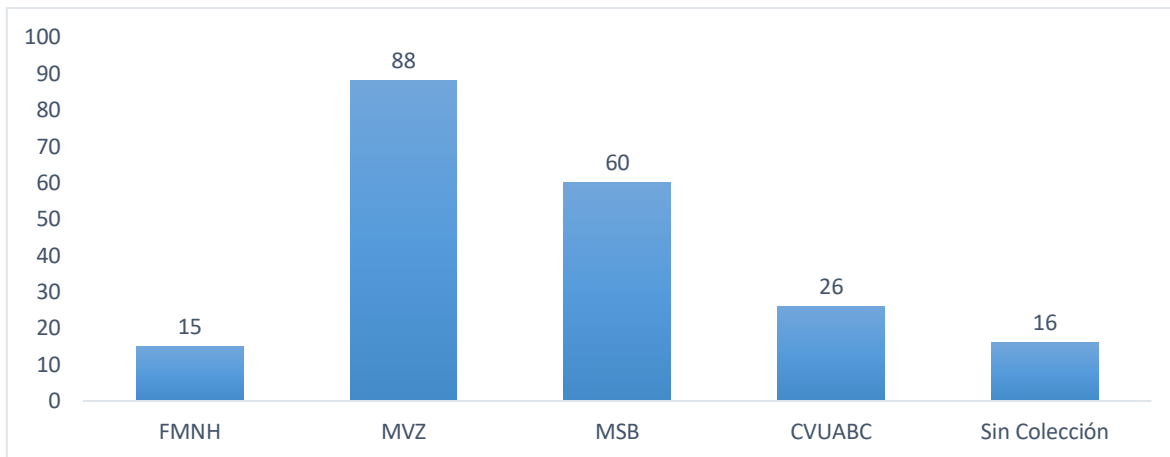


Figura 3. Colecciones con especímenes de murciélagos en el PNSSPM, donde FMNH: Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois. EE. UU., MVZ: Museum of Vertebrate Zoology- UC, Universidad de California, Berkeley, EE. UU., MSB: Museum of SouthWestern Biology, Universidad de Albuquerque, Nuevo México, EE.UU. y CVUABC, Colección de Vertebrados de la Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C.

Los 189 individuos que fueron colectados en el área natural, se encuentran distribuidos en cuatro colecciones del continente americano, siendo sólo una nacional y la única con datos posteriores al año 2000.

### **Identificar los sesgos de muestreo espacial**

El polígono del PNSSPM tiene una extensión de 729.358 km<sup>2</sup>, en él se identificaron 10 sitios en los que se han realizado capturas y/o colectas de murciélagos desde el año 1902 hasta el 2017. Utilizando los polígonos de Voronoi, los sitios muestreados cubren un área total de 136.108 km<sup>2</sup> lo que equivale al 18.66% del área en el polígono.

