



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS



**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE
ZONAS ÁRIDAS**

**“DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y
GRANDES EN DIFERENTES NIVELES DE PASTOREO POR
GANADO EN LA PRADERA DE LA GRULLA, SIERRA DE SAN
PEDRO MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA: PERÍODO 2015-2019”**

Presenta:

DULCE MARÍA GONZÁLEZ DE LA BARRERA

Ensenada, Baja California, México, 14 de Septiembre de 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

"DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN
DIFERENTES NIVELES DE PASTOREO POR GANADO EN LA PRADERA DE LA
GRULLA, SIERRA DE SAN PEDRO MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA: PERÍODO 2015-2019"

TESIS

Que para obtener el grado de MAESTRA EN CIENCIAS

Presenta

Dulce María González de la Barrera

Aprobado por



Dr. Gorgonio Ruiz Campos

Director



Dr. Aldo Antonio Guevara Carrizales

Co-Director



Dr. Guillermo Romero Figueroa

Sinodal



Dr. Gonzalo De León Girón

Sinodal

RESUMEN

La ganadería extensiva ha sido una de las actividades ganaderas más perjudiciales para los ecosistemas en muchas partes del mundo. En Baja California, México, esta práctica lleva más de cien años realizándose en las praderas de la Sierra San Pedro Mártir, dentro de los límites del parque nacional del mismo nombre. El objetivo de este estudio fue determinar mediante el uso de foto-trampeo, el efecto de la ganadería extensiva sobre la distribución y abundancia de los mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla, bajo diferentes intensidades de pastoreo durante el período 2015-2019. Se identificaron siete especies de mamíferos, de las cuales la más abundante fue el venado bura (*Odocoileus hemionus*, 22.83%) y la menos abundante el puma de montaña (*Puma concolor*, 0.03%). Para cada una de las especies registradas se determinaron sus patrones temporales de actividad para evaluar si el uso del hábitat fue dependiente de la presencia del ganado. La presencia y abundancia de especies presentó una correlación inversa con la actividad de ganadera y antrópica en estos periodos de pastoreo.

Palabras clave: ganadería extensiva, fototrampeo, efecto del pastoreo, mamíferos medianos y grandes.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para realizar mis estudios de maestría, con el número de beca 439321 y una estancia académica en el Instituto Nacional de Ecología, Xalapa, Veracruz. A la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) por permitirme realizar la Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas (MEZA) y una estancia en Instituto de Biología de la UNAM.

A mi director de tesis, Dr. Gorgonio Ruiz Campos, por su apoyo, asesoría y dedicación brindada para el desarrollo de este trabajo.

A mi codirector, Dr. Aldo A. Guevara Carrizales por su apoyo logístico en todas las etapas del presente estudio.

Al Dr. Gonzalo de León Girón, por su apoyo en todo momento, con datos y revisión de la tesis.

Al Dr. Guillermo Romero Figueroa, por su apoyo y disposición en cuanto a dudas y revisión de la tesis.

Al personal del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, especialmente a su personal técnico, por su apoyo en campo para la colocación de foto-trampas y recuperación de las mismas.

Al Laboratorio de Vertebrados de la Facultad de Ciencias, UABC por facilitar préstamo de equipos para el desarrollo de los foto-trampeos, caracterización del paisaje con el uso de un dron, así como el acceso a las series de datos de temperatura de los sitios muestreados.

A mis compañeros de generación, por su amistad y apoyo. A todas las personas que me apoyaron en las salidas de campo. Mariana, Iván y Víctor gracias por su apoyo.

A mis amigos Merabia, Miguel Ángel, Paola. Que me dieron alojamiento en sus casas en las estancias.

A mi madre y padre por su apoyo en todo momento, mis hermanas, sobrinos y sobrinas Fani y Sam por ayudarme cuando lo necesite.

A Tere y Raymundo por su amor y apoyo infinito. Alentándome cada día a ser una mejor persona.

DEDICATORIA

Esta tesis lleva un poquito de todos y todo de mí, se la dedico a cada uno de los que me apoyaron, también a los que un futuro les pudiera servir.

A Ely.

