



# **DISTRIBUCIÓN DE MAMÍFEROS GRANDES Y MEDIANOS EN EL PARQUE NACIONAL SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR, COMO UNA HERRAMIENTA PARA EL PLAN DE CONSERVACION Y MANEJO**

---

Biol. Eduardo Luis Prieto Valles

Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

Facultad de Ciencias

Universidad Autónoma de Baja California

Director de Tesis: Dr. Gorgonio Ruiz Campos

Miembros del Comité:

M. en C. Gonzalo De León Girón

Dr. Bernardino Ricardo Eaton González

Dra. Juana Claudia Leyva Aguilera

**Ensenada, Baja California, México, Octubre de 2016**



# Universidad Autónoma de Baja California

## Facultad de Ciencias

### Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

“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

Que para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS presenta:

Eduardo Luis Prieto Valles

Aprobado por

Dr. Gorgonio Ruiz Campos

Director

Dra. Juana Claudia Leyva

Aguilera  
Sinodal

Dr. Bernardino Ricardo Eaton  
González  
Sinodal

M.C. Gonzalo De León Girón  
Sinodal

## **DEDICATORIA:**

---

A mi padre Eduardo que en paz descanse a mi madre Graciela y a mi hermano Ricardo. A ellos que siempre me han apoyado en todo y siempre han estado cuando los he necesitado, por ser una familia tan unida, alentarme a querer ser mejor y apoyarme en todas mis locas ideas, por tenerme paciencia en mi desesperada forma de vivir muchas gracias por todo.



## AGRADECIMIENTOS:

---

A mi director Gorgonio Ruiz y sinodales Gonzalo De León, Ricardo Eaton, Claudia Leyva por todo su apoyo y amistad durante todo el proceso. A Mathias Tobler, por el apoyo con el programa para el análisis de datos. Al Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir y todo el personal que me ayudaron en la toma de datos. A mis compañeros y amigos de la maestría que hicieron estos años inolvidables, a CONACYT por el apoyo económico al otorgarme la beca que ayudo a que se realizara este estudio.



## INDICE

---

Dedicatoria	2
Agradecimientos	4
Indice	5
Indice de figuras	6
Indice de tablas	7
Resumen	8
Introducción	9
Antecedentes	11
Justificación	14
Objetivos	15
Área de Estudio	16
MATERIAL Y MÉTODO	19
Análisis de los Datos	22
Resultados	23
Sinopsis de Especies Detectadas por Foto-trampeo	28
Discusión	51
RECOMENDACIONES	57
Literatura citada	58



## INDICE DE FIGURAS

---

Figura 1 Mapa de localización del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir	15
Figura 2 Polígono de zonificación del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir	16
Figura 3 Ubicación de las estaciones de muestreo	19
Figura 4 Eventos diurnos, nocturnos y crepusculares capturados por las fototruampas	25
Figura 5 Mapa de distribución de coyotes	27
Figura 6 Mapa de distribución de coyote asociado al tipo de vegetación	28
Figura 7 Mapa de distribución de zorro	30
Figura 8 Mapa de distribución de zorro asociado al tipo de vegetación	31
Figura 9 Mapa de distribución de gato montés	33
Figura 10 Mapa de distribución de gato montés asociado al tipo de vegetación	34
Figura 11 Mapa de distribución de venado	37
Figura 12 Mapa de distribución de venado asociado al tipo de vegetación	38
Figura 13 Mapa de distribución de borrego cimarrón	40
Figura 14 Mapa de distribución de zorrillo manchado	42
Figura 15 Mapa de distribución de zorrillo manchado asociado al tipo de vegetación	43
Figura 16 Mapa de distribución de zorrillo rayado	44
Figura 17 Mapa de distribución de tejón	46
Figura 10 Mapa de distribución de cacomixtle	48



## INDICE DE TABLAS

---

Tabla 1 Especies registradas	22
Tabla 2 Eventos	23
Tabla 3 Frecuencias de los patrones de actividad	24
Tabla 4 Numero de capturas por estación del año	25



## RESUMEN

---

El presente estudio se realizó en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir ubicado en el Estado de Baja California México. El periodo de muestreo fue de verano del 2011 a verano del 2013 periodo durante el cual se colocaron cámaras de foto trapeo espaciadas un km una de otra cubriendo toda la región norte del polígono del PN. El objetivo fue determinar la distribución de las especies de mamíferos grandes y medianos y su relación con la flora del lugar.

El esfuerzo de muestreo de foto-trapeo fue de 713 días con alrededor de 308,016 horas-trampa, lo cual generó más de 37,000 fotografías y, un promedio de 200 fotografías por cámara. Del total de fotografías obtenidas, 16.2% fueron clasificadas como fotografías positivas, poco más de 6000, y de estas 16.6% como registros independientes. Se lograron identificar a 11 especies de importancia para este estudio corresponden al 93% de las especies de mamíferos medianos y grandes conocidos para esta región montañosa.

Entre los resultados más relevantes fue la captura fotográfica de un tejón *taxidea taxus* cuyo registro fotográfico es el primero para esta zona. Entre las especies que mostraron una mayor distribución se encuentra el coyote *Canis latrans* al cual podemos encontrar en todo el territorio muestreado y en todos los tipos de cobertura vegetal así como el gato montés *Lynx rufus*.

Metodológicamente el fototrapeo es una muy buena herramienta para este tipo de estudios ya que nos permite obtener gran cantidad de información con el mínimo esfuerzo además que debido a la ausencia de la presencia humana el comportamiento de los individuos no es alterado.



## INTRODUCCIÓN

---

La península de Baja California cuenta con 14 eco-regiones, una de ellas es sierras de Juárez y San Pedro Mártir (González-Abraham et al., 2010). Esta última sierra ha sido identificada como uno de los 18 centros prioritarios de biodiversidad a nivel mundial, y es ahí donde se encuentra la mayor concentración de bosques mediterráneos existentes en México (CONABIO, 2009). Lo que la hace única en nuestro país, dando origen a gran cantidad de endemismos y es por eso que trabajos sistematizados como este son de gran importancia ya que nos muestran el estado de conservación de estos lugares.

Los inventarios de mamíferos han sido utilizados para distintos propósitos y situaciones, en los que se incluyen: (1) determinación de la presencia y abundancia de especies en sitios específicos, (2) comparación de los atributos antes citados entre sitios, (3) redefinición de mapas de distribución para especies, y (4) evaluación del impacto de las actividades humanas en las comunidades de mamíferos (Tobler et al., 2008).

Los inventarios efectuados con la técnica de foto-trampeo para estudios poblacionales de mamíferos grandes y medianos, representan una herramienta confiable y no invasiva (Silveira et al., 2003) que contribuye a su estudio, y ofrece además ciertas ventajas en comparación con otros métodos como el trampeo directo y la telemetría, ya que estos últimos son más costosos en cuanto a esfuerzo de muestreo se refiere, y proporcionan un reducido número de registros, además de que alteran el comportamiento de los individuos (Krausman, 2002). La eficiencia del foto-trampeo ha sido demostrada en trabajos como el de Silveira et al. (2003) en Brasil, quienes compararon los índices de abundancia relativa obtenidos a través de diversos métodos, y concluyeron que el foto-trampeo es el más apropiado porque permite tener una evaluación rápida del estatus de conservación de la vida silvestre; asimismo, Tobler et al. (2008) demostraron la efectividad de las cámaras trampa para los inventarios de mamíferos terrestres grandes y medianos en bosques tropicales, en cuyo estudio registraron exitosamente 86% de las especies conocidas para el área de estudio durante un periodo de dos meses, siendo además relevante el bajo esfuerzo de muestreo.

En virtud de lo anterior, el adecuado conocimiento de la presencia y distribución de las especies en una región es crucial para la planeación y la evaluación de estrategias de conservación de las poblaciones involucradas (Tobler et al., 2008).

## ANTECEDENTES

---

Las primeras descripciones de la fauna de la península de Baja California fueron hechas por los misioneros durante el siglo XVIII. Aunque muchos de estos misioneros anotaban con fidelidad lo que observaban, no tenían una base de comparación general ni preservaban especímenes. Entre los trabajos más sobresalientes sobre la historia natural de la península se encuentra el elaborado por Nelson (1921) quien describió los recursos florísticos y faunísticos de las diferentes entidades biogeográficas representadas. Posteriormente, Gallegos (1927) presentó una descripción de la biota de la parte norte de la península.

Han sido pocos, aunque importantes, los esfuerzos por describir la mastofauna del Estado de Baja California; el listado más reciente agrupa 84 especies (Guevara-Carrizales et al., 2015), sin embargo poco se ha hecho en la Sierra de San Pedro Mártir. Entre los trabajos de espectro general en Baja California se encuentran aquéllos de Allen (1893), Elliot (1904), Goldman y Nelson (1909), Huey (1964), Mellink (1991), y recientemente Martínez-Gallardo (2010) y Guevara-Carrizales et al. (2015).

La falta de información actualizada y sistematizada sobre la riqueza mastozoológica de la Sierra de San Pedro Mártir, vuelve imperativo la realización de estudios que permitan conocer la diversidad de especies y el estado actual de sus poblaciones. La información base e histórica de la mastofauna de la Sierra San Pedro Mártir proviene de los trabajos de Huey (1964), Hall (1981) y Mellink (1991), los cuales son complementarios ya que compilan los registros generados hasta esas épocas. Recientemente se han realizado registros de especies de carnívoros en la Sierra de San Pedro Mártir, específicamente para el tejón *Taxidea taxus berlandieri* (Ruiz-Campos et al., 2002), el cacomixtle *Bassariscus astutus octavus* (Escobar-Flores et al., 2012) y el zorrillo rayado *Mephitis mephitis holzneri* (Valdez-Villavicencio et al., 2014).

Los mamíferos son un componente ecológico importante de todos los ecosistemas terrestres y marinos (Cole y Wilson, 1996), incluso algunas especies de mamíferos han sido catalogadas como especies “sombrija” (Wilcox, 1982), debido a que presentan un ámbito de actividad tan amplio que al proteger su entorno, indirectamente se favorece a todas aquellas especies que coexisten con un ámbito de actividad menor.

Existen distintos métodos para el estudio de mamíferos, mismos que se clasifican en directos e indirectos. Entre los métodos indirectos están las estaciones olfativas, registro y conteo de rastros (excretas, huellas, echaderos, madrigueras, pelos, cornamentas, astas, etc.) y entrevistas con la comunidad local (Tobler et al., 2008). Los métodos directos contemplan el registro y el conteo de animales observados a través de transeptos diurnos y nocturnos con el auxilio de luz artificial (lámparas de largo alcance), la utilización de redes de niebla para la captura de mamíferos voladores (quirópteros), técnicas de captura marcaje y recaptura mediante el uso de trampas y redes, así como la implantación de etiquetas electrónicas y seguimiento por radio-telemetría, además de técnicas menos invasivas como el foto-trampeo o cámaras trampa (Ruiz-Campos et al., 2014).

De estos métodos, el foto-trampeo se ha convertido en una herramienta muy popular en los últimos años, debido a sus características no invasivas (Monroy-Vilchis et al., 2009) y su alta eficiencia, que en comparación con las técnicas tradicionales y al ser combinadas con el uso de atrayentes (bebederos artificiales y estímulos olfativos) producen una elevada eficiencia de detección tanto en animales diurnos como nocturnos e incluso de especies crípticas, raras y evasivas que difícilmente son detectadas con otras técnicas. Así el uso de foto-trampeo permite también obtener datos con una mayor robustez científica en un menor tiempo, lo cual abona en un menor esfuerzo de muestreo.

Algunas otras ventajas del foto-trampeo son la alta precisión en la identificación a nivel específico y frecuentemente individual (e.g. Maffei y Noss, 2004), esto en individuos con patrones únicos como algunos felinos, permitiendo obtener información análoga a la técnica de captura, marcaje y recaptura sin las implicaciones invasivas que esta técnica conlleva. Uno de los valores agregados que esta técnica ofrece es la obtención de evidencia directa la cual puede ser incorporada a las bases de datos de colecciones mastozoológicas, aumentando el número de registros e información de las especies, además implicando un menor costo de almacenamiento e infraestructura en comparación de lo necesario para los procesos curatoriales de preservación, almacenamiento y mantenimiento usuales en dichas colecciones.

Estos datos nos proveen de información útil para la estimación de la población de los mamíferos que son el punto de partida en el conocimiento de los recursos naturales, además de información más especializada como estudios en dinámica poblacional

(Varma et al., 2006), riqueza de especies (Lyra-Jorge et al., 2008), patrones de actividad (Arispe et al., 2008), uso de hábitat (Tobler et al., 2009), densidad poblacional (Rowcliffe et al., 2008) y abundancia relativa (Silver et al., 2004; Ruiz-Campos et al., 2014). Todo lo anterior, permite identificar aquellas especies que presentan un mayor grado de vulnerabilidad, además de brindar una herramienta para concentrar y mejorar las acciones de conservación, protección y manejo de las especies en cuestión (Caughley, 1994).

## JUSTIFICACIÓN

---

Debido a la falta de información actualizada sobre los mamíferos medianos y grandes que habitan en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, se vuelve imperativo la generación de un inventario sistematizado que permita conocer la distribución y abundancia de las especies. El presente estudio consiste en la aplicación de metodologías estandarizadas basadas en foto-trampeo acompañada con estaciones olfativas. La información aquí generada será de fundamental importancia para la implementación de programas de conservación y manejo de este grupo faunístico. La meta es establecer un monitoreo permanente y sistematizado del estado actual de las poblaciones de mamíferos en el parque que coadyuve al manejo de este elenco faunístico.

## OBJETIVOS

---

### *Objetivo general*

Evaluar la distribución y abundancia relativa de las especies de mamíferos grandes y medianos en el polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, mediante el método de foto-trampeo.

### *Objetivos particulares*

- Generar un listado actualizado de las especies de mamíferos medianos y grandes presentes en el polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.
- Estimar la distribución y abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes en dicha región.
- Identificar los patrones de actividad diurnos y nocturnos por especie.
- Diseñar y aplicar un sistema de monitoreo poblacional para las diferentes especies de mamíferos en el área del Parque Nacional.