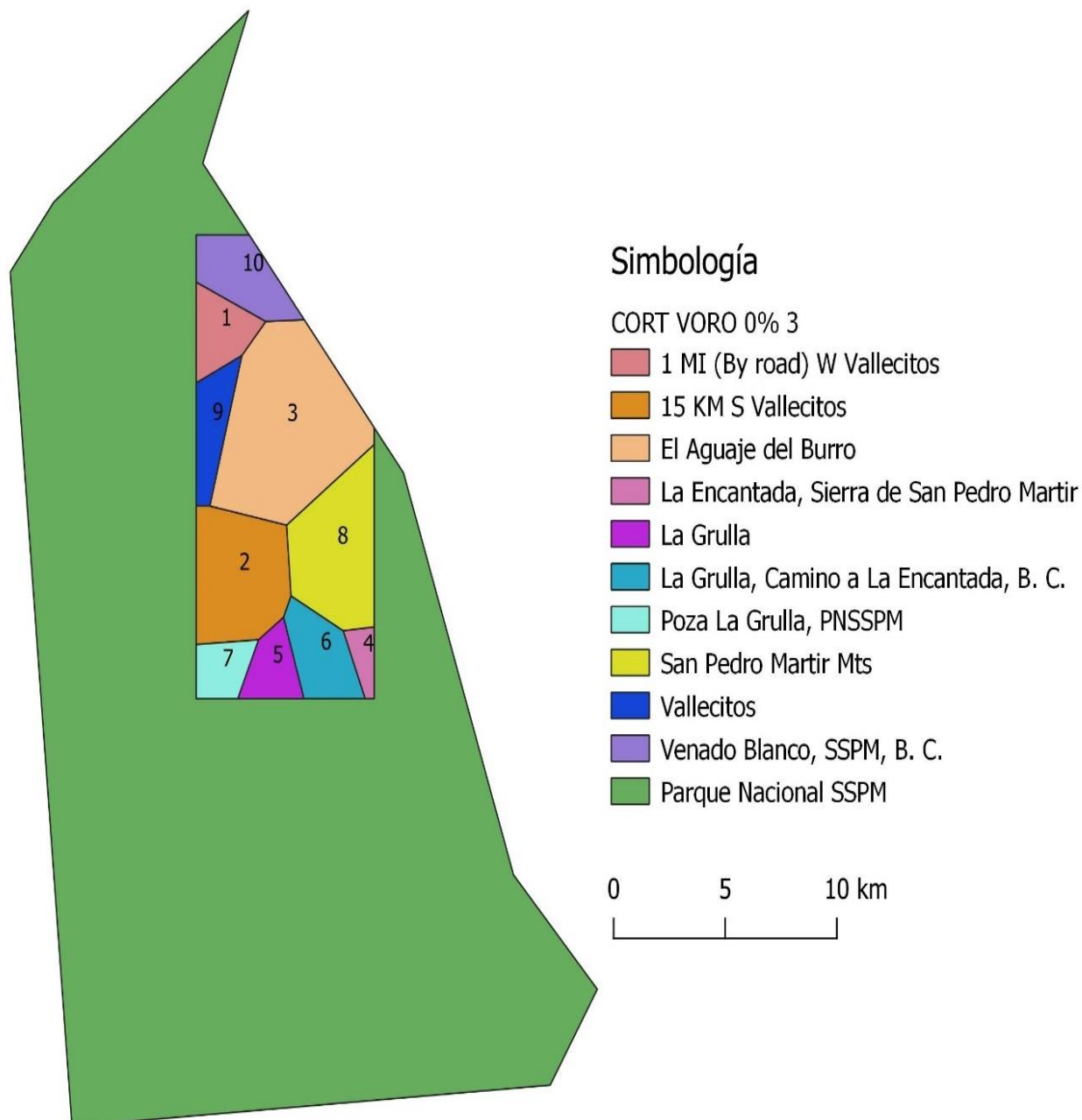


Figura 4. Sitios de muestreados del año 1902 al 2017 en el polígono del PNSSPM.

En la Figura 4, los polígonos de mayor tamaño indican un menor esfuerzo de muestreo, mientras que los polígonos más pequeños indican mayor esfuerzo

de muestreo. Todos los polígonos se encuentran aglomerados en la zona noreste del PNSSPM debido a que en este lugar se han realizado los muestreos

De acuerdo con el Cuadro II, la localidad de La Encantada ubicada en el mapa con el número 4 tiene menor área de representación (0.3%), seguida de Poza La Grulla con el número 7 en el mapa (0.7%) y La Grulla con el número 6 en el mapa (0.8%),

Cuadro II. Área de representación de los polígonos Voronoi

<b>NO.</b>	<b>LOCALIDAD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ÁREA</b>	<b>PORCENTAJE EN EL PNSSPM</b>
<b>1</b>	1 MI (By road) W Vallecitos	31.016667	-115.491667	7.634	1.047
<b>2</b>	15 KM S Vallecitos	30.916667	-115.483333	21.879	3
<b>3</b>	El Aguaje del Burro	30.995799	-115.466938	41.817	5.733
<b>4</b>	La Encantada, Sierra de San Pedro Mártir	30.9	-115.408333	2.736	0.375
<b>5</b>	La Grulla	30.883333	-115.458333	6.181	0.847
<b>6</b>	La Grulla, Camino a La Encantada, B. C.	30.892778	-115.426944	9.767	1.339
<b>7</b>	Poza La Grulla, PNSSPM	30.893293	-115.481845	5.625	0.771
<b>8</b>	San Pedro Martir Mts	30.922212	-115.41057	22.222	3.047
<b>9</b>	Vallecitos	31	-115.483333	7.418	1.017
<b>10</b>	Venado Blanco, SSPM, B. C.	31.063889	-115.469444	10.829	1.485

\*porcentaje de representación por polígono respecto al Parque Nacional Sierra de San Pedro Martir.