ÍNDICE

I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	3
2.1 Áreas Naturas Protegidas para la conservación de la biodiversidad en México.....	3
2.2 Mamíferos Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir (PNSSPM)	5
2.3 Sinopsis de mamíferos medianos y grandes registrados en la Pradera de La Grulla del PNSSPM.....	6
2.4 Ganadería extensiva.....	8
2.5 Ganadería en Baja California.....	9
2.6 Impacto ambiental de la ganadería.....	11
2.7 Efecto de la ganadería sobre la biodiversidad y hábitat	12
III. Objetivos General.....	17
IV. Objetivos Específicos.....	17
V. Hipótesis.....	17
VI. Área de estudio.....	18
6.1 Descripción Geográfica del Área de Estudio.....	18
VII. Descripción del Área de Estudio.....	19
7.1 Tipos de suelo.....	19
7.2 Geología.....	19
7.3 Hidrología.....	20
7.4 Clima.....	20
7.5 Vegetación.....	21
VIII. Metodología.....	23
8.2 Ubicación cámaras trampa.....	25
8.3 Análisis de datos.....	27
IX. Resultados.....	32
9.1 Composición y abundancia relativa.....	32

9.2 Descripción de patrón de actividad.....	37
9.3 Comparación de actividad de especies nativas de mamíferos medianos y grandes <i>versus</i> mamíferos exóticos.....	45
9.4 Análisis de componentes principales.....	61
9.5 Evaluación hábitat.....	67
X. Discusión.....	71
10.1 Distribución y abundancia de mamíferos medianos y grandes	71
10.2 Evaluación de uso y calidad del hábitat.....	75
10.3 Recomendaciones.....	77
XII. Literatura citada.....	79
XII. Anexos.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Localización del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México.....18
- Figura 2. Ubicación del polígono de estudio donde se colocaron las cámaras trampa para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla. El recuadro inserto denota la escala el polígono de estudio en referencia al polígono del PNSSPM.24
- Figura 3. Ubicación de cámaras trampa colocadas en el polígono de la pradera La Grulla, durante 2015-2019.26
- Figura 4. Índice de abundancia relativa (IAR) de mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, durante dos eventos diferenciales de pastoreo.34
- Figura 5. Imágenes de mamíferos medianos y grandes capturadas con foto-trampeo en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, durante dos eventos diferenciales de pastoreo (2015-2016 y 2018-2019). *Puma concolor* (A), *Odocoileus hemionus* (B), *Lynx rufus* (C), y *Canis latrans* (D).....35
- Figura 6. Imágenes de mamíferos medianos capturadas con foto-trampeo en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. *Lepus californicus* (A), *Urocyon cinereoargenteus* (B), *Procyon lotor* (C), y *Mephitis mephitis* (D).....36
- Figura 7. Actividad radial de venado bura (*Odocoileus hemionus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).37

Figura 8. Actividad radial de coyote (*Canis latrans*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).....38

Figura 9. Actividad radial de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).39

Figura 10. Actividad radial de liebre de California (*Lepus californicus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B). .40

Figura 11. Actividad radial de zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).41

Figura 12. Actividad radial de gato montés (*Lynx rufus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).42

Figura 13. Actividad radial de puma (*Puma concolor*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).....43

Figura 14. Actividad radial del mapache (*Procyon lotor*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro, Mártir, Baja California, México, durante el período de baja actividad de pastoreo (2015-2016).....44

Figura 15. Actividad del venado bura (*Odocoileus hemionus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).46

Figura 16. Actividad de venado bura (*Odocoileus hemionus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).47

Figura 17. Actividad de la liebre de California (*Lepus californicus*), vacas (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016). ...48

Figura 18. Actividad la liebre de California (*Lepus californicus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).49

Figura 19. Actividad del zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), vacas (*Bos taurus*) y caballos (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).50

Figura 20. Actividad zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), vacas (*Bos taurus*) y caballos (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).51

Figura 21. Actividad del coyote (*Canis latrans*), vacas (*Bos taurus*) y caballos (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).52

Figura 22. Actividad del coyote (*Canis latrans*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).53

Figura 23. Actividad del gato montés (*Lynx rufus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).....54