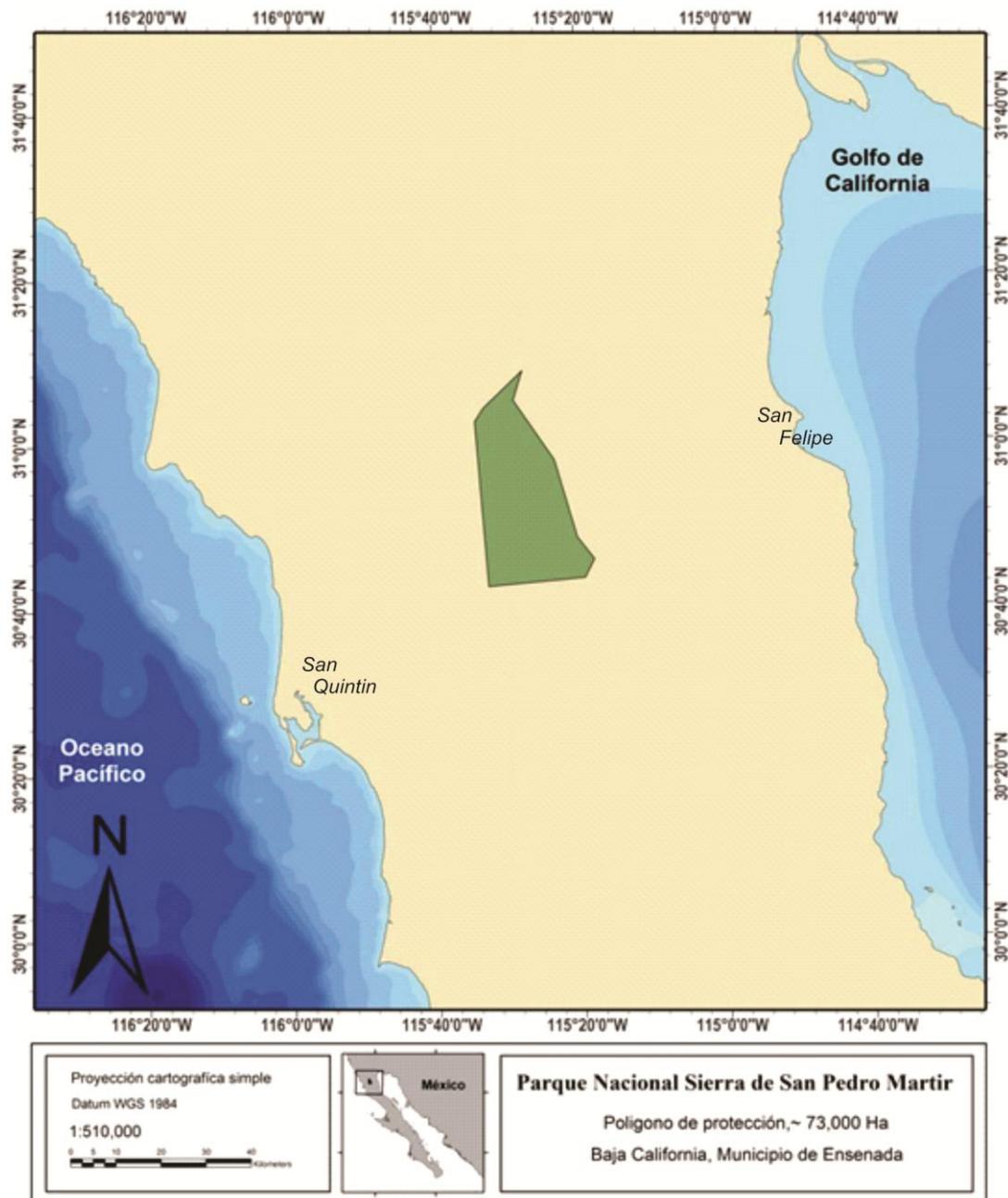
## ÁREA DE ESTUDIO

---

El Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) ubicado en la parte norte de Baja California, México fue decretado en 1947 por su alto grado de conservación y su relevancia ecológica, con un polígono de protección de 72,910 ha entre las coordenadas 30° 44' N y 115° 13' O y 31° 10' N y 115°44' O (Fig.1), y un intervalo de altitudes entre los 750 y 3,100 msnm. El PNSSPM está considerado como una de las áreas naturales protegidas más prístinas de México y por ende posee un excelente estado de conservación (Delgadillo, 2004).

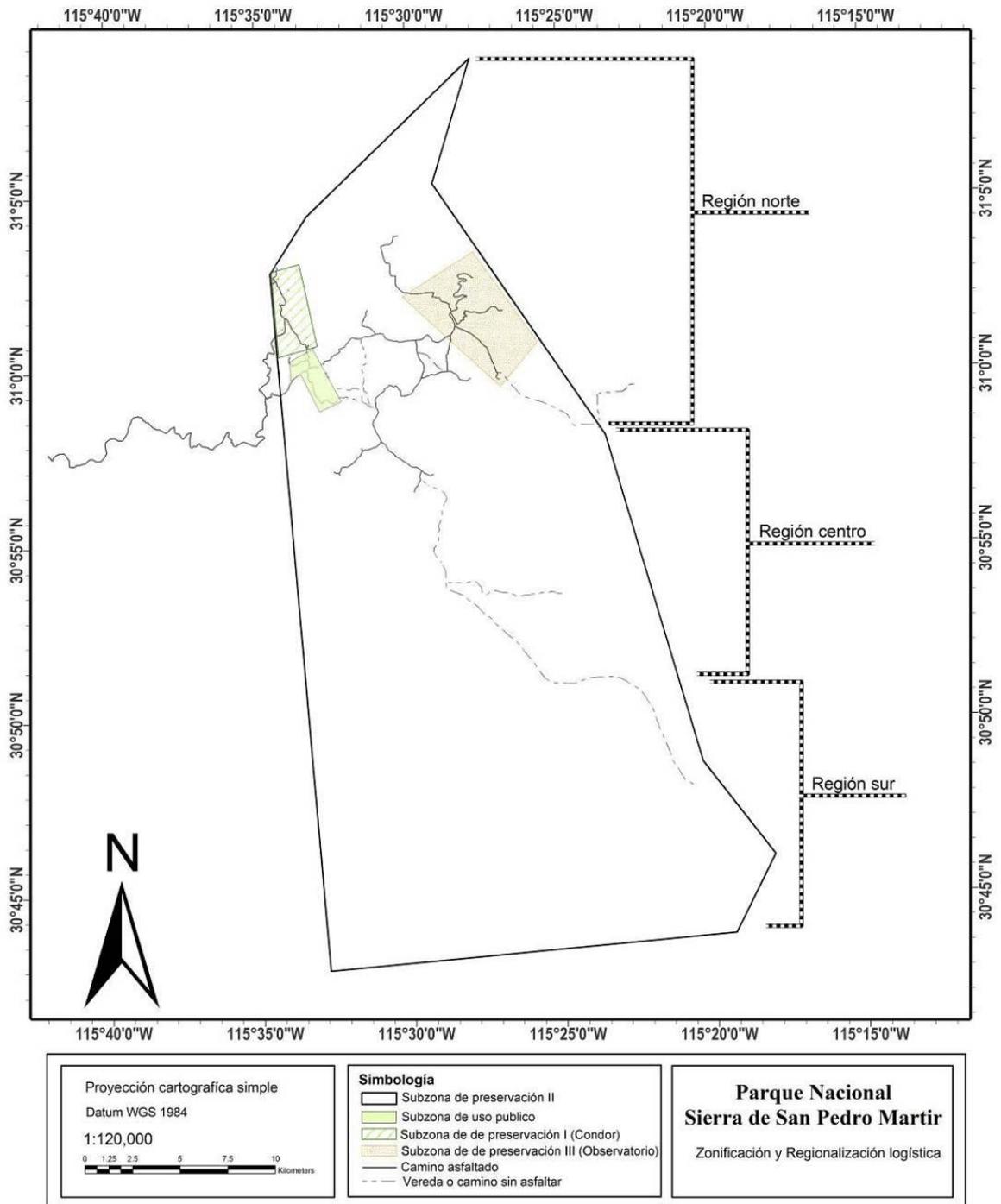
Aunque en las partes altas predomina un clima templado y en las partes bajas es de tipo semiárido, en general en el PNSSPM se mantiene un clima semiseco la mayor parte del año con lluvias en verano e invierno, ocasionalmente torrenciales y de poca duración, además de nevadas y tormentas de nieve en invierno (Delgadillo, 2004). La vegetación en sus partes altas presenta un bosque de coníferas de carácter templado seco, similar en su fisionomía y composición florística general a los bosques del sur de California (E.U.A.) (Delgadillo, 2004), siendo dominada por *Pinus jeffreyii* y *Pinus quadrifolia* (Peinado et al., 1994).

En cuanto a los mamíferos medianos más característicos de la zona tenemos a elementos del orden Carnívora como el puma (*Puma concolor*), coyote (*Canis latrans*), gato montés (*Lynx rufus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), tejón (*Taxide taxus*), y mapache (*Procyon lotor*). Del orden Artiodactyla, se encuentran presentes el venado bura (*Odocoileus hemionus*) y el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) (Mellink, 1991; Guevara-Carrizales et al., 2015).



*Figura 1. Localización del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México.*

Debido a la poca accesibilidad a algunos sitios, y para los fines de este proyecto, el polígono del Parque se dividió en tres regiones: norte, centro y sur (Fig. 2). Este trabajo se enfocó en la región norte, donde existe la mayor cantidad de visitantes y de infraestructura (caminos, senderos y refugios).



*Figura 2. Polígono, zonificación y regionalización logística del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir.*

## MATERIAL Y MÉTODO

---

El presente trabajo se realizó de agosto de 2011 a septiembre de 2013. Se diseñó un sistema de cuadrícula de aproximadamente 120 km<sup>2</sup> dentro del polígono del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir, con cuadrados de 1 km<sup>2</sup> con base en la cuadrícula utilizada por INEGI para las coordenadas UTM; esta cuadrícula cubrió la zona norte del parque nacional, en cada muestreo se colocaron un promedio de 24 cámaras a intervalos de 1 km, cubriendo un área de aproximadamente 24 km<sup>2</sup> durante aproximadamente 45 días (Figura 3). Las cámaras utilizadas fueron programadas para obtener tres eventos fotográficos cada minuto con un retraso mínimo de 10 segundos entre disparos. En cada estación de muestreo la cámara fue fijada a la base de un árbol (pino) o en una roca, preferentemente a una altura de 50 cm sobre el suelo, cuando las condiciones lo permitieron y buscando siempre que la orientación del lente de la cámara fuera de norte-sur-norte, evitando así que la iluminación solar sobre expusiera las imágenes obtenidas.

En cada estación de muestreo se colocó una cámara trampa en combinación con un atrayente olfativo (sardina en conserva). El cebo o atrayente fue colocado frente a la cámara aproximadamente a tres metros de distancia con la finalidad de aumentar la capacidad de detección y obtener la mejor imagen posible en cada registro. Cada estación se georreferenció usando un GPS marca Garmin® modelo 60csxmap.

Durante 2011 que dio inicio al presente estudio se realizaron dos transeptos, colocando 27 estaciones de muestreo cubriendo un área aproximada de 30 km<sup>2</sup>. En el primer transepto se utilizaron cámaras trampa digitales de cinco megapíxeles marca Wildview®, las cuales fueron facilitadas por la Asociación Civil Naturalia. Para los muestreos posteriores se adquirieron cámaras de 8 megapíxeles (Bushnell trophy cam night vision trail camera).

En 2012 se efectuaron cinco transeptos, colocando 78 estaciones de muestreo que cubrieron un área aproximada de 85 km<sup>2</sup>. En 2013 se continuaron los muestreos en transeptos durante todo el año pero solo se utilizaron los primeros tres hasta verano con la colocación de 48 estaciones de muestreo, mismas que abarcaron una superficie aproximada de 50 km<sup>2</sup>.

Al término de cada período de muestreo se recobraron las cámaras y en el laboratorio se analizó el registro fotográfico de cada cámara. La identificación de los organismos se logró al nivel taxonómico de especie y subespecie utilizando guías de identificación para la región y literatura especializada (Huey, 1964; Hall, 1981; Emmons y Feer, 1990; Álvarez-Castañeda y Patton, 1999, 2000; Ceballos y Oliva, 2005).

Con base en el total de las estaciones de muestreo utilizadas se generaron diferentes mapas que incluyen la distribución local de las especies. Para confeccionar dichos mapas se utilizó el paquete ArcMap 10.1. También se elaboraron mapas que relacionan la distribución de las especies con los tipos de cobertura vegetal, utilizando como información base de la cobertura vegetal un estudio realizado en 2010-2011 por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos de América (USFWS por sus siglas en inglés). Asimismo, se confeccionaron gráficas del porcentaje de cobertura del tipo de vegetación presente en las diferentes áreas de distribución de las especies detectadas.

Al decir mamíferos grandes y medianos, nos enfocamos en las especies de los órdenes: Lagomorpha, Canivora y Artiodactyla.



## ANÁLISIS DE LOS DATOS

---

Se diseñó una base de datos con las imágenes obtenidas mediante el sistema de foto-trampeo, teniendo registros por especie. Esta información fue la fuente para el análisis de los patrones de distribución y actividad de las especies en la región norte del Parque. Todas las imágenes fueron procesadas mediante el programa CameraBase, diseñado por el Dr. Mathias Tobler del departamento de Ecología Animal Aplicada del Instituto de Conservación e Investigación del Zoológico de San Diego (San Diego, California, EE.UU.). Mediante este programa se generó una base de datos en formato Access para el manejo y análisis de información de monitoreo por foto-trampeo. Para cada imagen o fotografía se documentó la información de la estación de muestreo, fecha, hora y especie registrada.

### *Distribución*

Para el análisis de distribución de las especies de mamíferos en el Parque, el periodo de muestreo fue dividido en bloques independientes de 40-45 días cada uno, que es el tiempo promedio que permanecieron instalados los cuadrantes de estaciones de muestreo. Dicho intervalo de tiempo es considerado de alta probabilidad para que la población permanezca cerrada (Karanth, 1995). En total fueron ocho bloques generados.

Con todos estos datos se confeccionaron mapas por especie, utilizando el paquete ArcMap 10.1, en los que se muestra la presencia de cada una en las estaciones donde fue fotográficamente registrada.; consecuentemente, utilizando la herramienta de extrapolación, se generaron los polígonos alrededor de cada estación de muestreo.

La información de distribución de cada especie se relacionó con el componente de vegetación del Parque para ver las preferencias de hábitat de cada una de las especies. Para llevar a cabo esta relación se tomó la información de vegetación generada por USFWS y de nuevo utilizando ArcMap recortamos las áreas de vegetación dentro de los polígonos de las estaciones de muestreo. Debido a que la información mostraba todas las especies de vegetación del Parque esta fue resumida y agrupada en cinco categorías: Árboles latifoliados, Arbustiva, Coníferas, Estéril y Herbácea, con estas categorías se generaron gráficas que muestran el porcentaje de cobertura cada categoría en la estación de muestreo donde tuvimos presencia de cada especie.

## RESULTADOS

---

En el presente estudio realizado en el polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM) mediante el uso de foto trampeo bajo un diseño de muestreo sistemático, durante agosto de 2011 a septiembre de 2013. Se logró identificar a nueve especies de aves y 14 especies de mamíferos. Solamente 11 de las especies de mamíferos detectados fueron objeto del presente estudio, ya que los otros tres pertenecientes al orden Rodentia son considerados como mamíferos pequeños.

Las 11 especies de interés para este estudio pertenecen a tres órdenes (Lagomorpha, Carnivora y Artiodactyla) y ocho familias (Leporidae, Canidae, Mephitidae, Mustelidae, Felidae, Procyonidae, Cervidae y Bovidae). El orden mejor representado en riqueza taxonómica durante los muestreos con foto-trampeo fue Carnívora, con cinco familias y ocho especies (Tabla 1).