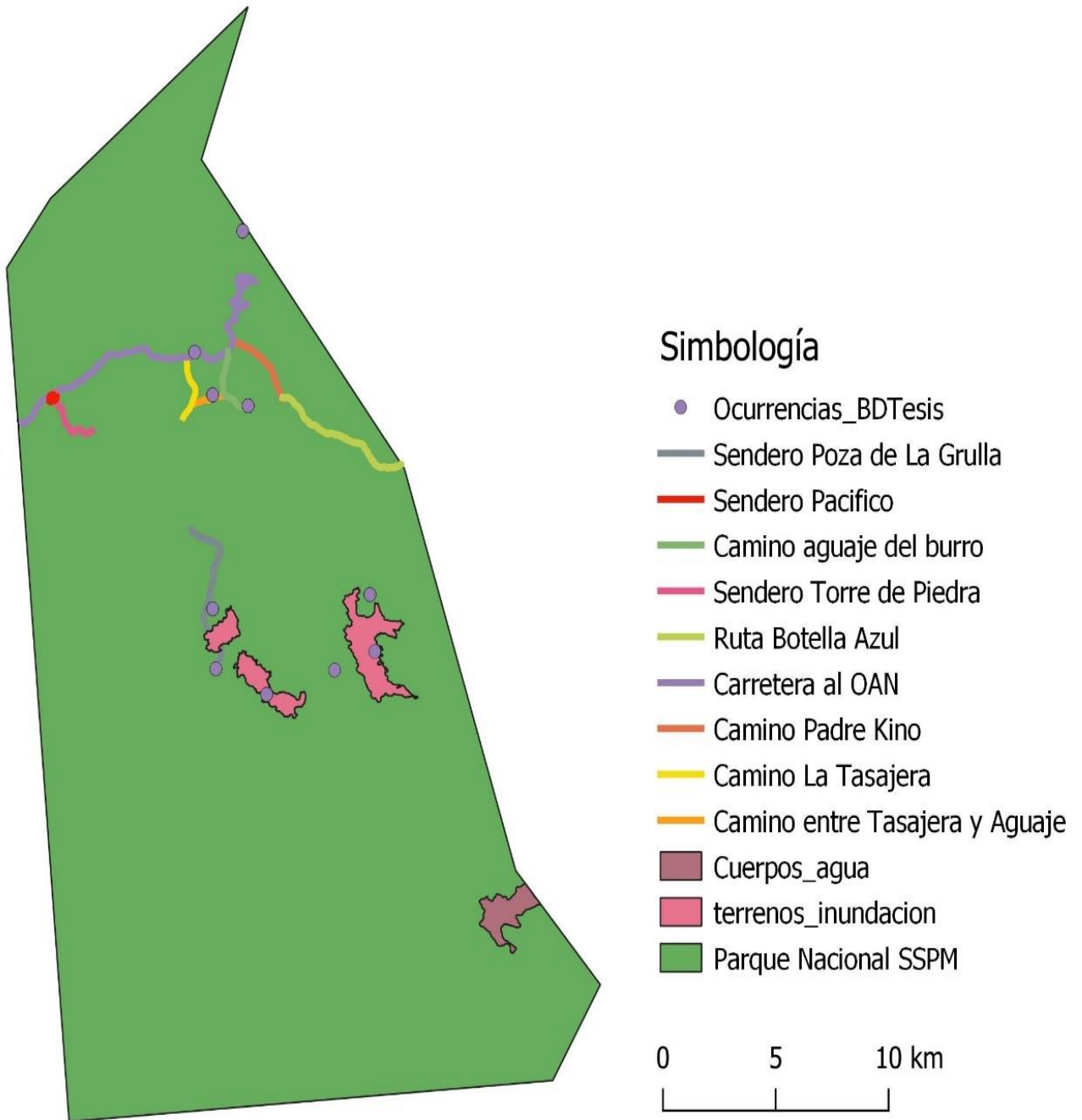


Figura 5. Caminos y sitios muestreados en el PNSSPM.

En la Figura 5 se observan los caminos dentro del Parque Nacional, así como los terrenos de inundación y cuerpos de agua, se observa que todas las ocurrencias de murciélagos se encuentran justamente sobre los caminos y terrenos de inundación y del lado noreste del parque, no existe punto de muestreo fuera de estas áreas todas culminan en caminos o cuerpos de agua.

En los mapas descargados de la UICN hubo discrepancia con la ocurrencia de algunos murciélagos ya que en ellos no aparecen ciertas especies en Baja California, tal es el caso del *Myotis thysanodes*, *Corynorhinus townsendii* y *Lasiurus cinereus*, donde su área de distribución llega hasta San Diego, California, EE.UU., aunque bases de datos tengan registros sureños.