Figura 24 Actividad del gato montés (*Lynx rufus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).....55

Figura 25. Actividad del zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).56

Figura 26. Actividad del zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*), vaca (*Bos taurus*) y caballos (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).....57

Figura 27. Actividad del puma (*Puma concolor*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).58

Figura 28. Actividad del puma (*Puma concolor*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).59

Figura 29. Actividad del mapache (<i>Procyon lotor</i>), vacas (<i>Bos taurus</i>) y caballos (<i>Equus caballus</i>), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).	60
Figura 30. Círculo de correlaciones de variables ecológicas activas y suplementarias en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, durante el periodo de baja intensidad de pastoreo (2015-2016).....	63
Figura 31. Círculo de correlaciones de variables ecológicas activas y suplementarias en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, durante el periodo de alta intensidad de pastoreo (2018-2019).....	66
Figura 32. Sitios propuestos para la conservación Pradera de La Grulla, Parque Nacional San Pedro Mártir.	68
Figura 33. Fotografías del sitio SSPMG16 en diferentes periodos del año 2018-2019.....	69
Figura 34. Comparación de fotografías tomadas con dron en los años 2017 y 2018. Fotografías tomadas por Aldo A. Guevara Carrizales. ..	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies registradas por fototrampeo en las temporadas de pastoreo baja y alta en la pradera de La Grulla.33

Tabla 2. Contribución de las variables ecológicas basadas en correlaciones de los componentes principales 1 y 2, en la pradera de La Grulla, Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante el periodo de baja intensidad de pastoreo (2015-2016).....61

Tabla 3. Contribución de las variables ecológicas basadas en correlaciones de los componentes principales 1 y 2, en la pradera de La Grulla, Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante el periodo 2018-2019.64

Tabla 4. Evaluar de importancia de los siete sitios evaluados de la pradera de La Grulla, durante el periodo 2017-2018.6

I. Introducción

México a nivel mundial ocupa el quinto lugar en riqueza taxonómica de mamíferos silvestres con 564 especies (CONABIO, 2013), de las cuales 84 de tipo terrestre no insular son conocidos para Baja California (Ramírez Pulido et al., 2014).

Actualmente la gran diversidad biológica en el mundo está amenazada por la destrucción del hábitat (Wilcove et al., 1998) que ha sido generada directamente por la actividad antrópica y el cambio climático. Entre los ecosistemas más amenazados se encuentran las praderas o pastizales, los cuales a nivel mundial brindan numerosos servicios ambientales que son determinantes para la vida en la tierra, son fuentes de alimentos y cobertura para muchas especies, y proporcionan servicios que regulan el clima, polinización, purificación y recarga de acuíferos (UICN, 2008).

Los pastizales templados en Norteamérica han sido impactados históricamente por actividades como la agricultura y el pastoreo por el ganado exótico, siendo responsables de la erosión y sedimentación del suelo, afectando la recarga acuífera, incrementado la deforestación, escorrentías y cursos de agua durante la estación seca, además de pérdida de especies y ecosistemas (FAO, 2009).

Los mamíferos son catalogados como especies “sombrija” debido a que requieren grandes extensiones para el mantenimiento de poblaciones mínimas viables (Wilcox, 1984). Por ser especies que no permanecen en un solo lugar se utilizan técnicas de muestreo consistentes en el uso de cámaras trampa. El uso actual de estas cámaras trampa para el estudio de la abundancia y distribución de especies, ofrece una perspectiva sobre el tiempo y el espacio, permitiéndonos conocer atributos como la densidad y la distribución, además de ser una técnica no invasiva.

Las cámaras trampa son usadas principalmente para detectar presencia o ausencia de animales, realizar inventarios, registrar horas de actividad y el comportamiento, así como estimaciones de diversidad, monitoreo de poblaciones en diferentes.

paisajes, estimaciones de abundancia y densidad y hasta control y vigilancia en áreas protegidas (Karanth y Nichols, 2002; O'Connell et al., 2011).