*Tabla 1. Especies registradas por foto-trampeo en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, durante el periodo de 2011-2013.*

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus martirensis</i>	Liebre
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans clepticus</i>	Coyote
		<i>Urocyon cinereoargenteus californicus</i>	Zorro gris
	Mephitidae	<i>Mephitis mephitis holzneri</i>	Zorrillo rayado
		<i>Spilogale gracilis martirensis</i>	Zorrillo manchado
	Mustelidae	<i>Taxidea taxus berlandieri</i>	Tejón
	Felidae	<i>Puma concolor cougar</i>	Puma
<i>Lynx rufus californicus</i>		Gato montés	
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus octavus</i>	Cacomixtle
	Cervidae	<i>Odocoileus hemionus fuliginatus</i>	Venado bura
Artiodactyla	Bovidae	<i>Ovis canadensis cremnobates</i>	Borrego cimarrón
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus griseus anthonyi</i>	Ardilla gris occidental
		<i>Tamiasciurus mearnsi</i>	Ardilla de San Pedro Mártir
		<i>Tamias obscurus</i>	Chichimoco

El esfuerzo de muestreo de foto-trampeo fue de 713 días con alrededor de 308,016 horas-trampa, lo cual generó más de 37,000 fotografías. Cada cámara registró en promedio 200 fotografías. Del total de fotografías obtenidas, un 16.2% fueron clasificadas como fotografías positivas, lo cual equivale a un poco más de 6000 registros. De estas fotografías positivas, el 16.6% son considerados como registros independientes (Tabla 2).

*Tabla 2. Frecuencias de especies de mamíferos grandes y medianos registradas en el polígono del PNSSPM, durante el periodo 2011 a 2013.*

<b>Nombre Común</b>	<b>Especie</b>	<b>Eventos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>No. De Cámaras</b>
1 Borrego cimarrón	<i>Ovis canadensis</i>	7	1,25	2
2 Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>	7	1,25	3
3 Coyote	<i>Canis latrans</i>	458	81,54	65
4 Puma	<i>Puma concolor</i>	1	0,18	1
5 Gato montes	<i>Lynx rufus</i>	41	7,3	26
6 Liebre de cola negra	<i>Lepus californicus</i>	11	1,96	5
7 Tejón	<i>Taxidea taxus</i>	1	0,18	1
8 Venado bura	<i>Odocoileus hemionus</i>	194	34,54	64
9 Zorrillo manchado	<i>Spilogale gracilis</i>	2	0,36	2
10 Zorrillo rayado	<i>Mephitis mephitis</i>	7	1,25	6
11 Zorro gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	282	50,2	58
<b>Total de eventos positivos</b>		<b>1011</b>		

Con los resultados se generó la tabla 3 en la cual se muestran los patrones de actividad por especie. Asimismo, la distribución de frecuencias de eventos diurnos, nocturnos y crepusculares se ofrecen en la figura 4.

*Tabla 3. Frecuencia de captura de especies de mamíferos medianos y grandes por foto-trampeo según su patrón de actividad preferencial en el polígono del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir, durante el periodo 2011 a 2013.*

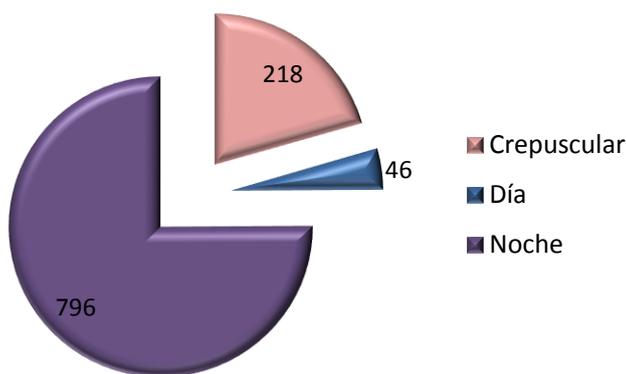
Especie	Nombre Común	Crepuscular	Día	Noche
1 <i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	4		3
2 <i>Canis latrans</i>	Coyote	78	11	375
3 <i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra	7		8
4 <i>Lynx rufus</i>	Gato montés	10		33
5 <i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo rayado	2	1	4
6 <i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura	46	15	153
7 <i>Ovis canadensis</i>	Borrego cimarrón	1		6
8 <i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado	2		
9 <i>Taxidea taxus</i>	Tejón	1		
10 <i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	67	19	214

De acuerdo con los resultados mostrados en esta tabla se puede observar en todas las especies una mayor actividad nocturna que diurna.

Con los datos obtenidos por la aplicación de la técnica de foto trampeo fue posible generar información sobre diversos aspectos ecológicos de las especies, tales como: actividad, relación de la distribución de la especie con otras especies concurrentes, relación de la distribución de la especie con el tipo de cobertura vegetal, o influencia de los sitios turísticos y de construcciones o caminos sobre la distribución de las especies.

*Tabla 4. Número de capturas de mamíferos grandes y medianos en el Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir por estaciones del año en el periodo agosto 2011 a septiembre 2013.*

	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
<i>Puma concolor</i>	0	0	0	0
<i>Lynx rufus</i>	63	35	31	10
<i>Canis latrans</i>	1291	108	904	467
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	367	163	336	248
<i>Odocoileus hemionus</i>	282	244	428	143
<i>Ovis canadensis</i>	0	0	40	40
<i>Mephitis mephitis</i>	0	0	15	6
<i>Spilogale gracilis</i>	0	0	0	1
<i>Bassariscus astutus</i>	11	0	0	5
<i>Lepus californicus</i>	23	24	1	2
<i>Taxidea taxus</i>	6	0	0	0
<b>Total</b>	<b>2043</b>	<b>574</b>	<b>1755</b>	<b>922</b>



*Figura 4. Muestra el número de eventos diurnos, nocturnos y crepusculares capturados por las fototruampas en el polígono del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir, durante el periodo de muestreo (agosto 2011 a septiembre 2013).*

## SINOPSIS DE ESPECIES DETECTADAS POR FOTO-TRAMPEO

---



Bushnell

10-03-2011 03:08:31

*Canis latrans*. Coyote. La especie que registró el ámbito de distribución más amplio en el área de estudio, ya que se detectó prácticamente en todo el polígono de muestreo, mostrando una cierta preferencia por habitar la parte sur (La Tasajera) (Figura 5). Esta especie registró una frecuencia de detección de 81.5% durante todo el periodo de muestreo (Tabla 2). El número de eventos de detección de esta especie en función del patrón de actividad fue de 375 registros nocturnos, 78 crepusculares y 11 diurnos (Tabla 3). Los resultados aquí obtenidos indican que esta especie presenta un patrón de actividad más activo durante la noche, en todas las estaciones del año. La frecuencia de registros fue mayor en el invierno, seguido por el verano (Tabla 4)

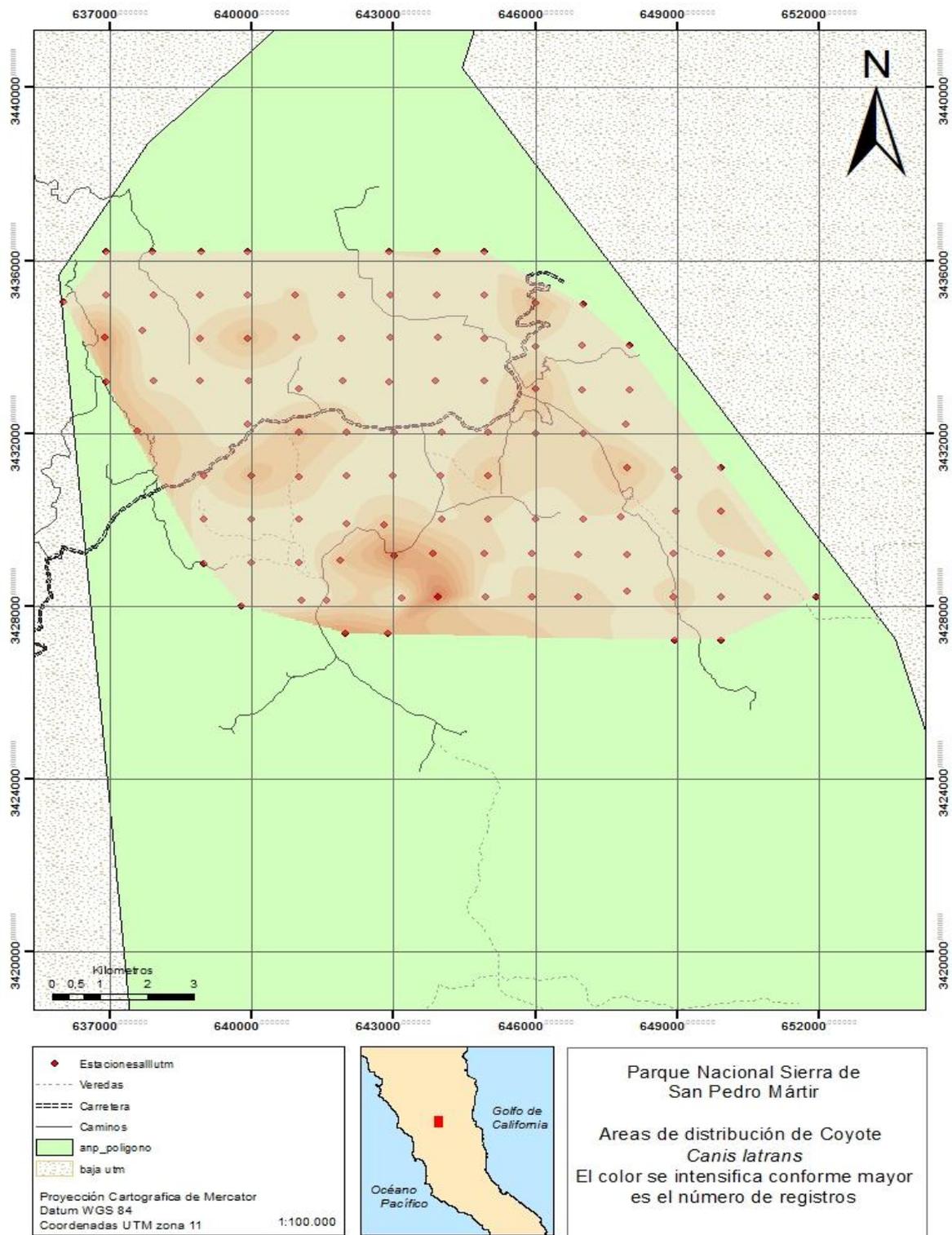


Figura 5. Mapa de distribución de coyote (*Canis latrans clepticus*) en el polígono de estudio del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, durante el periodo de 2011 a 2013.

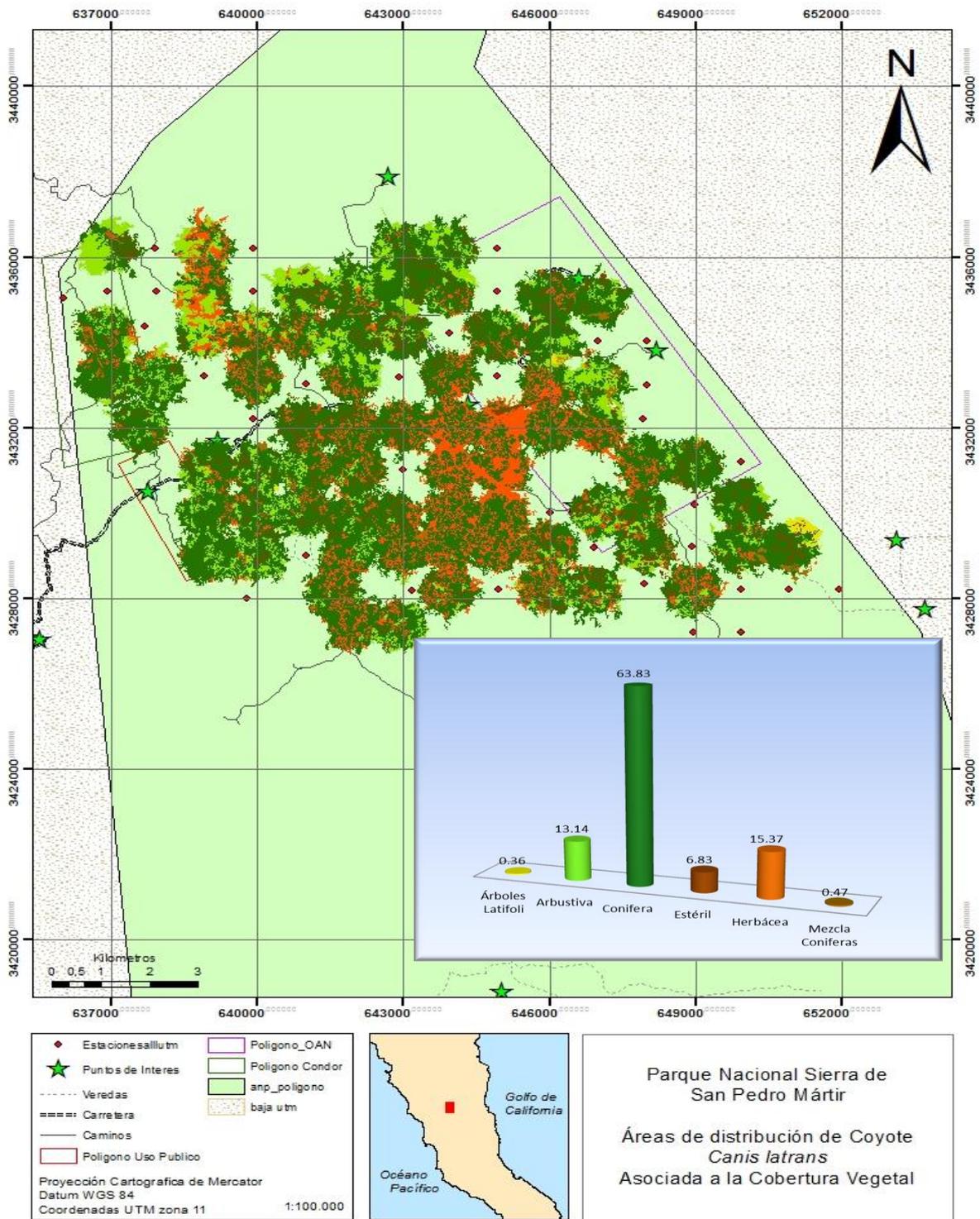


Figura 6. Mapa de distribución de coyote (*Canis latrans clepticus*) y su relación con los tipos de vegetación asociada, incluyendo una gráfica de porcentaje de cada tipo de cobertura vegetal.



Bushnell

01-12-2012 04:49:18

La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) fue la segunda especie que registró el mayor número de eventos con una frecuencia relativa de 50.2%. Se trata de una especie con hábitos principalmente nocturnos (n= 214 eventos) como lo indican los registros de detección detallados en la tabla 3. En cuanto a su distribución en el polígono de estudio (Figura 7), esta especie concurrió principalmente en la parte oriental del polígono, desde la localidad de Venado Blanco hasta el camino a Botella Azul; en esta sección se presentan pendientes más pronunciadas en el terreno y vegetación dominante de tipo coníferas-arbustivas. A nivel estacional, la mayoría de las detecciones ocurrieron de manera regular a través del año, aunque con un ligero descenso en primavera (Tabla 4).