Figura 6. Distribución de *Myotis thysanodes* en bases de datos y mapas de UICN

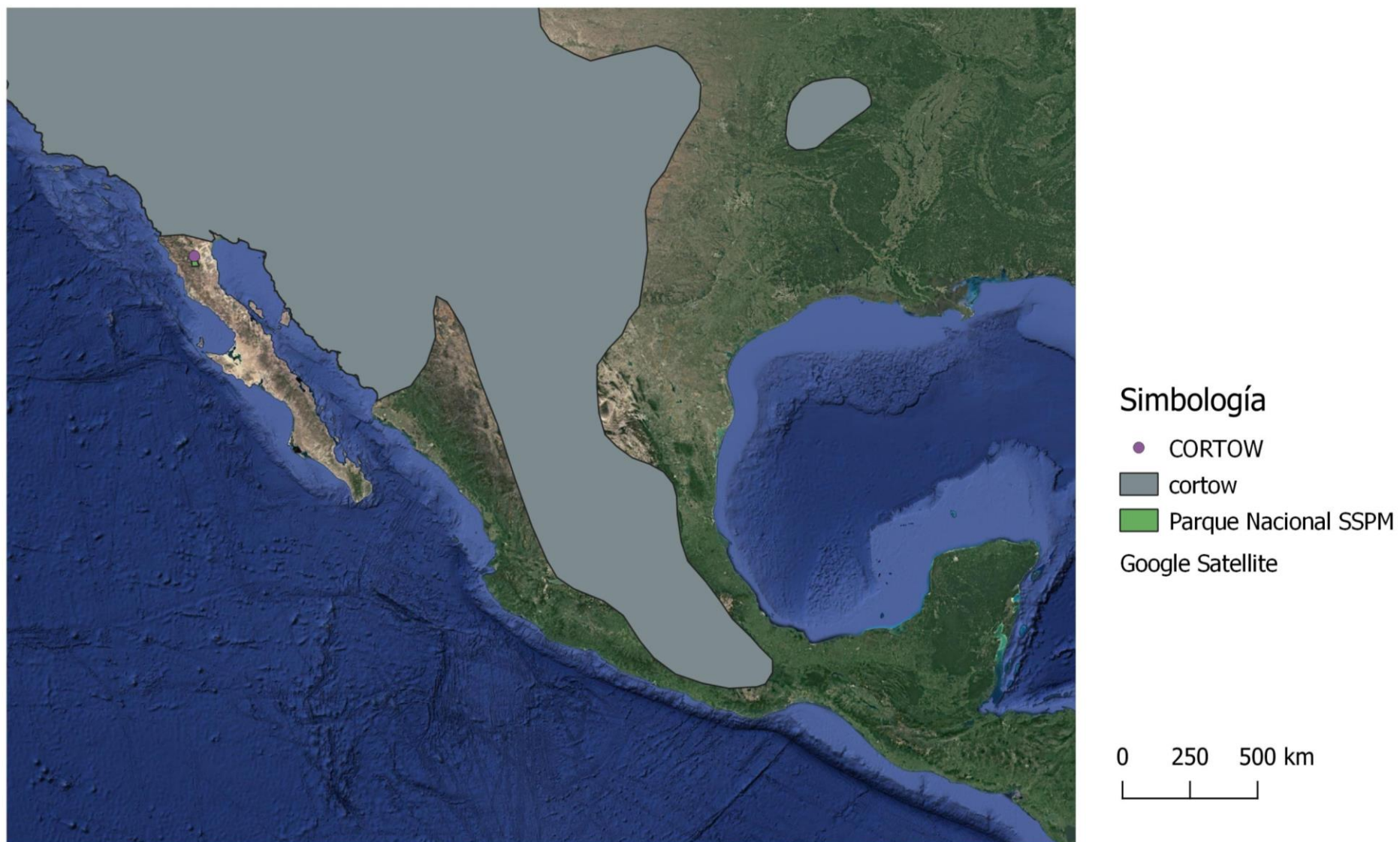


Figura 7. Distribución de *Corinorhynchus townsendii* en bases de datos y mapas de UICN

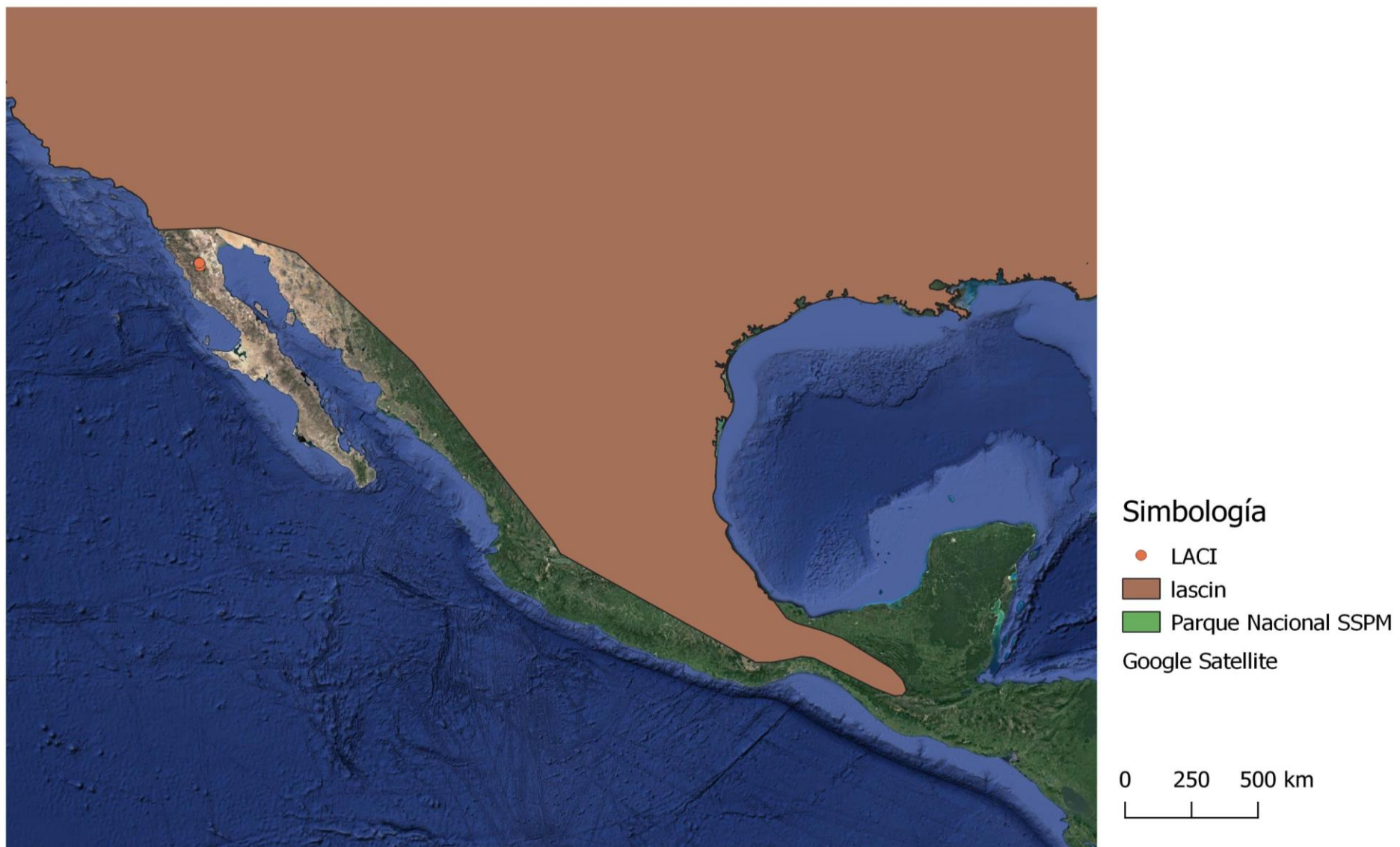


Figura 8. Distribución de *Lasiurus cinereus* en bases de datos y mapas de UICN

## Determinar el estado de conocimiento de la ecología de murciélagos en el PNSSPM

Con base a la revisión de literatura para el PNSSPM se obtuvieron 12 estudios en donde los quirópteros son mencionados como objeto de estudio, sin embargo, solo en cuatro de ellos se realizó trabajo de campo en donde fueron a las localidades identificando las especies mediante captura y posteriormente se depositaron en colecciones científicas.