En el contexto de las mesetas con praderas en el norte de Baja California, especialmente aquellas de la Sierra de San Pedro Mártir, estos biotopos han sido tradicionalmente utilizados por los ganaderos desde los albores del siglo pasado para ser utilizado como área de pastoreo de ganado, principalmente vacuno (CONANP, 2006), por lo que los efectos de esta actividad sobre la fauna silvestre y la calidad del hábitat no han sido debidamente evaluados mediante técnicas convencionales.

El objetivo de este estudio es determinar y comparar la distribución y abundancia de los mamíferos medianos y grandes en la pradera La Grulla, en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, en un período de pastoreo contrastante de 2015-2019.

II. Antecedentes

2.1 Áreas Naturales Protegidas para la conservación de la biodiversidad en México

Las áreas naturales protegidas en México fueron creadas mediante un decreto presidencial y se definen como zonas del territorio nacional, sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana o que requieren ser restauradas. Actualmente la Comisión Natural de Áreas Protegidas dispone de 182 áreas protegidas naturales de carácter federal (CONANP, 2019).

Dentro de las funciones de las áreas naturales protegidas se encuentran:

- Conservación de la biodiversidad
- Conservación de los procesos naturales
- Conservación del suelo
- Conservación de cuencas hídricas
- Conservación de pautas culturales
- Creación de sitios para el desarrollo turístico
- Creación de sitios para la educación ambiental
- Provisión de elementos y de procesos para el desarrollo de investigaciones científicas.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico, dictan las actividades que pueden llevarse a cabo dentro de las áreas protegidas, quedando sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley (CONANP, 2016).

El Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir fue decretado el 26 de abril de 1947 por albergar importantes reservas forestales. En el año 2006 fue publicado el Programa de Conservación y Manejo para el Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir, en el cual se establecen los lineamientos para el uso de los recursos y su protección.

Dentro de este programa de conservación y manejo se estableció una zonificación para identificar y delimitar las porciones de territorio que la conforman. Estas subzonas están diferenciadas en cuanto al manejo y a las actividades que se permiten en cada una de ellas. Tomando en cuenta densidad, intensidad, limitaciones, condicionales y modalidades de las actividades realizadas dentro del PNSSPM, esta zonificación se compone por tres subzonas de preservación y una de uso público.

La zona de estudio se encuentra en la subzona de preservación II, dentro de las cuales incluye las crestas orientales de la sierra, resaltando las llamadas Venado Blanco, Botella Azul y La Encantada. También se toman en cuenta las crestas occidentales, principalmente las de San Pedro y Sierra de San Miguel. Así mismo se incluyen las mesetas y los valles centrales de La Tasajera, La Grulla, La Encantada y Santa Rosa, además de grandes áreas de chaparral.

Dentro de esta subzona se podrán realizar actividades de conservación, investigación, monitoreo, recolecta científica entre otras, y no podrán realizarse establecimiento de campamentos permanentes y desarrollo de infraestructura para el apoyo de la actividades recreativas y científicas, así como fogatas.

Aunque el PNSSPM está designado como Área Protegida y no permite el aprovechamiento de los recursos con fines pecuarios, esta actividad representada por la ganadería extensiva es realizada de manera histórica en la Sierra San Pedro Mártir, sin embargo, dentro del parque una de las problemáticas en los valles o praderas es el sobrepastoreo por el ganado, mismo que carece de control a pesar de ser una actividad no permitida (CONABIO, 2000; CONANP, 2006).

2.2 Mamíferos Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM)

Elliot (1903) realizó un listado de las especies de mamíferos que recolectó Edmund Heller en las sierras de San Pedro Mártir y Juárez, así como de las zonas costeras. Esta lista se compone de 57 especies de mamíferos.

Entre las especies de mamíferos medianos y grandes registrados en la Sierra San Pedro Mártir se encuentran las siguientes especies: mapache (*Procyon lotor*), tejón (*Taxidea taxus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), zorrillo moteado (*Spilogale gracilis*), zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*), conejo cola de algodón (*Sylvilagus audubonii*), liebre de California (*Lepus californicus*), coyote (*Canis latrans*), gato montés (*Lynx rufus*), puma (*Puma concolor*), venado bura (*Odocoileus hemionus*) y borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) (Elliot, 1903; Huey, 1964; Mellink, 1991; Ruiz-Campos, 1993, 2017; Guevara-Carrizales et al., 2016).