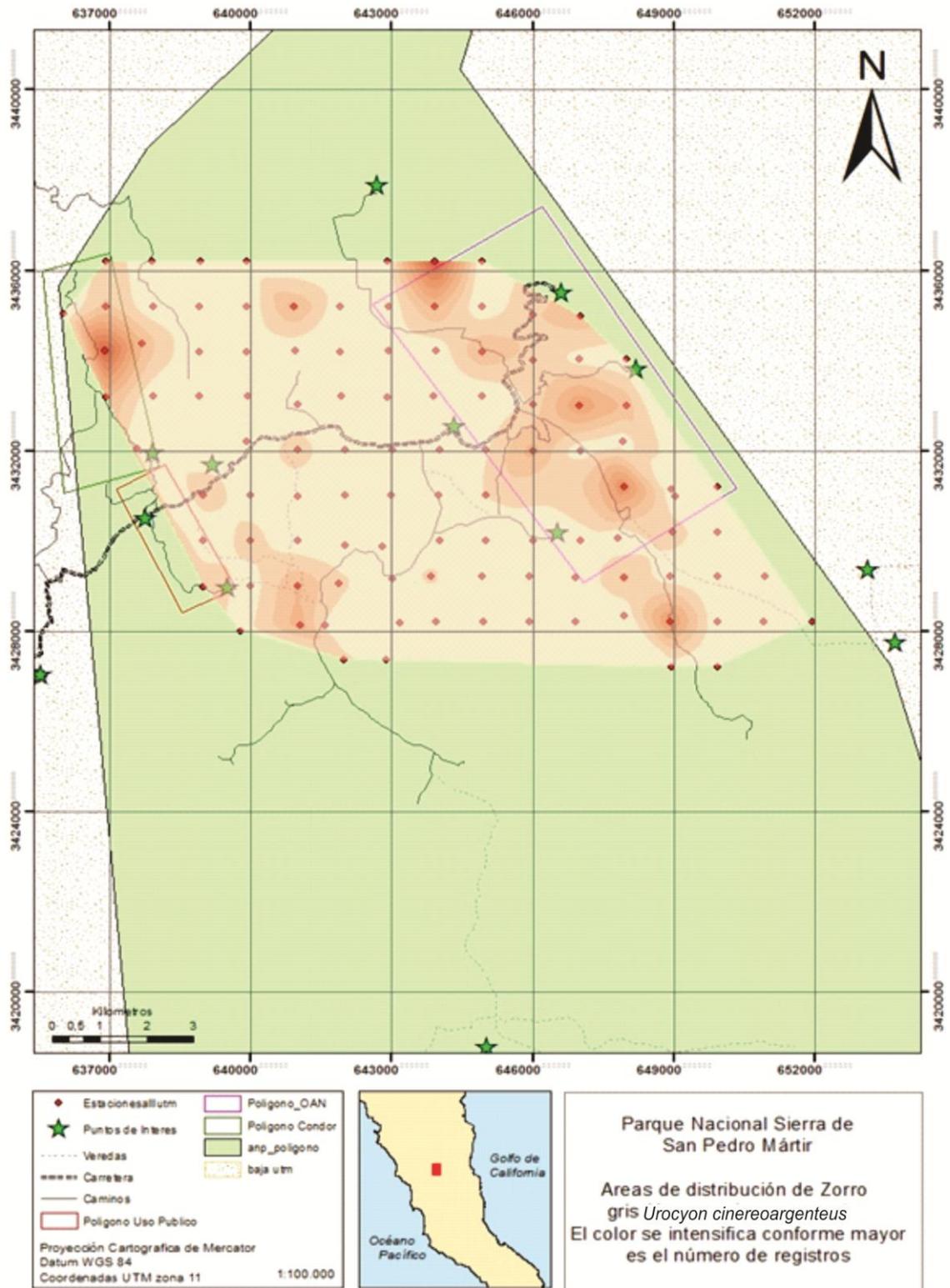


Figura 7. Mapa de distribución de zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en el polígono de estudio del Parque Nacional Sierra de San Pedro Martir, durante el periodo de 2011 a 2013.

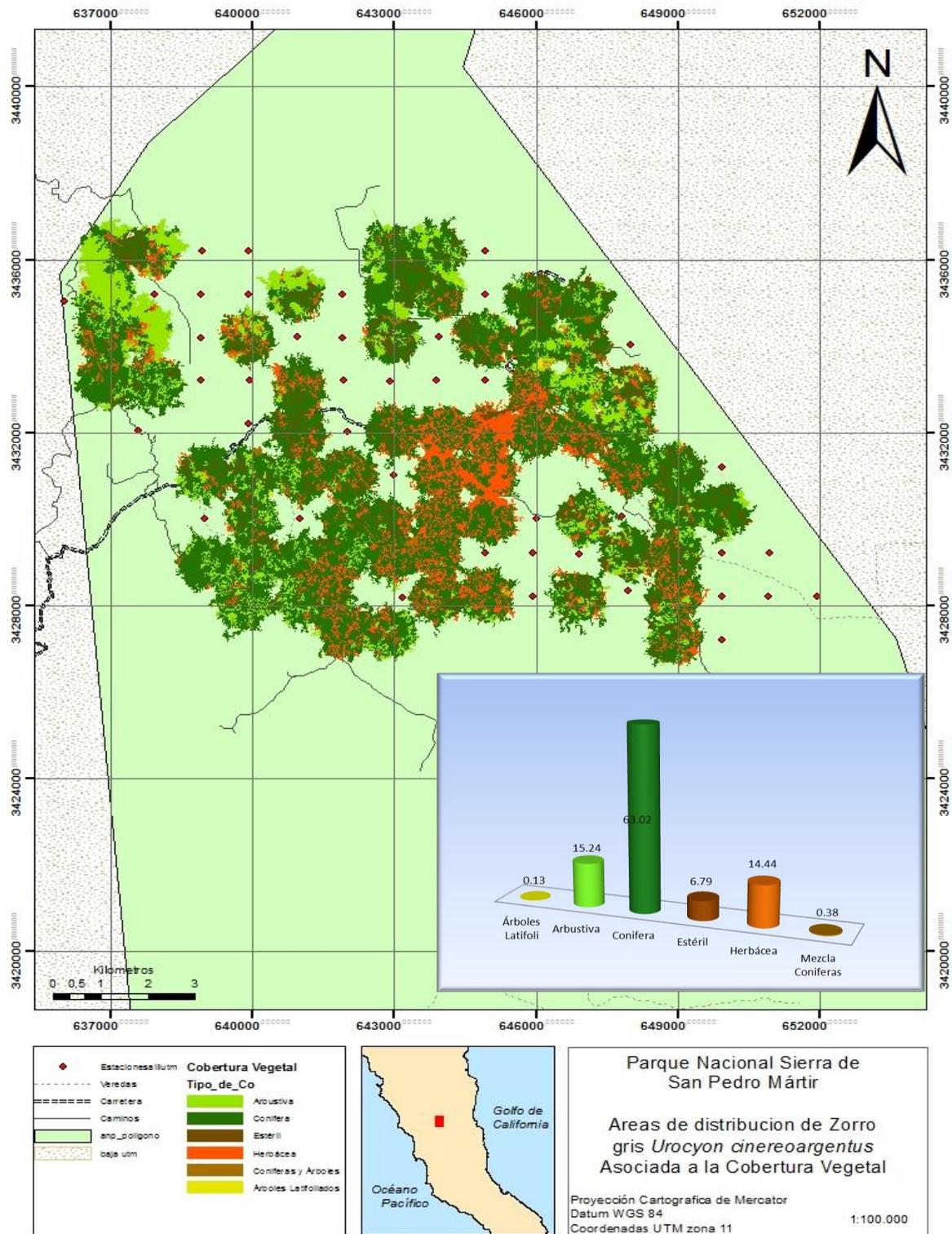


Figura 8. Mapa de distribución de zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y los tipos de cobertura vegetal asociada en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (2011-2013).

El gato montés (*Lynx rufus*) se presentó con una frecuencia de 7.3% (Tabla 2). Aunque fue detectado en casi todo el polígono de muestreo, es posible notar una mayor distribución hacia el oriente del mismo, en un área caracterizada por



Bushnell

12-18-2012 09:54:52

pendientes más abruptas y vegetación arbustiva más cerrada (Figura 9 y 10). Si comparamos el mapa de distribución con el de zorro gris (Figura 7) se observa que son muy similares en su distribución. La mayor actividad de esta especie se muestra en la temporada invierno con 63 registros con un promedio de captura de 2.16 fotografías por cámara, mientras que en el resto de las estaciones la incidencia disminuyó a un promedio de 0.52 fotografías por cámara.

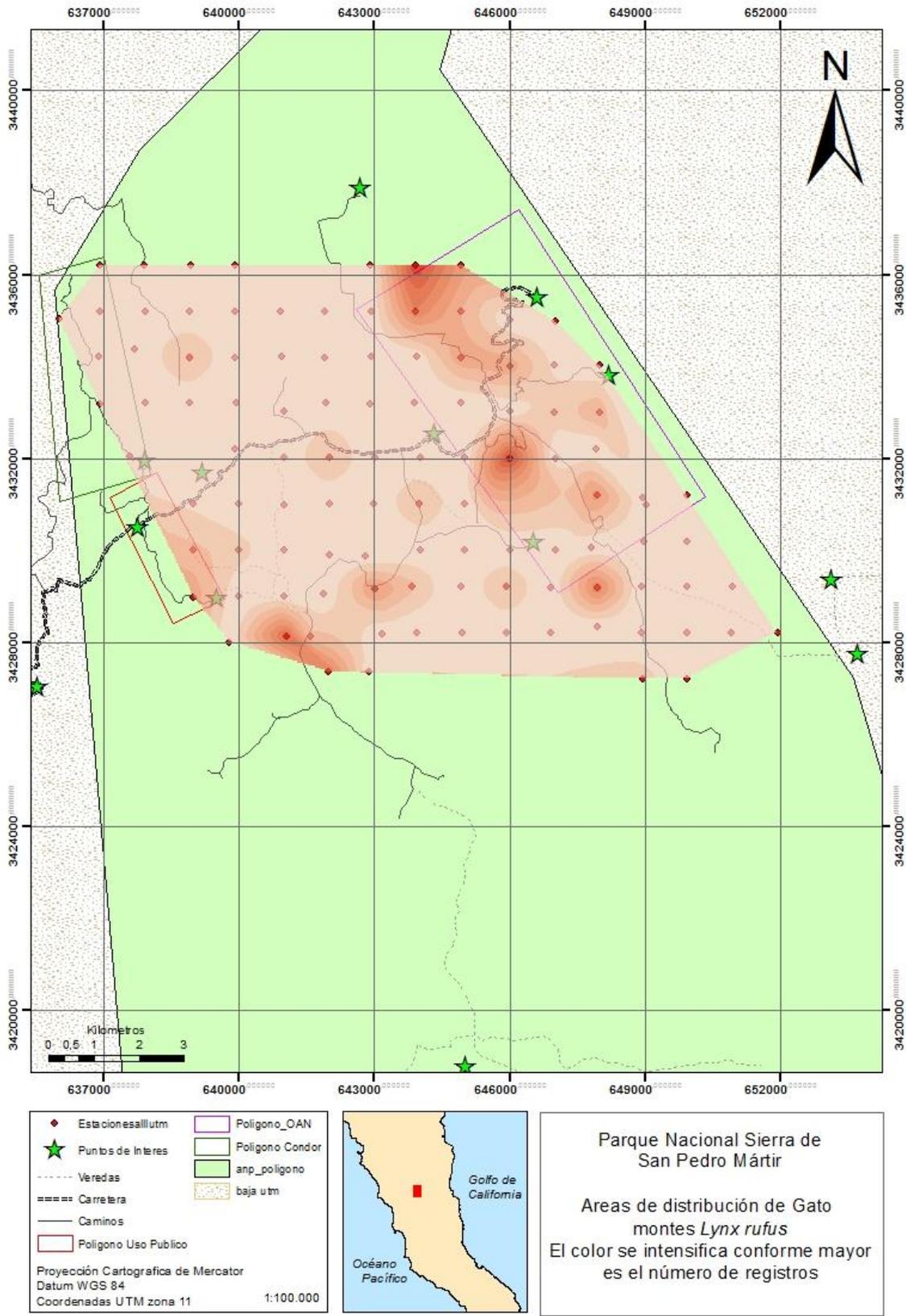


Figura 9. Mapa de distribución de gato montés (*Lynx rufus*) en el polígono de estudio del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, durante el periodo de 2011 a 2013.

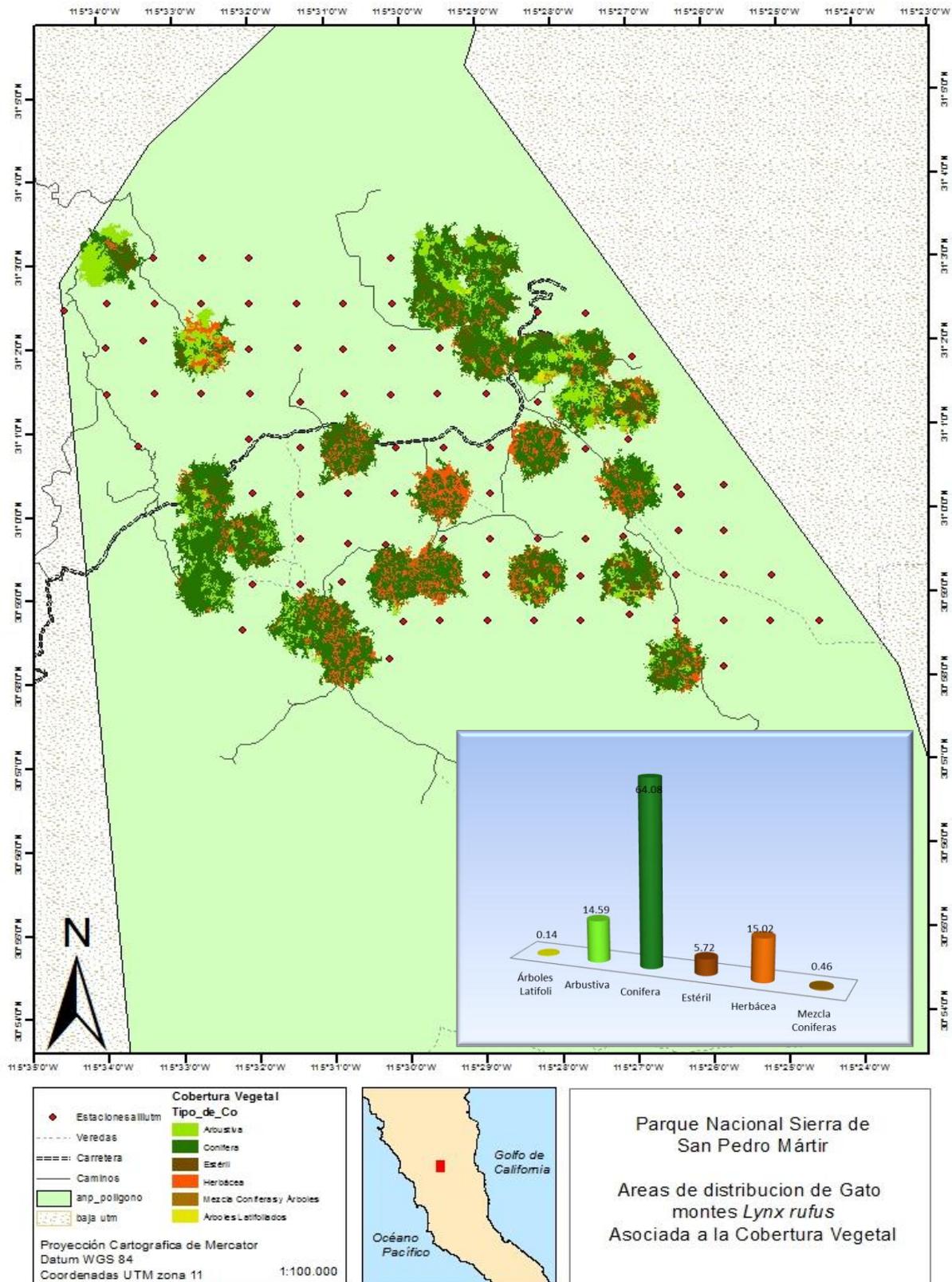


Figura 10. Mapa de distribución de gato montés (*Lynx rufus*) y tipos de cobertura vegetal asociada en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (2011-2013).