Cuadro III. Literatura que aborda temas de murciélagos para el PNSSPM.

DOCUMENTO	A list of mammals collected by Edmund Heller, in the San Pedro Mártir and Hanson Laguna mountains and the accompanying coast region of lower California with description of apparently new species.	Composición de la quiroptero fauna de Sierra San Pedro Mártir y Sierra Juárez	Mamíferos de Baja California, México	Distribución y Estado Actual de los Quirópteros del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Ensenada, Baja California, México
AUTOR	Elliot, D. G., et al	Flores-Rojas, G.E.	Guevara-Carrizales, A. A., et al	Martínez-Rangel, S.G.
AÑO	1903	2006	2015	2018
TEMA	LISTADO TAXONOMICO	LISTADO TAXONOMICO	LISTADO TAXONOMICO	CONSERVACION
ESPECIES IDENTIFICADAS	3	14*	7	4

\*En este trabajo se utilizaron redes de niebla y detectores acústicos.

Cuadro IV. Especies presentes en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir

ESPECIES PRESENTES EN LA RESERVA	LITERATURA			
	A list of mammals collected by Edmund Heller, in the San Pedro Mártir and Hanson Laguna mountains and the accompanying coast region of lower California with description of apparently new species.	Composición de la quiropterofauna de Sierra San Pedro Mártir y Sierra Juárez	Mamíferos de Baja California, México	Distribución y Estado Actual de los Quirópteros del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Ensenada, Baja California, México
<i>Eumops perotis</i>		1	1	
<i>Nyctinomops femorosaccus</i>		1	1	
<i>Tadarida brasiliensis</i>	1	1	1	
<i>Macrotus californicus</i>		1		
<i>Antrozous pallidus</i>		1		1
<i>Corynorhinus townsendii</i>		1		
<i>Eptesicus fuscus</i>	1	1	1	1
<i>Lasiurus cinereus</i>		1		
<i>Myotis californicus</i>		1		
<i>Myotis evotis milleri</i>		1	1	1
<i>Myotis melanorhinus</i>	1	1		1
<i>Myotis volans</i>		1		
<i>Myotis yumanensis</i>		1	1	
<i>Pipistrellus hesperus</i>		1	1	
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>14*</b>	<b>7</b>	<b>4</b>

\*En este trabajo se utilizaron redes de niebla y detectores acústicos.

Los documentos que tuvieron mayor número de especies capturadas fueron  
Composición de la quiropterofauna de Sierra San Pedro Mártir y Sierra Juárez del

2006 y Mamíferos de Baja California, México del 2015, cabe destacar que el documento del 2006 utilizó dos métodos de captura para la identificación de estos mamíferos, que es el mayor número de registro de especies para la zona en la actualidad.

### **Sugerir y evaluar sitios potenciales para el monitoreo de murciélagos**

Se identificaron 10 localidades con presencia de murciélagos en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, se contabilizaron los especímenes y se plasmaron las coordenadas en el Cuadro V.

**Cuadro V. Localidades de PNSSPM y número de especies por localidad**

No.	Localidad	Latitud	Longitud
1	1 MI (By road) W Vallecitos	31.016667	-115.491667
2	15 km S Vallecitos	30.916667	-115.483333
3	El Aguaje del Burro	30.995799	-115.466938
4	La Encantada, Sierra de San Pedro Mártir	30.9	-115.408333
5	La Grulla	30.883333	-115.458333
6	La Grulla, Camino a La Encantada, B. C.	30.892778	-115.426944
7	Poza La Grulla, PNSSPM	30.893293	-115.481845
8	San Pedro Martir Mts	30.922212	-115.41057
9	Vallecitos	31	-115.483333
10	Venado Blanco, SSPM, B. C.	31.063889	-115.469444

\*En la localidad El Aguaje del Burro los murciélagos fueron capturados y liberados.

Con base al número de especies por localidad, se observa en el Cuadro V que las localidades, 2) 15 km S Vallecitos, 3) El Aguaje del Burro 8.5, 5) La Grulla, 8) San Pedro Mártir Mountains y 9) Vallecitos, son las que cuentan con más de 10 registros de capturas.

Para conocer los sitios prioritarios de monitoreo o hotspots se realizó un análisis de tipos de hábitat (Cuadro V) en las localidades del PNSSPM, como describe Andrade, *et al.* (1999), posteriormente identificar los impactos que podrían tener las localidades seguido de la fuente que lo origina (Cuadro VI) como establece The Nature Conservancy (TNC, 1999) en el manual de Planificación para la conservación de Sitios (PCS).

**Cuadro VI. Localidades con presencia de murciélagos y tipo de hábitat**

No.	Localidad	Tipo de hábitat
1	1 Mi (By Road) W Vallecitos	Camino/ zona abierta
2	15 km S Vallecitos	Camino/ zona abierta
3	El Aguaje del Burro	Cuerpo de agua
4	La Encantada, Sierra San Pedro Mártir	Camino/ zona abierta
5	La Grulla	Zona abierta
6	La Grulla, Camino a La Encantada	Camino/ zona abierta

7	Poza La Grulla, PNSSPM	Cuerpo de agua
8	San Pedro Martir Mountains	Desconocido
9	Vallecito	Camino/ zona abierta
10	Venado Blanco, SSPM, B. C.	Venado Blanco, SSPM, B. C.

Se identificaron cinco tipos de hábitat: senderos o zona abierta (lugares cercanos a senderos o zona abierta pero con vegetación alrededor que funcione como corredor), cuerpos de agua (pueden ser arroyos, lagos o cuerpo de agua artificiales), cañadas (ya que son ideales como corredores para murciélagos y los árboles o matorrales proporcionan protección de depredadores), mina y finalmente se determinó como desconocido a las localidades fuera del mapa que no tenían una descripción en las bases de datos.

#### **Cuadro VII. Tipos de hábitat, impactos y fuentes en el PNSSPM**

<i><b>Tipo de hábitat</b></i>	<i><b>Impacto</b></i>	<i><b>Fuente</b></i>
<i><b>Sendero/zona abierta</b></i>	-	<b>Apertura de caminos</b>
<i><b>Cuerpo de agua</b></i>	<b>Modificación de flujos de agua</b>	<b>Sequia Actividad ganadera</b>
<i><b>Cañada</b></i>	<b>Disminución de</b>	<b>Incendio</b>

	cobertura vegetal	Flujo de agua
<b>Mina</b>	-	<b>Actividad Minera</b>
<b>Desconocido</b>	-	-

Los criterios de evaluación para determinar los sitios prioritarios de monitoreo se establecieron mediante una escala geométrica, propuesta por West en 1995 (citado por Andrade-Hernández M. *et al.* 1999), en donde la valoración es doblemente más importante que la anterior (Cuadro VII).

**Cuadro VIII. Criterios de evaluación para las localidades del PNSSPM**

Criterio	Descripción	Valoración
Contribución al macro ecosistema	Importancia dentro de la reserva para el sistema global, el cambio climático global, la productividad regional, etc. Es útil tratar de responder a esta pregunta: ¿Qué impacto causaría a la reserva si todo el sistema desapareciera o fuera seriamente degradado?	4. Contribución muy importante. 2. Una contribución importante 1. Poca contribución 0.5. Casi ninguna contribución
	Presencia de especies, grupos de especies, comunidades o tipos de vegetación en peligro de extinción o amenazadas, de ser posible basados en	4. En peligro de extinción.

Rareza	<p>criterios de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), en la legislación nacional y en información publicada.</p>	<p>2. Amenazada</p> <p>1. Vulnerable</p> <p>0.5. Indeterminada</p>
Calidad	<p>Se toma el estado de conservación del sistema. El elemento endémico tendrá puntuaciones altas en este apartado.</p>	<p>4. Uno de los mejores o únicos ejemplos de conservación del sistema a escala mundial o macroregional.</p> <p>2. Un buen ejemplo de este sistema en el mundo o macroregión.</p> <p>1. Un ejemplo promedio de este sistema en el mundo o macroregión.</p> <p>0.5. Un ejemplo no destacado de este sistema a escala mundial o macroregional.</p>
Valor como herramienta o carisma	<p>Incluye el valor potencial económico, político, ecoturístico y/o educacional, de influencia en decisiones de conservación, así como la presencia de especies bandera.</p>	<p>4. Muy importante o potencialmente importante</p> <p>2. Útil o potencialmente útil.</p> <p>1. De valor limitado</p>

		0.5. De escaso valor
--	--	----------------------

Posteriormente en el Cuadro IX, se identificó la importancia de cada una de las localidades del PNSSPM, mediante los criterios de conservación y se determinaron cuando el resultado era: 2-6 Baja, 7-11 Media, 12-16 Alta.

**Cuadro IX. Criterios para la valoración de sitios importantes en el  
PNSSPM**

Localidad	Criterios y valores de conservación				Total	Importancia
	Contribución	Rareza	Calidad	Valor como herramienta		
1 Mi (By Road) W Vallecitos	0.5	4	0.5	0.5	6	Baja
15 km S Vallecitos, Parque Nacional, Sierra de San Pedro Mártir	0.5	4	0.5	0.5	5.5	Baja
El Aguaje del Burro	4	4	2	4	14	Alta
La Encantada, Sierra San Pedro Mártir	0.5	4	0.5	0.5	5.5	Baja
La Grulla, Sierra De San Pedro Mártir	4	4	2	4	14	Alta

La Grulla, Camino a la Encantada	2	4	0.5	4	10.5	Media
Poza La Grulla	4	0.5	0.5	4	9	Media
San Pedro Martir Mountains	0.5	0.5	0.5	0.5	2	Baja
Vallecitos, Sierra De San Pedro Mártir	4	4	1	4	13	Alta

De acuerdo con el Cuadro IX las localidades de ALTA importancia fueron La Grulla, Vallecitos y el Aguaje del Burro, mientras que las localidades con importancia MEDIA fueron La Grulla, camino a La Encantada y Poza La Grulla. Las cuatro localidades restantes dieron como resultado un nivel BAJO de importancia.

## VIII. DISCUSION

En los últimos 20 años apenas se enlistan poco más de la mitad de los muestreos registrados para la década de 1931 a 1940 la cual fue la mayor ocurrencia de murciélagos.

Después del año 2000 la presencia de investigadores mexicanos locales se hace presente en el PNSSPM, comienzan a realizar mayor esfuerzo de muestreo, colectas en el área, así como identificar nuevas localidades.

### **Identificar los sesgos de muestreo espacial**

Con base al área representada por los polígonos de Voronoi, en el 80% del PNSSPM no se han registrado ocurrencias de murciélagos, los sitios de captura se han visto distribuidos al lado noroeste del PNSSPM a lo largo de caminos y cuerpos de agua, algunos datos de muestreo pueden estar sesgados por los objetivos de los proyectos, de igual manera la recurrencia de muestreos en las mismas localidades a lo largo de los años puede ser debida a que en ellas se han documentado la mayoría de registros del *Myotis evotis milleri* o por tener la seguridad que en cuerpos de agua tendrán registros aseguradas.