Bushnell

05-13-2013 20:22:50

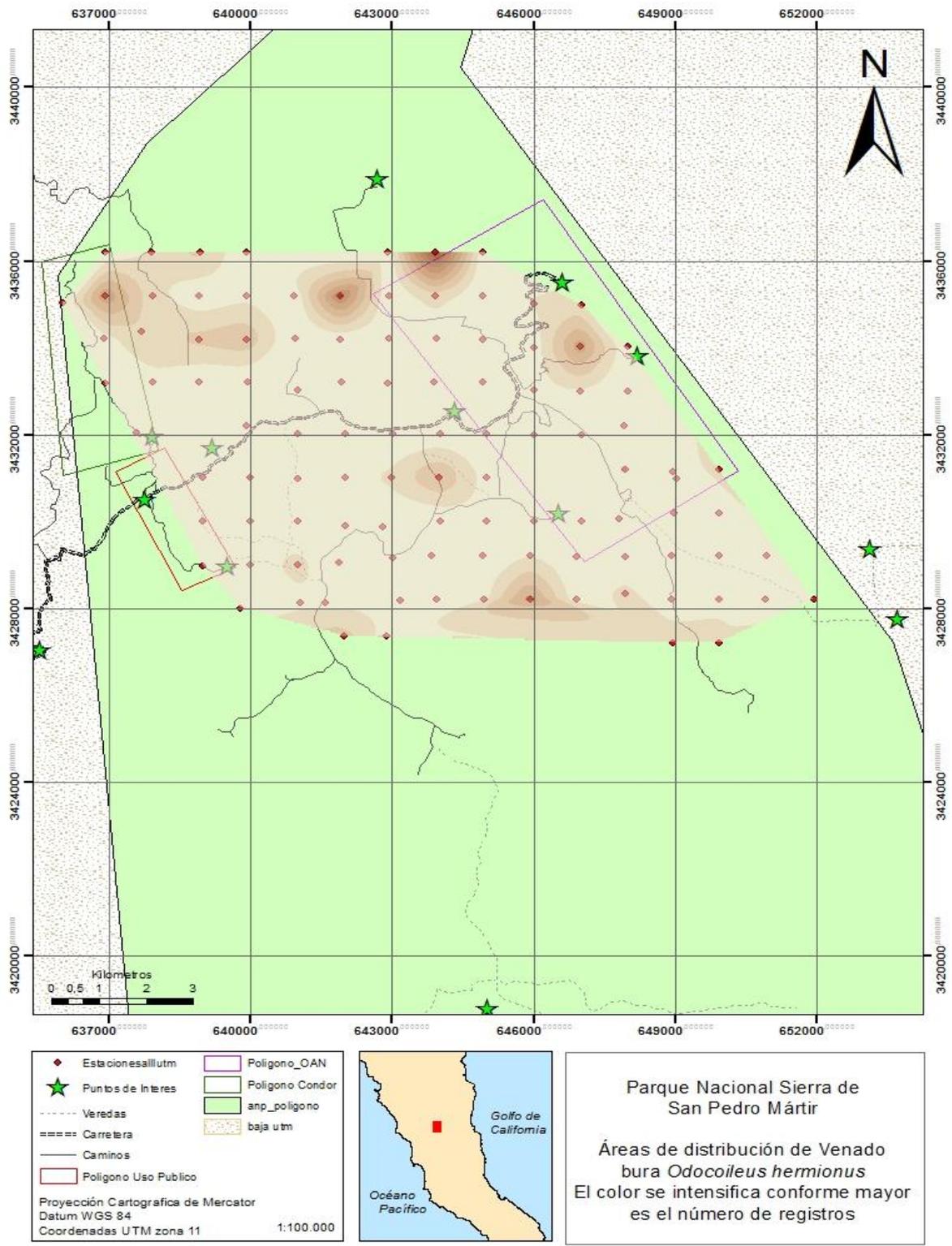
El puma (*Puma concolor*) fue fotografiado en la parte oeste del polígono de muestreo que se caracteriza por ser una zona de transición de coníferas y chaparral de montaña. Solo dos registros fueron obtenidos durante todo el periodo de muestreo y se realizaron durante la noche. Los registros ocurrieron fuera del periodo de muestreo en unas cámaras que no estaban dentro del programa es por eso que no se agregan mapas e información adicional



Bushnell

12-02-2012 06:02:29

El venado bura (*Odocoileus hemionus*) fue detectado con una frecuencia relativa de 34.5% en el polígono de muestreo (Tabla 2). Su presencia estuvo representada en casi todas las zonas del parque pero con una mayor abundancia hacia la parte norte del paraje Venado Blanco, seguido por otros sitios como Punta San Pedro y La Tasajera (Figura 11). Todos estos sitios se encuentran retirados de la actividad humana. Los registros de detección muestran una mayor actividad durante la noche con más de tres veces la cantidad de capturas que durante el día (Tabla 3). En cuanto a la estación del año, la mayor cantidad de capturas ocurrieron durante la primavera y la menor actividad en otoño (Tabla 4).



*Figura 11. Mapa de distribución de venado bura (Odocoileus hemionus) en el polígono de estudio en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, durante el periodo de 2011 a 2013.*

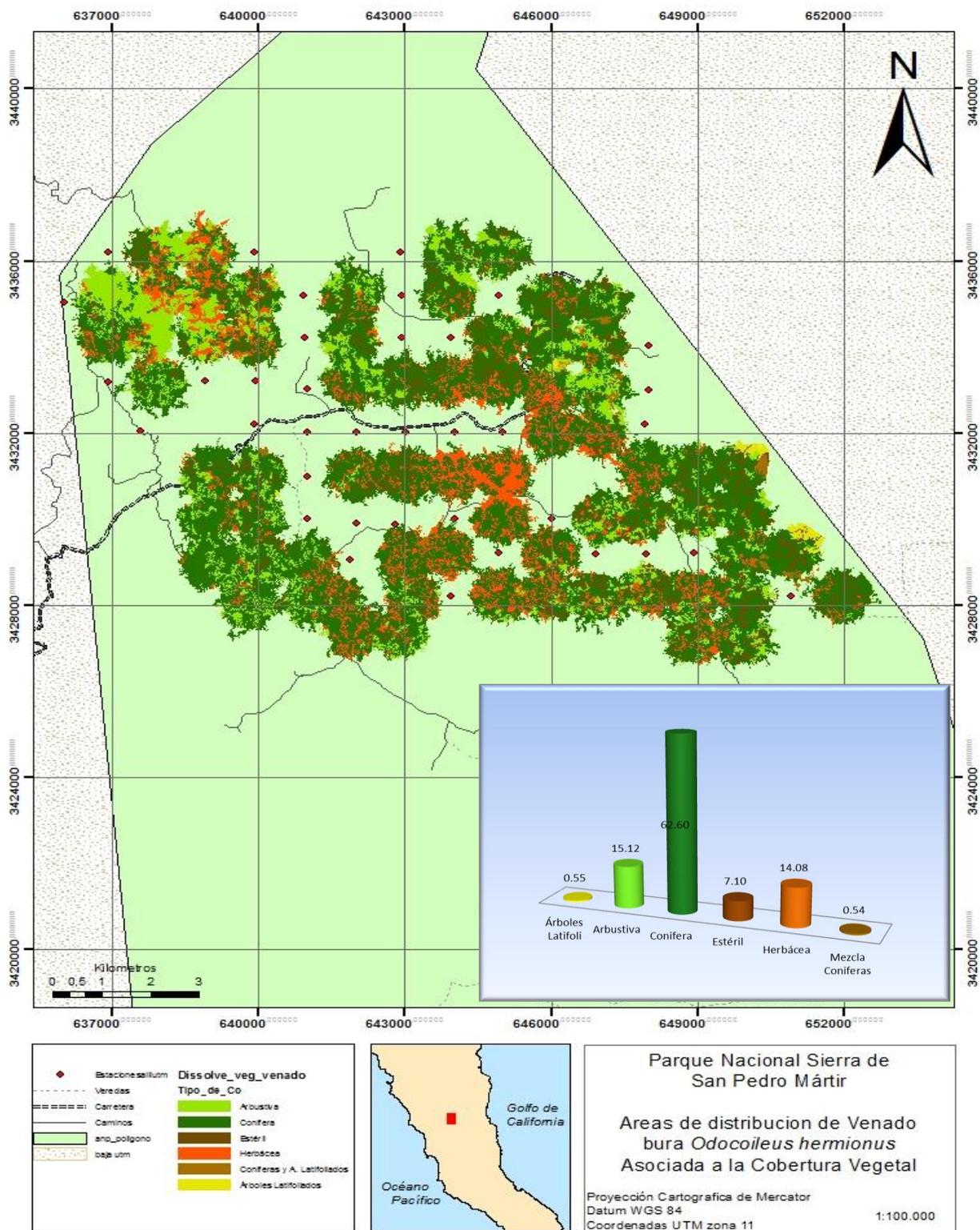


Figura 12. Mapa de distribución de venado bura (*Odocoileus hemionus*) y los tipos de cobertura vegetal asociada en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (2011-2013).



Bushnell

10-03-2012 11:06:36

Borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) fue fotografiado únicamente en la parte oriente del polígono de muestreo durante las estaciones de verano y otoño con 40 registros en cada caso (Tabla 4). La detección se registró en las orillas de los cañones donde comienza la parte rocosa y los acantilados con pendientes abruptas (Figura 13). Por la misma razón, la frecuencia fue muy baja, siendo del orden de 1.25%. En una de las dos cámaras que registraron a esta especie se pudo apreciar a varios individuos, incluyendo una macho adulto de 6-8 años (clase III) forrajeando durante el día.

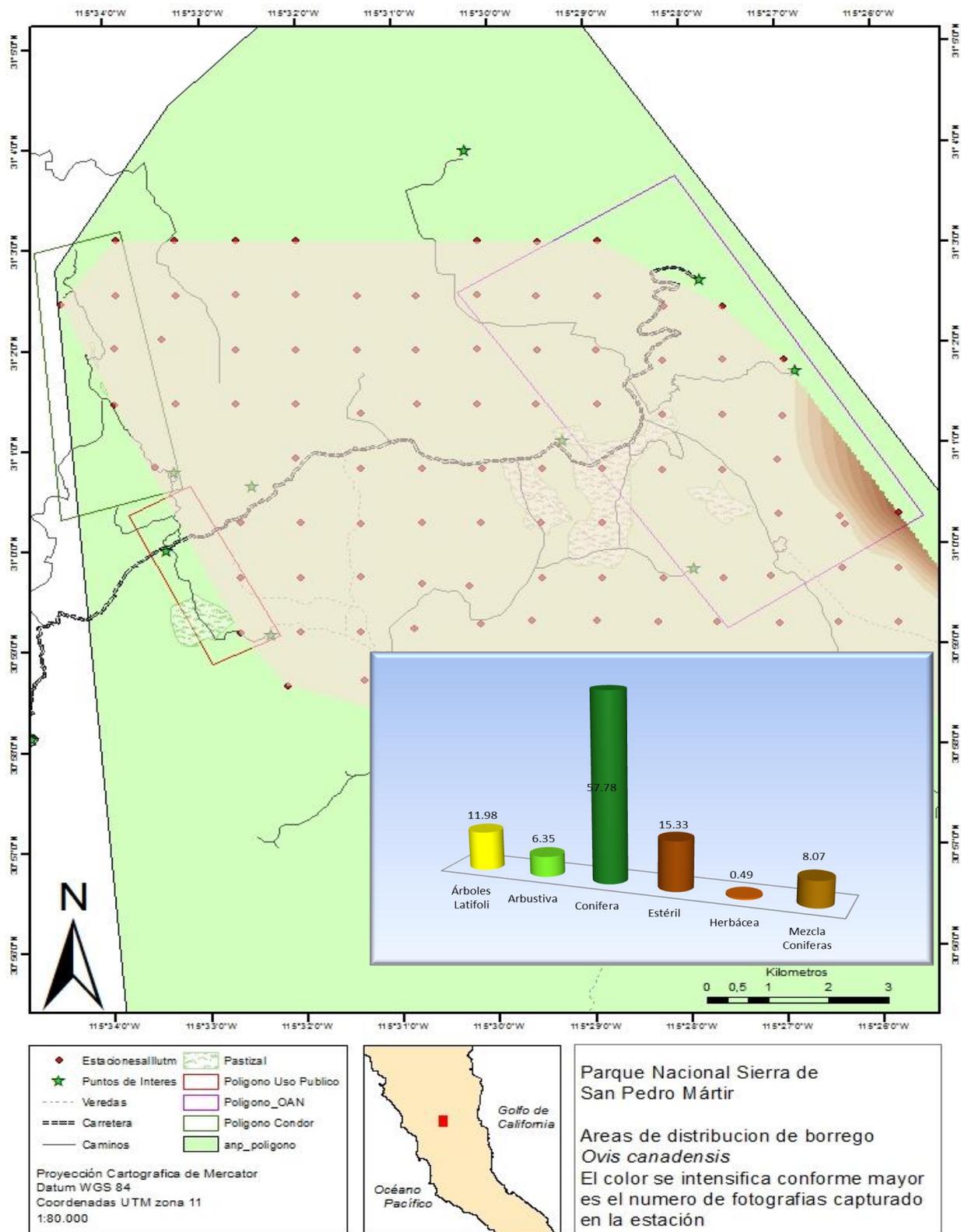


Figura 13. Mapa de distribución de borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) y su relación con los tipos de vegetación asociada, incluyendo una gráfica de porcentaje de cada tipo de cobertura vegetal (2011-2013).