### **Determinar el estado de conocimiento de la ecología de murciélagos en el PNSSPM.**

De los 12 documentos que abordan temas de murciélagos registrados para el PNSSPM solo en cuatro hacen registros de especies o manipulación de individuos, los documentos restantes hacen sus análisis mediante bases de datos en línea o con base a estudios previos (Castañeda-Sanchez, Flores-Rojas...).

Desde la publicación del primer documento, transcurrieron 103 años hasta el siguiente. Se identificó que tres de los cuatro documentos tuvieron temáticas de listado taxonómico y solo uno tuvo como tema principal la conservación.

Cabe destacar que en uno de los documentos se utilizaron dos tipos de muestreo, redes de niebla y detectores acústicos, las especies detectadas fueron casi el doble que las especies identificadas solo con redes de niebla, de acuerdo con McSwiney (2010) el uso de dos metodologías aumenta las especies identificadas.

### **Sugerir y evaluar sitios potenciales para el monitoreo de murciélagos**

En cuanto a los criterios de importancia de las localidades, dos de ellas resultaron en valores de alta importancia, dos de ellas con valores de mediana importancia y los cuatro restantes con valores de baja importancia, cabe resaltar que las localidades con alta/media importancia, se encuentra aledaños o sobre un cuerpo de agua, también las dos localidades con importancia alta, la Grulla y Vallecitos son las que presentan mayor riqueza de especies

Los estudios de murciélagos son particularmente difíciles por su ecología y alturas de vuelo, en diversos estudios se ha comprobado que una combinación de los procedimientos tradicionales como lo son las redes de niebla y las trampas de arpa con el uso de los detectores acústicos (Rydell *et al.* 2002; MacSwiney *et al.*, 2008) en conjunto ofrecen inventarios más completos, siendo una buena estrategia para estimar y monitorear la diversidad de murciélagos en San Pedro Mártir.

## **IX. CONCLUSION**

En 117 años de muestreo solo se ha muestreado un 20% del PNSSPM, como describe Daru, (2018) existen tres tipos de sesgo y el PNSSPM contiene cada uno de ellos, identificando puntualmente el sesgo espacial e identificando que algunas especies presentes en El Parque no se encuentran en los mapas globales de distribución.

Se han realizado listados taxonómicos para el PNSSPM por 100 años, cumpliendo con la línea base para comenzar a realizar estudios acerca de la biología los cuales no se han abordado, la distancia al PNSSPM es un factor importante por la lejanía de la ciudad y dentro del Parque de igual manera se dificulta debido a que ciertas localidades, solo es posible el acceso caminando o lo que dificulta las investigaciones debido al peso o tamaño de equipos necesarios para un buen monitoreo.

Se identificaron 10 sitios donde se han realizado muestreos en el PNSSPM, estos fueron clasificados por tipos de hábitat y a su vez evaluados mediante criterios para determinar los sitios prioritarios para monitorear, dando como resultado tres sitios (Grulla, Vallecitos y el Aguaje del Burro) clasificados como ALTA IMPORTANCIA, dos sitios (La Grulla y Poza La Grulla) determinados con MEDIA IMPORTANCIA y los cuatro sitios restantes fueron determinados como baja importancia.

Con este trabajo se pretende impulsar las investigaciones de la biología y ecología de estos mamíferos voladores, ya que se conocen las especies potenciales en el PNSSPM, los sitios prioritarios y sobre todo el sesgo espacial

que presenta el parque, con esta información base se abren las puertas para generar información de forrajeo, depredadores, migración, dimorfismo geográfico (documentado en especies de *Myotis evotis milleri*), monitoreo acústico entre otros.

## X. LITERATURA CITADADA

- Abarca-Díaz, J. (2016). Comparación de tres métodos de muestreo de murciélagos (orden: chiroptera) en la zona mediterránea de Chile central. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Chile, Santiago, Chile.
- Arguelles-Corrado, A. (2018). Estado de conservación actual de mamíferos endémicos del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Ensenada, Baja California, México y sus perspectivas de manejo. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.
- Blejwas, K. M., Lausen, C. L. y Rhea-Fournier, D. (2014). Acoustic Monitoring Provides First Records of Hoary Bats (*Lasiurus cinereus*) and Delineates the Distribution of Silver-Haired Bats (*Lasiurus noctivagus*) in Southeast Alaska. *Northwestern Naturalist*, 95(3):236-250
- Castañeda-Sánchez, Y. (2013). Estrategias de manejo para la conservación de la comunidad de murciélagos del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.
- CONANP. (2006). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir. México, D.F.
- Cornejo-Latorre, C., Rojas-Martínez, A. E., Aguilar-López, M. y Juárez-Castillo, L. G. (2011). Abundancia estacional de los murciélagos herbívoros y disponibilidad de los recursos quiropterófilos en dos tipos de vegetación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Therya*. 2(2):169-182.
- Eguiarte, L. E. (2006). Los murciélagos en México. *Arqueología Mexicana* (80):24-25.
- Eguiarte, L.E., Aguirre-Planter, E., Aguirre, X., Colín, R., González, A., Rocha, M., Scheinvar, E., Trejo, L. y Souza, V. (2013). From isozymes to genomics: Population genetics and conservation of Agave in México. *The Botanical Review*. 79:483-506.
- Flores-Rojas, G.E. (2006). Composición de la quiropterofauna de Sierra San Pedro Mártir y Sierra Juárez, Baja California, México (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.
- Galindo-González, J. y Medellín, R. A. (2021). Los murciélagos y la COVID-19, una injusta historia. *CIENCIA ergo-sum*, 28(2). <https://doi.org/10.30878/ces.v28n2a11>.

- García-Rivera, L. y Mancina, C. A. (2010). Murciélagos Insectívoros. Mamíferos de Cuba. UPC Print. Vaasa, Finlandia.
- Ghanem, S.J. y Voigt, C.C. (2012). Increasing awareness of ecosystem services provided by bats. *Advances in the Study of Behavior*. 279–302. doi:10.1016/b978-0-12-394288-3.00007-1.
- Gómez-Ruiz, E.P., Jiménez, C., Flores-Maldonado, J.J., Lacher Jr, T.E. y Packard, J.M. (2015). Conservación de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophagini) en riesgo en Coahuila y Nuevo León. *Therya*. 6 (1): 89-102.
- Guevara-Carrizales, A. A., G. Ruiz-Campos, J. Escobar-Flores y R. Martínez-Gallardo. (2016). Mamíferos terrestres de las ecorregiones áridas del estado de Baja California. Pp. 63-90 en *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal* (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Haarsma, A. y de Hullu, E. (2012). Keeping bats cool in the winter: hibernating bats and their exposure to 'hot' incandescent lamplight. *Wildlife Biology* 18(1):14-23.
- Hoffmaster, E, Vonk, J. y Mies, R. (2016). Education to action: Improving public perception of bats. *Animals*. 6, (6). doi:10.3390/ani6010006
- Kalka, M.B., Smith, A.R. y Kalko, E.K.V. (2008). Bats limits arthropods and herbivory in a tropical forest. *Science* 320:71.
- Koleff, P., M. Tambutti, I. J. March, R. Esquivel, C. Cantú, A. Lira-Noriega. (2009). Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México, en *Capital Natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 651-718
- Kunz, T.H., de Torrez, E.B., Bauer, D., Lobova, T. y Fleming, T.H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223:1-38.

- Mac Aodha, O., Gibb, R., Barlow, K.E., Browning, E., Firman, M., Freeman, R., Harder, B., Kinsey, L., Mead, G.R., Newson, S.E., Pandourski, I., Parsons, S., Russ, J., Szodoray-Paradi, A., Szodoray-Paradi, F., Tilova, E., Girolami, M., Brostow, G., Jones, K.E. (2018) Bat detective—Deep learning tools for bat acoustic signal detection. *PLoS Comput Biol* 14(3): e1005995. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005995>
- Martínez-Rangel, S. G. (2018). Distribución y Estado Actual de los Quirópteros del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Ensenada Baja California, México. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.
- McSwiney, G. M.C. (2010). Murciélagos. En: Durán R. y M. Mendez (Eds). (2010). Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatan. CICY, PPD – FMAM, CONABIO, SEDUMA. México. 496 pp.
- Medellín, R. A. Equihua, M. y Amin, M. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14:1666-1675.
- Medellín, R. A., Arita, H. T. y Sánchez, O. (2008). Identificación de los Murciélagos de México. México: Instituto de Ecología, UNAM.
- Medellín, R. A. y Gaona, O. (2010). Los murciélagos, los animales más calumniados y maltratados en México y en el mundo. *Oikos*. 1: 11-13.
- Prieto-Valles, E.D. (2016). Distribución de 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, Ensenada, México.
- Racey, P. A. y Entwistle, A. C. (2003). Conservation ecology of bats. Pp 680-743 en Kunz, T.H. y Fenton, M. B. *Bat Ecology*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- Ramírez-Francel, L.A., García-Herrera, L.V., Losada-Prado, S., Reinoso-Flórez G., Sánchez-Hernández, A., Estrada-Villegas, S., Lim, B.K. y Guevara, G. (2021). Bats and their vital ecosystem services: a global review. *Integrative Zoology*. 0: 1–22. doi: 10.1111/1749-4877.12552.
- Ripperger, S. P., Kalko, E. K. V., Rodríguez-Herrera, B., Mayer, F. y Tschapka, M. (2015). Frugivorous bats maintain functional habitat connectivity in agricultural landscape but rely strongly on natural forest fragments. *PLoS ONE* 14:e0120535.
- SEMARNAT. (2019). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2018. Semarnat. México.

- Torres-Flores, J. W. C. (2005). Estructura de una comunidad tropical de murciélagos presente en la cueva “El Salitre”, Colima, México. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Tesis de maestría. 132 pp.
- Trejo-Salazar, R. E, Eguiarte, L. E, y Suro-Piñera, D. (2016). Save our Bats, Save our Tequila: Industry and science join forces to help bats and Agaves. *Natural Areas Journal*. 36(4). 523-530.
- Whitaker, J.O. y Douglas, L.R. (2006). Bat rabies in Indiana. *Journal Wildness Management*. 70. 1569–1573.
- Zárate-Martínez, D. G., Serrato-Díaz, A. y López-Wilchis, R. (2012). Importancia Ecológica de los Murciélagos. *ContactoS*. 85: 19-27.
- Zavala-Alvarez, J. Valenzuela-Solano, C. y Zavala-Alvarez, J.C. (2019). San Pedro Mártir. Servicios ecosistémicos, beneficiarios y regionalización. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 15 (2): 35-48.