Bushnell

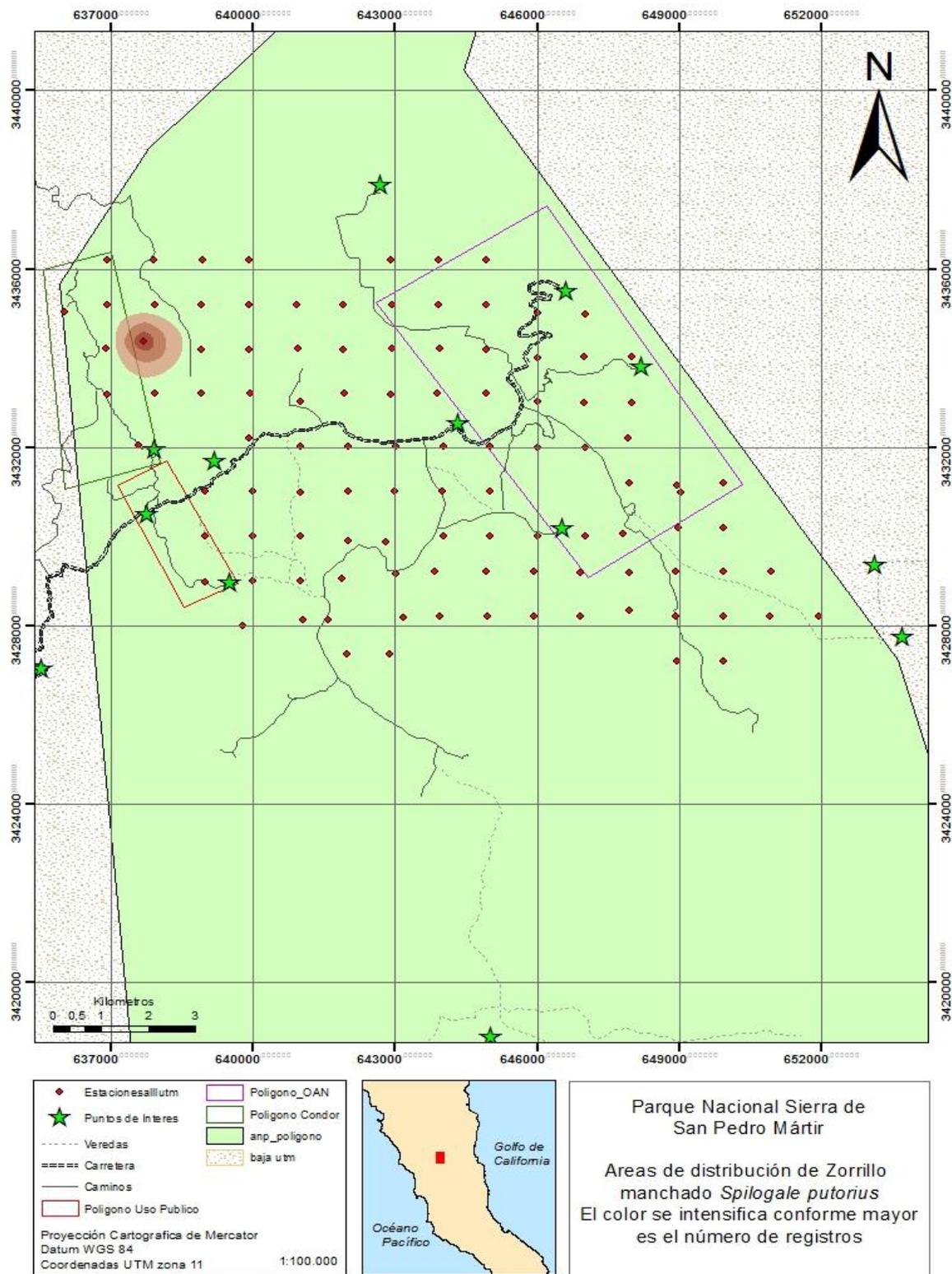
11-01-2011 02:29:28



Bushnell

10-03-2011 13:23:30

Las dos especies de zorrillos (*Mephitis mephitis* y *Spilogale gracilis*) fueron registradas en la parte noroeste del polígono del parque que corresponde al área de Punta San Pedro (Figura 14 y Figura 16). Esta área es dominada por vegetación arbustiva y de coníferas (Figura 15). En la tabla 3 se puede apreciar que los únicos registros del zorrillo manchado (*S. gracilis*) fueron al atardecer y en el caso del zorrillo rayado (*M. mephitis*) en el atardecer y durante la noche con frecuencias de 0.36 y 1.25, respectivamente. Basado en lo anterior, ambas especies son de concurrencia baja en el polígono de muestreo y detectadas durante los meses de otoño (Tabla 4).



**Figura 14.** Mapa de distribución de zorrillo manchado (*Spilogale gracilis martirensis*) en el polígono de estudio en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, durante el periodo de 2011a 2013.

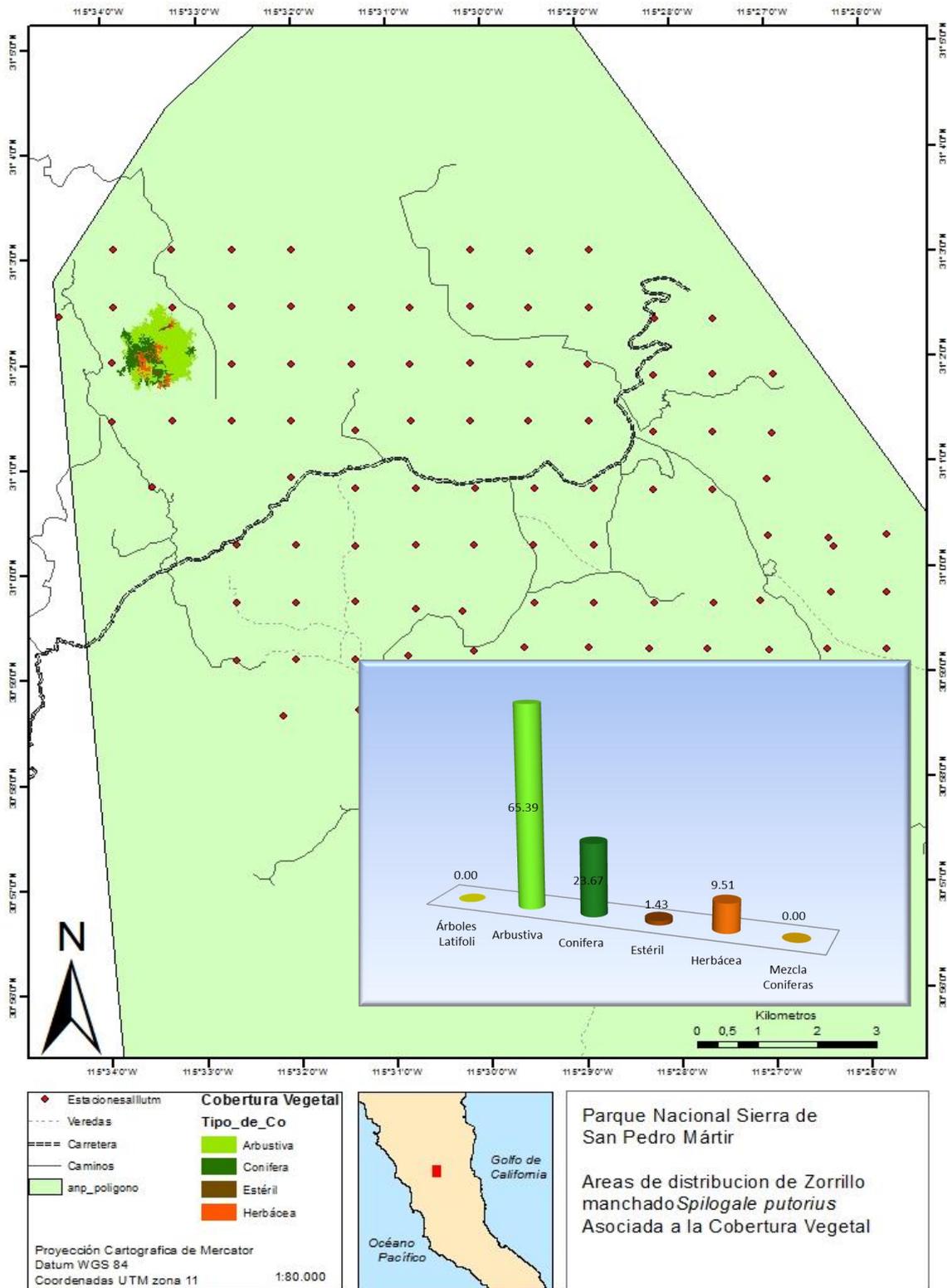


Figura 15. Relación de los registros de distribución de zorrillo manchado (*Spilogale gracilis martirensis*) y su relación con los tipos de vegetación asociada, incluyendo una gráfica de porcentaje de cada tipo de cobertura vegetal (2011-2013). FAVOR DE CORREGIR EL MAPA YA QUE DICE *SPILOGALE PUTORIUS* EN VEZ DE *SPILOGALE GRACILIS*

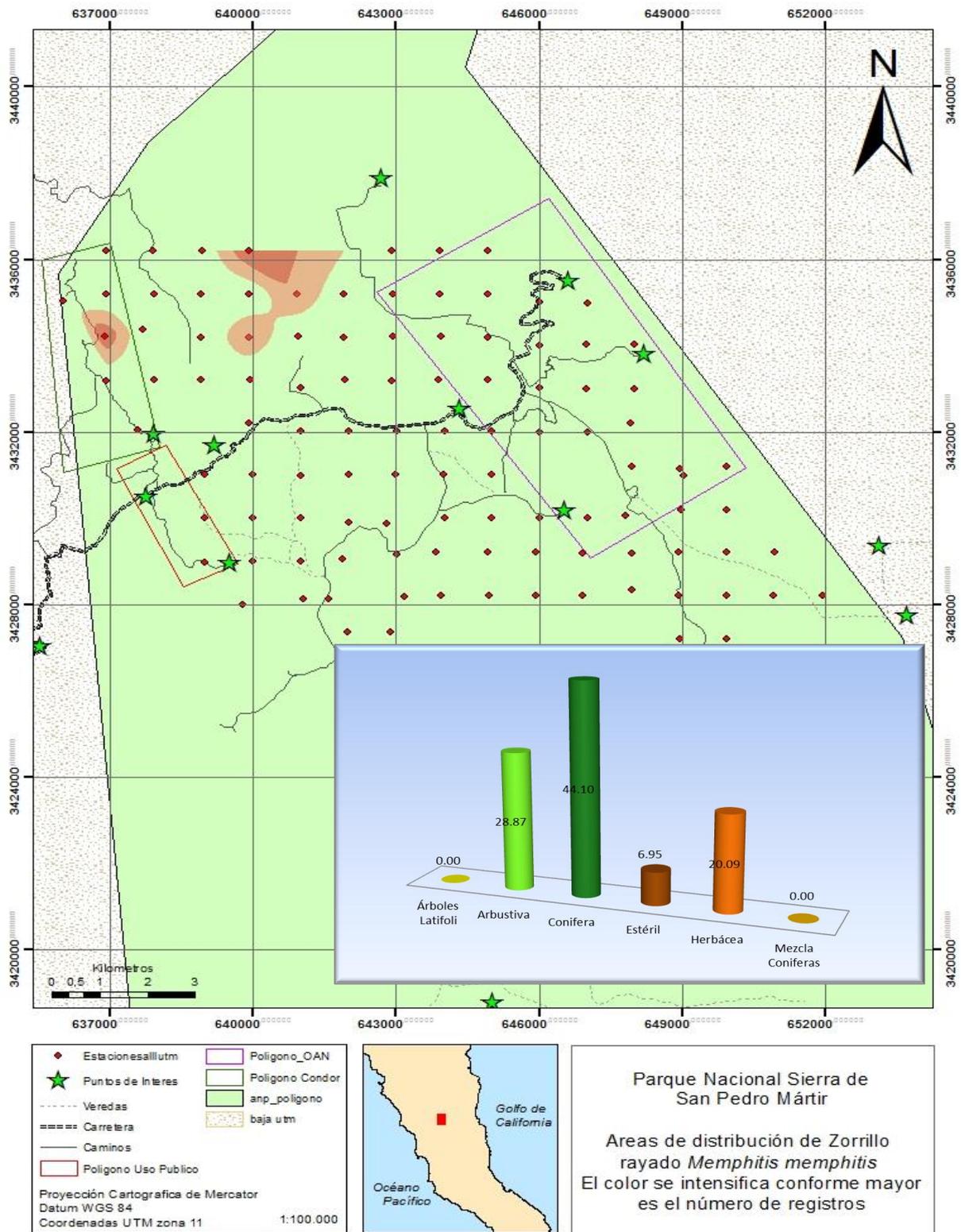


Figura 16. Mapa de distribución de zorrillo rayado (*Mephitis mephitis holzneri*) y su relación con los tipos de cobertura vegetal asociada, incluyendo una gráfica de porcentaje de cada tipo de cobertura vegetal (2011-2013).



Bushnell

12-13-2012 02:37:47

El tejón (*Taxidea taxus*) fue detectado al anochecer durante invierno (Tabla 4) y únicamente en un sitio de la parte sur del polígono de muestreo (Figura 17), que se caracteriza por ser una zona abierta con vegetación secundaria de pastizal. El registro de este mustélido representa el primer individuo fotografiado en vivo en la Sierra San Pedro Mártir.

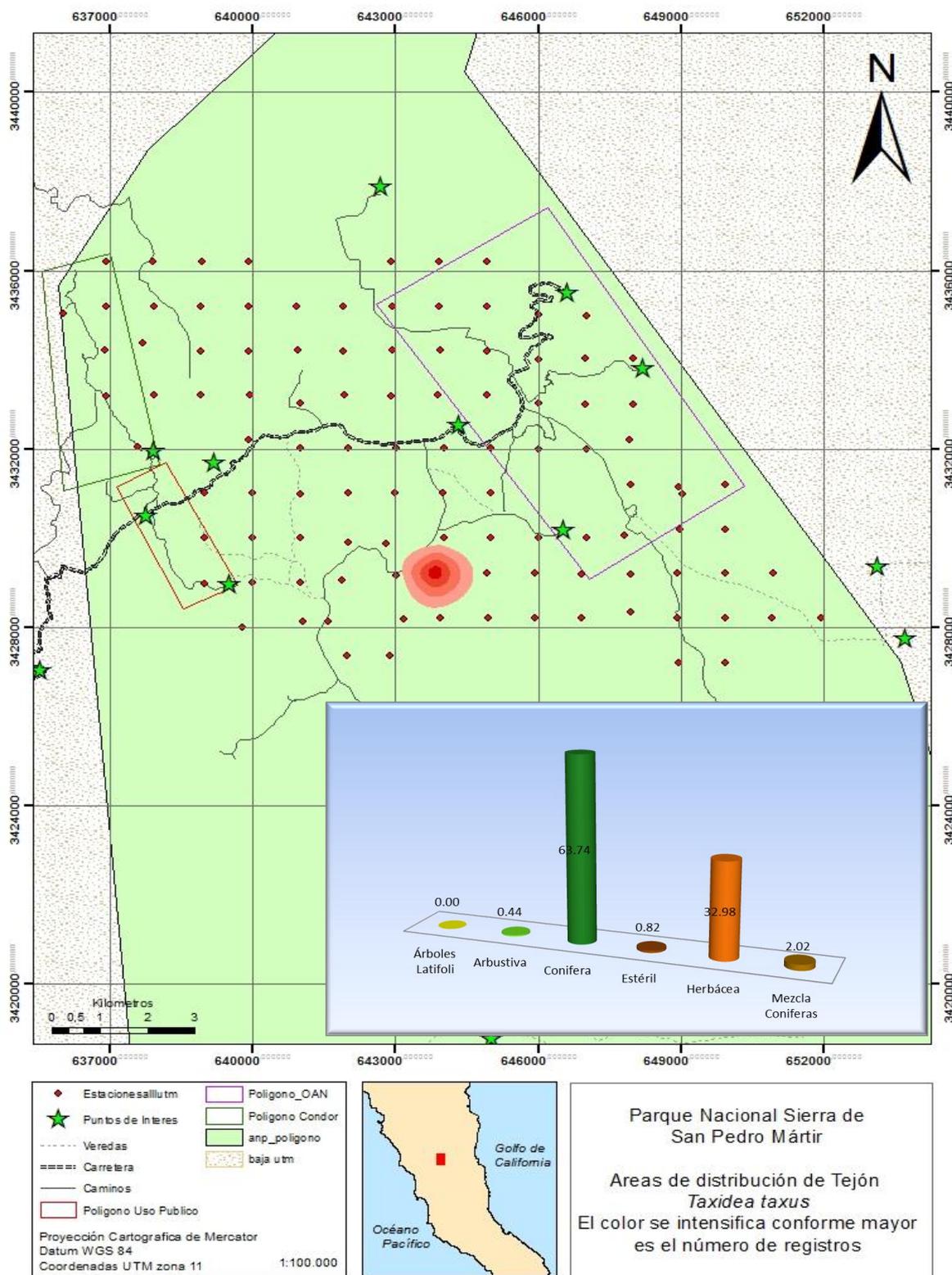


Figura 17. Mapa de distribución de tejón (*Taxidea taxus berlandieri*) y su relación con los tipo de cobertura vegetal asociada, incluyendo una gráfica de porcentaje de cada tipo de cobertura vegetal (2011-2013).



Bushnell

10-23-2011 19:44:24

Por su parte, el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) fue detectado en dos áreas del polígono de estudio, una de ellas hacia la parte oriental donde inician los cañones al norte de Punta San Pedro (Figura 18). Los registros fueron realizados durante otoño (5) e invierno (11) (Tabla 4) tanto en la noche como en el atardecer (Tabla 3). Este prociénido fue detectado con un valor de frecuencia de 1.25% (Tabla 2). Las dos áreas de detección se distinguen por tener abundante vegetación arbustiva (Fig. 18).

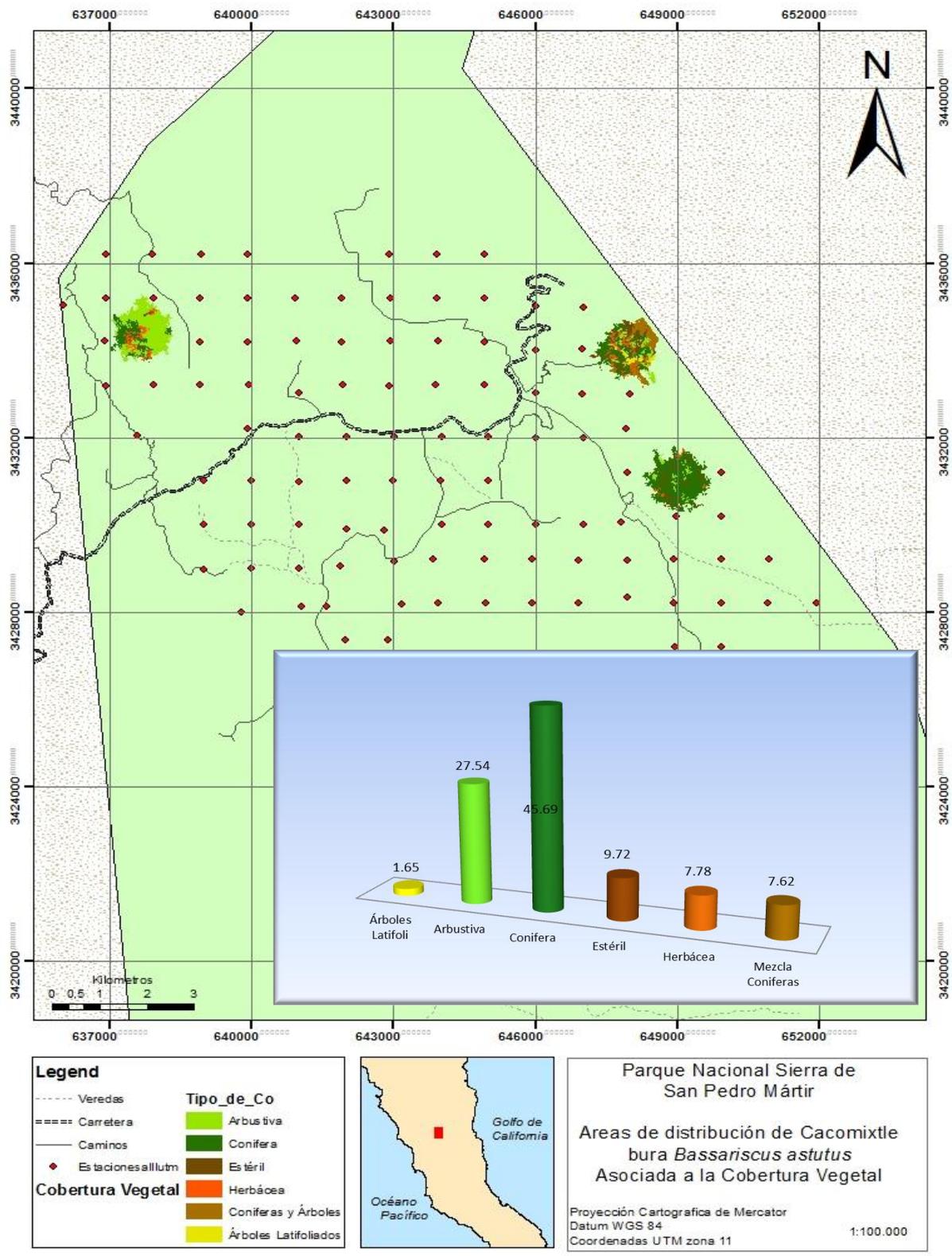


Figura 18. Mapa de distribución de cacomixtle (*Bassariscus astutus octavus*) y su relación con los tipos de cobertura vegetal asociada, incluyendo una gráfica del porcentaje de cada tipo de cobertura vegetal (2011-2013).

## DISCUSIÓN

---

En el estudio poblacional de mamíferos grandes y medianos se han utilizado tradicionalmente diferentes métodos (conteos directos, trayectos en franja, marcaje-recaptura, etc.) que requieren de mucho tiempo de trabajo y están limitados a hábitats con alta visibilidad y accesibilidad. Es por ello que recientemente se ha utilizado cámaras fotográficas que son activadas por el movimiento de individuos que inciden en un campo de detección (Roberts et al., 2006; Monroy-Vilchis et al., 2009).

En el presente estudio en el polígono del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, en el cual se desarrolló un protocolo de muestreo con cámaras trampa colocadas en cuadrantes de 1 km<sup>2</sup>, cada cámara permaneció en operación durante aproximadamente 40 días. Se registró un total de 14 especies de mamíferos, de los cuales 11 fueron relevantes para el estudio ya que los otros tres correspondieron a roedores y son aquí considerados como mamíferos pequeños.

De las especies de mamíferos grandes y medianos registradas destaca el tejón *Taxidea taxus berlandieri*, cuyo único registro conocido en la Sierra San Pedro Martir proviene de tres especímenes capturados en la localidad de La Grulla, el 4-7 julio de 1949, mismos que están depositados en el museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad de California, Berkeley (Ruiz-Campos et al., 2002).

En este trabajo, las estaciones de muestreo para foto-trampeo fueron ubicadas sistemáticamente en el área de estudio, lo cual permitió cubrir los diferentes tipos de hábitats presentes y además aportó información más precisa de la distribución local de las especies.

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo, el coyote (*Canis latrans clepticus*) fue la especie que registró el mayor número de frecuencias de detección a través del periodo de estudiado. Lo anterior concuerda con las

observaciones directas en el área de estudio. El coyote es un depredador oportunista que incluye en su dieta a una gran variedad de alimentos (Bekoff, 1977) que le faculta tener una mayor adaptabilidad para ocupar una amplia diversidad de hábitats (Bekoff y Gese, 2003). En este sentido, la distribución del coyote en el polígono de estudio fue homogénea (Figura 4). Otra posible explicación de su alta densidad y frecuencia podría atribuirse a la baja población de puma detectada en el área de estudio, ya que es bien conocido que este felino es un competidor directo con el coyote (Bekoff, 1978).

Varios estudios sobre esta especie (cf. Woodruff y Keller, 1982; Bekoff, 1977; Bekoff, 2001) han reportado una mayor actividad durante las primeras hora de la mañana y alrededor de la puesta del sol; sin embargo, en este estudio, los resultados muestran una mayor actividad de la especie durante la noche. Esta mayor incidencia nocturna podría ser debido al menor gasto energético requerido para la captura de presas como roedores y lagomorfos, mismos que son más activos durante la noche (Flinders y Chapman, 2003).

Por otro lado, de las cinco especies de zorros en Norteamérica, el zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*) es el que más utiliza las zonas de bosque de coníferas como hábitat principal, aunque los arbustos puede ser un componente crítico en su hábitat (Cyper, 2003). Otros autores como Wood (1958) menciona una mayor preferencia del zorro gris por aquellos sitios con vegetación mixta, incluso de campos de cultivo. Todo lo anterior es concordante con los resultados del presente estudio, en el sentido de que las áreas de mayor incidencia de captura de zorro gris fueron al Este del polígono del Parque, desde Venado Blanco hasta Botella Azul; ambos sitios son caracterizados por la dominancia de vegetación arbustiva y zonas con cañones rocosos de pendientes abrupta. Esta especie es conocida por tener hábitos principalmente nocturnos (Anderson y Lovallo, 2003), una conducta que es concordante con los resultados del presente estudio.

El zorro gris es depredado por águila real (*Aquila chrysaetos*), gato montés, coyote y puma (Grinnell et al., 1937; Mollhagen et al. 1972). Es posible que la

presencia frecuente de zorro gris y de gato montés en la zona de vegetación arbustiva de cañones sea resultante de exclusión competitiva por coyotes, los cuales abundan en las zonas abiertas del bosque de coníferas.

Otra de las especies detectadas en el polígono de estudio pero con una muy baja incidencia fue el cacomixtle (*Bassaricus astutus*). Este prociónido se encuentra distribuido prácticamente en todo el territorio Mexicano y en Estados Unidos de América por toda la costa del Pacífico hasta Oregon, y hacia el este en los estados del centro y sur hasta Texas y Louisiana (Hall, 1981). El cacomixtle ocupa una gran variedad de hábitats, aunque es más comúnmente asociado a sitios semiáridos, bosques ribereños de encino (*Quercus* spp.), pinos piñoneros (*Pinus* spp.), juníperos (*Juniperus californicus*) y cañones de chaparral (Poglayen-Neuwall y Toweill, 1988), lo cual concuerda con los resultados aquí encontrados. Kaufmann (1982) mencionó que la presencia del cacomixtle es común en zonas próximas a fuentes de agua, empero en el presente estudio esta especie se encontró en sitios careciendo de fuentes de agua cercanas. Escobar-Flores et al. (2012) registraron a esta especie en el poblado La Rumorosa (Sierra Juárez) y en el Arroyo Zamora (Sierra Santa Isabel). Es posible que la presencia de parches de nieve en la temporada de otoño-invierno permitiera ampliar su ámbito hogareño.

En el caso del tejón *Taxidea taxus*, este mustélido es conocido por su escasez o ausencia en los bosques de coníferas homogéneos, como es el caso de la zona de estudio. Su hábitat preferido es en áreas de aluviones y zonas de cultivo (Bonet-Arboli et al., 2000; Torre, 2003). Por tal motivo, es necesario diseñar estrategias de muestreo para aumentar la probabilidad de captura de esta especie. Cabe señalar que el hallazgo de esta especie en el área de estudio representó el primer registro de un espécimen vivo para este sistema montañoso. Este registro fue logrado gracias al diseño de muestreo, el cual consistió en colocar una estación de foto-trampeo cada kilómetro cuadrado, lo cual aumentó el área de cobertura muestreada y una mayor diversidad de hábitats. La especie fue capturada al anochecer, lo cual es concordante con lo

reportado para esta especie por Messick y Hornocker (1981) y Goodrich (1994).

Las bajas incidencias de capturas de algunas especies como los zorrillos *Spilogale gracilis* y *Mephitis mephitis* en el polígono de estudio, pueden deberse a la escasa disponibilidad de hábitats ribereños y de encinares (Rosatte y Lariviere, 2003). Escobar-Flores et al. (2012) registraron con cámara-trampa a un espécimen de *S. gracilis* en las localidades de bocana del Río Santo Tomás y Arroyo Zamora (Sierra Santa Isabel). Por su parte, Valdéz-Villavicencio et al. (2014) reportaron registros con espécimen en varias localidades de la Sierra San Pedro Mártir, tales como Rancho Mike's Sky y Misión de Santo Domingo.

Para estas dos especies de zorrillos, se han reportado ámbitos hogareños entre 0.5 y 5 km<sup>2</sup> para áreas rurales, y 12 km<sup>2</sup> en praderas (Strom, 1972; Bjorge, 1977; Rosatte y Gunson, 1984; Greenwood et al., 1997; Bixler y Gittleman, 2000). También podemos observar que las áreas de distribución de las dos especies de zorrillo en el área de estudio son caracterizadas por tener una vegetación arbustiva dominada por manzanita (*Arctostaphylos* sp.).

El puma o león de montaña (*Puma concolor*) es considerado el felino más abundante del Continente Americano y lo encontramos distribuido en prácticamente en todo tipo de hábitat desde el Atlántico hasta el Pacífico, desde latitud 50° N hasta 50° S, y desde el nivel del mar hasta los 4000 m (Young y Goldman, 1946). Como lo muestran los datos del presente estudio, la población de puma está muy reducida con solo dos registros obtenidos, en la periferia del parque (<2000 m) que se distingue por ser una zona de chaparral. En años anteriores era más común verlo por otras áreas del parque, especialmente en Punta San Pedro. Una causa posible de su baja incidencia en el área de estudio es la caza furtiva.

El gato montés *Lynx rufus* registró una frecuencia de captura de 7.3%. Este felino fue detectado con mayor frecuencia en la parte oriental del polígono del parque, siendo esta área caracterizada por los hábitats escarpados que son

preferidos por esta especie para las actividades de caza por acecho, refugio y zona de reproducción (Anderson y Lovallo, 2003). La vegetación dominante en el sitio de estudio es bosque de coníferas alternada con vegetación arbustiva herbácea que favorece la disponibilidad de presas potenciales para este felino.

Por su parte, el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) fue registrado en tres estaciones de muestreo en el área de estudio, específicamente en el hábitat de vegetación conífero-arbustiva, con una frecuencia de (1.25%). Se trata de una especie de hábitos nocturnos que se distribuye en bosques y selvas bajas utilizando los huecos de los árboles como madrigueras; durante el día suele descansar. Se alimenta de pequeños roedores, lagartijas y frutos (Gehrt, 2003).

De los dos grandes herbívoros registrados, el venado bura (*Odocoileus hemionus*); mostró una preferencia sobre áreas de vegetación arbustivo-herbáceas con una frecuencia de 34.5%. En el mapa de la figura 10 se muestra su presencia por casi todo el polígono de muestreo, lo que podría ser un indicador de buen estado del parque, sin embargo en el mapa de figura 9 se aprecia su mayor preferencia hacia la parte norte del polígono de muestreo (Punta San Pedro, Venado Blanco y sur de Vallecitos), donde existe menor perturbación por presencia de turistas y tráfico de vehículos.

El hábitat característico del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) varía desde pendientes empinadas a suaves, acantilados, afloramientos rocosos, cañones, bancos de ríos hasta mesetas (Buechner, 1960; Sugden, 1961; Wilson, 1968; Welsh, 1969). Este tipo de terreno se encuentra al oriente del polígono de muestreo, donde inician los cañones del Diablo, Diablito, Copal, La Providencia y La Esperanza; es por ello que las únicas capturas se presentaron justo en esa zona de desfiladeros y no lo encontramos más adentro del polígono del PNSSPM. Es importante señalar que los hábitats donde se detectó a esta especie (mesetas y áreas alpinas) son usadas como áreas de forrajeo mientras que los acantilados, cañones y otras zonas rocosas son la mejor defensa del borrego en contra de los depredadores (Oldemeyer et al., 1971; Erickson, 1972). Es por esta razón que en el área del Parque muestreada no presenta las

condiciones óptimas para la distribución de borrego (Figura 11), los siete eventos registrados fueron en la parte oriental del polígono, en una meseta alpina justo al borde de acantilados donde inicia el cañón del Diablo. Los registros fueron mayormente durante la noche y el crepúsculo cuando las temperaturas son más apropiadas para las actividades de los borregos cimarrones (Chillel y Krausman, 1981). Los borregos descansan a la sombra hasta siete horas al día cuando las temperaturas son altas (Simmons, 1969). Las fotografías obtenidas en el presente estudio fueron en las temporadas de verano-otoño, lo cual sugiere que durante temperaturas altas los borregos cimarrones tienden a moverse a las partes altas de los cañones para refugiarse del calor.

## RECOMENDACIONES

---

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM), se recomienda continuar los muestreos de foto-trampeo de las especies de mamíferos medianos y grandes en las áreas con mayor afluencia de turistas y caminos de acceso dentro del Parque. Asimismo, expandir el área de muestreo hacia la parte central y sur del polígono del parque que abarca grandes valles, como La Grulla, La Encantada y Rancho Viejo. Todo ello aumentando la probabilidad de encontrar nuevas especies.

Habiendo muestreado cada kilómetro cuadrado del norte del polígono, se recomienda seleccionar como estaciones fijas de monitoreo aquellos sitios con mayor presencia de especies, mismas que deberán ser revisadas con una periodicidad mensual.

Utilizar los datos de todas las especies detectadas en las cámaras de foto-trampeo durante el periodo de estudio o en los futuros monitoreos, con el propósito de determinar la relación espacio-temporal de las especies nativas con el ganado vacuno, misma que pudiera indicar posibles interacciones negativas o positivas, además de los posibles efectos sobre la distribución de las especies nativas.

## LITERATURA CITADA

---

Allen, J.A. 1893. On a collection of mammals from the San Pedro Mártir region of Lower California: with notes on other species, particularly of the genus *Sitomys*. Bulletin of the American Museum of Natural History, Vol. 5 Art. 12: 181-206.

Álvarez-Castañeda, S. T., y J. L. Patton. 1999. Mamíferos del Noroeste Mexicano. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 1:1-583.

Anderson E. M. y M. J. Lovallo. 2003. Wild Mammals of North America Biology, Management and Conservation. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Arispe R., C. Venegas y D. Rumiz. 2008. Abundancia y patrones de actividad del mapache (*Procyon cancrivorus*) en un bosque Chiquitano de Bolivia. Mastozoología Neotropical 15: 323-333.

Bekoff M. 1977 *Canis latrans*. Mammalian Species 79:1-69.

Bekoff, M. 1978. Behavioral development in coyote and eastern coyotes. Págs. 97-126 in M. Bekoff, ed. Coyotes: Biology, behavior and management Academic Press, New York.

Bekoff, M. 2001b Human-carnivore interactions: Adopting proactive strategies for complex problems. Págs. 179-195 En: J.L. Gittleman, S.M. Funk, D. W. Macdonald, and R. K. Wayne (eds.). Carnivore conservation. Cambridge University Press, London.

Bixler, A., y J. Gittleman. 2000. Variation in home range and use of habitat in the striped skunk (*Mephitis mephitis*). Journal of Zoology (London) 251:525-33

Bjorge, R.R. 1977. Population dynamics, denning and movements of striped skunks in central Alberta. M.S. Thesis, University of Alberta, Edmonton, Canada.

Buechner, H.K. 1690. The Bighorn sheep in the United States, its past, present, and future. Wildlife Monographs 4:1-174

Caughley, G. 1994. Directions in conservation biology. Journal of Animal Ecology 63: 215–244.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO–Fondo de Cultura Económica, México D.F.

Chilelli, M.E. y P.R. Krausman. 1981. Group organization and activity patterns of desert bighorn sheep. Desert Bighorn Council Transactions 25:17-24

Cole, F.R. y D.E. Wilson. 1996. Mammalian diversity and natural history. Págs. 9-39 En D.E Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudian, M. Foster (eds.).

Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press.

CONABIO. 2009. El Capital Natural de México. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

Cypher, B. L. 2003. Wild Mammals of North America biology, management and conservation. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Delgadillo, J. 2004. El bosque de coníferas de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.

Elliot, D.G. 1904. Catalogue of mammals collected by E. Heller in Southern California. Fieldiana Zoology vol. 3, no.16: 274-321.

Emmons, L.H. y F. Feer. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. Second Edition. The University of Chicago Press, Chicago

Erickson, G.L. 1972. The ecology of Rocky Mountain bighorn sheep in the Sun River area of Montana with special reference to summer food habits and range movements (Federal Aid and Wildlife Restoration Project W-120-R-2 and R-3) Montana Fish and Game Department, Helena.

Escobar-Flores, J.G., G. Ruiz-Campos, F. Gomis-Covos, A. Guevara-Carrizales, y Roberto Martínez-Gallardo. 2012. New records and specimens of three mammals (*Spilogale gracilis*, *Bassariscus astutus*, and *Neotamias obscurus meridionalis*) for Baja California, Mexico. Western North American Naturalist, 72(4):591-594.

Gallegos, J.M. 1927. La Baja California; relieve y aspectos generales de la parte norte de la península. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia y Geografía (5ta. época) 10:269-324.

Goodrich, J. M. 1994. North American badgers (*Taxidea taxus*) and black-footed ferrets (*Mustela nigripes*): abundance, rarity and conservation in a whitetailed prairie dog (*Cynomys leucurus*) -based community. Ph.D. dissertation, University of Wyoming, Laramie, 98 pp.

González-Abraham, C., P. Garcillán, E. Ezcurra y El Grupo de Trabajo de Ecorregiones. 2010. Ecorregiones de la península de baja california: una síntesis. Boletín de la Sociedad Botánica de México 87: 69-82.

Greenwood, R.J., W.E. Newton, G Pearson y G. J. Schamber. 1997. Population and movement characteristics of radio collared striped skunks in North Dakota during an epizootic of rabies. Journal of Wildlife Diseases 33:226-46.

Grinnell, J., D. S. Dixon y J.M. Linsdale. 1937. Fur-bearing mammals of California, Vol. 2. University of California Press, Berkeley.

Guevara-Carrizales A. A., G. Ruiz-Campos, J. Escobar-Flores y R. Martínez-Gallardo. 2015. Mamíferos terrestres de las ecorregiones áridas del estado de Baja California. Pp. XX-XX En: M. Briones-Salas, Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. E. Sosa-Escalante (eds.). Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato. México, D.F.

Hall, E.R. 1981. The mammals of North America. Vol. I. Second ed. John Wiley & Sons, New York.

Huey, L.M. 1964. The Mammals of Baja California, México. Transactions of the San Diego Society of Natural History. 13(7): 85-168.

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

Kaufmann, J. H. 1982. Raccoon and allies. Págs. 567-585 En: J.A. Chapman y G. A. Feldhamer (eds.). Wild Mammals of North America: Biology, management, and economics. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Krausman, P. 2002. Introduction to wildlife management. Prentice Hall, New Jersey.

Laundré, J. W. y B. L. Keller. 1984 Home-range size of coyotes: a critical review. Journal of Wildlife Management 48:127-39.

Lyra-Jorge M.C., G. Ciocheti, V.R. Pivello y S.T. Meirelles. 2008. Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: camera traps and track plots. European Journal of Wildlife Research 54(4): 739-74.

Maffei, L., E. Cuellar y A. Noss. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. Journal of Zoology 262: 295-304.

Mellink, E. 1991. Mamíferos conocidos de la Sierra de San Pedro Mártir: una revisión bibliográfica. Págs. 45-48 En: Carlos Laszcano (ed.). Memorias de la III Semana de la Exploración y la Historia. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California.

Messick, J. P. y M. G. Hornocker. 1981. Ecology of the badger in southwestern Idaho. Wildlife Monographs 76: 1-53.

Mollhagen, T.R., R W. Wiley y R. L. Packard. 1972. Prey remains in Golden Eagle nest: Texas and New Mexico. Journal of Wildlife Management 36: 784-92.

Monroy-Vilchis, O., C. Rodríguez-Soto, M. Zarco-González y V. Urios. 2009. Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in Central Mexico. *Animal Biology* 59: 145-157.

Nelson, K.W. 1921. Lower California and its natural resources. *Memoirs of the National Academy of Sciences* 25: 1-194.

Nelson, E.W. y E.A. Goldman. 1909. Eleven new mammals from Lower California. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 22: 23-28.

Oldemeyer, J.L., W.J. Barmore y D.L. Gilbert. 1971. Winter ecology of bighorn sheep in Yellowstone National Park. *Journal of Wildlife Management* 35: 257-69.

Peinado, M., F. Alcaraz, J. Delgadillo, e I. Aguado. 1994. Fitogeografía de la península de Baja California, México. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 51: 255-277.

Poglayen-Neuwall, I. y D.E. Toweill. 1988. *Bassariscus astutus*. *Mammalian Species* 327: 1-8.

Rosatte, R.C. y J.R. Gunson. 1984. Dispersal and home range of striped skunk (*Mephitis mephitis*) in an area of population reduction in southern Alberta. *Canadian Field-Naturalist* 98: 315-19.

Rosatte, R.C. y S. Larivière. 2003 *Wild mammals of North America biology, management and conservation*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Rowcliffe J.M., J. Field, S.T. Turvey y C. Carbone. 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology* 45: 1228-1236.

Ruiz-Campos, G., R. Martínez-Gallardo, A.A. Guevara-Carrizales, J.G. Escobar-Flores, J. Alaníz-García, S. González-Guzmán y J. Delgadillo-Rodríguez. 2014. *Manual de Técnicas Selectas para Evaluar Fauna Silvestre en Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California.

Ruiz-Campos, G., R. Martínez-Gallardo, J. Alaníz-García, S. González-Guzmán, y R. Eaton-González. 2002. Recent records of North American badger *Taxidea taxus* (Mammalia: Mustelidae) in Baja California, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 47: 316-319.

Silveira, L., A. Ja'como y J. Diniz-Filhoa. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biol. Conservation* 114: 351-355.

Silver S.C., L. Ostro, L.K. Marsh, et al. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38(2): 148-154.

Simmons, N. M. 1969. Heat stress and bighorn behavior in the Cabeza Prieta Game Rang, Arizona. *Desert Bighorn Council Transaction* 13:56-63.

Strom, G.L. 1972. Daytime retreats and movements of skunks on farmlands in Illinois. *Journal of Wildlife Management* 36:31-45

Sutherland, W. 1996. *Ecological Census Techniques*. Cambridge University, Cambridge, Gran Bretaña.

Tobler M.W., S.E. Carrillo-Percestequi, R. Leite Pitman, R. Mares y G. Powell. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large and medium sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* 11: 169–17.

Tobler M.W., S.E.Carrillo-Percestequi y G. Powell. 2009. Habitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern Peru. *Journal of Tropical Ecology*. Cambridge University Press, United Kingdom.

Torre I., Arrizabalaga A. y Flaquer C. 2003. Estudio de la distribución y abundancia de carnívoros en el parque natural del Montnegre I el corredor mediante trampeo fotográfico. *Museu de Granollers-Ciencies Naturales*. Granollers Barcelona.

Varma S., A. Pittet y H.S. Jamadagni. 2006. Experimenting usage of camera-traps for population dynamics study of the Asian elephant *Elephas maximus* in southern India. *Current Science* 91: 324-331.

Valdez-Villavicencio, J.H., G. Ruiz-Campos, J. Escobar-Flores, A. A. Guevara-Carrizales, y S. González-Guzmán. 2014. Current distributional status of the striped skunk *Mephitis mephitis* in Baja California, Mexico. *Western North America Naturalist*, 74(4): 467-471.

Welch, R. D. 1969. Behavioral patterns of desert bighorn sheep in south-central New Mexico. *Desert Bighorn Council Transactions* 13:114-29.

Wilcox, B.A. 1982. In situ conservation of genetic resources: determinants of minimum area requirements. Págs. 639–647 En: J.A. McNeely y K.R. Miller (Eds.). *National parks, conservation and development — the role of protected areas in sustaining society*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

Wilson, L. O. 1968. Distribution and ecology of desert bighorn sheep in southeastern Utah (Publication No. 68-5).

Wood, J. E., D. E. Davis y E. V. Komarek. 1958. The distribution of fox populations in relation to vegetation in southern Georgia. *Ecology* 39: 160-162.

Woodruff, R.A. y B. L. Keller. 1982. Dispersal, daily activity, and home range of coyote in southeastern Idaho. *Northwest Science* 56:199-207.

Young, S.P. y E.A. Goldman 1946. The puma, mysterious American cat.  
America Wildlife Institute, Washington, D.C.