Además, en el PNSSPM se reconoce la presencia de especies y subespecies endémicas de mamíferos pequeños como: la tuza (*Thomomys umbrinus hastiasis*), el ratón meteoro (*Microtus californicus hyperuthrus*), el murciélago de oreja larga (*Myotis evotis milleri*), la ardilla de San Pedro Mártir (*Tamiasciurus mearnsi*), el chichimoco (*Eutamias obscurus*), los ratones (*Peromyscus truei* y *Chaetodipus californicus*) y el topo (*Scapanus anthonyi*) (CONANP, 2006; Guevara-Carrizales et al., 2016; Ruiz-Campos, 2017).

2.3 Sinopsis de mamíferos medianos y grandes registrados en la pradera de La Grulla del PNSSPM

Liebre de Cola Negra (*Lepus californicus*): Pertenece al orden Lagomorpha; se distribuye en las zonas áridas y semiáridas de la península de Baja California, así como en el norte, noreste y centro de la República Mexicana, hasta la parte septentrional del Valle de México (Ceballos y Galindo, 1984; Ramírez-Pulido et al., 1983). Esta especie no hace madrigueras, solo usan las depresiones bajo los árboles. Son crepusculares ya que son activos durante las primeras horas del día y al anochecer. La subespecie endémica que habita en el PNSSPM es *L. californicus martirensis* (Ruiz-Campos et al., 2017).

Zorrillo Rayado (*Mephitis mephitis*): Sus madrigueras son subterráneas, las cavan ellos mismos, aunque en ocasiones prefiere utilizar las madrigueras abandonadas. Son solitarios y activos la mayor parte de la noche. Es una de las especies silvestres en la que se ha registrado mayor incidencia de rabia (Ceballos y Olivo, 2006), su distribución geográfica abarca desde Canadá hasta el norte de México (Aranda, 2015). Registros actualizados de las dos subespecies (*holzneri* y *estor*) para Baja California fueron proveídos por Valdez-Villaviciencio et al. (2014), correspondiendo *Mephitis mephitis holzneri* para la región noroeste que incluye a la Sierra de San Pedro Mártir, y *M. m. estor* para la región noreste.

Zorro Gris (*Urocyon cinereoargenteus*): Los sitios preferidos para la construcción de sus refugios son troncos huecos, raíces de los árboles, rocas o suelo descubierto y ocasionalmente en la base de árboles vivos. Tiene una alta capacidad reproductiva por lo que sus poblaciones se recuperan rápidamente, su alimentación es de tipo oportunista y es de amplia distribución a lo largo del país (Ceballos y Olivo, 2006). Se distribuye desde el sur de Canadá hasta Colombia y Venezuela; en México se encuentra potencialmente en todos los estados y el Distrito Federal (Aranda, 2015).

Mapache (*Procyon lotor*): Sus hábitos son principalmente crepusculares y nocturnos. Confecciona sus madrigueras en huecos de árboles, grietas o pequeñas cuevas en paredes rocosas, también ocupan madrigueras abandonadas por otros

animales. Su distribución abarca desde el sur de Canadá hasta Panamá (Aranda, 2015).

Coyote (*Canis latrans*): La distribución de este cánido abarca desde Alaska hasta Panamá, y en México potencialmente está presente en todos los estados. Cuenta con una rápida adaptación a las transformaciones que ha sufrido su hábitat, siendo activo de día y de noche. Es principalmente un animal solitario, pero también se encuentra en grupos. Su alimentación es omnívora e incluye también frutos, siendo sus presas principales liebres, conejos y roedores (Aranda, 2015).

Gato montés (*Lynx rufus*): Se localizan en zonas montañosas templadas donde la topografía es irregular, sus madrigueras las hacen en cuevas, cavidades rocosas, arboles huecos, incluso entre el pastizal o el matorral cuando este es alto y denso. La composición y porcentaje de la dieta varía con la estación. En el norte de México los conejos y las liebres forman el 62% de sus presas (Ceballos y Olivo, 2006). La distribución de este felino se localiza desde el sur de Canadá hasta el centro-sur de México. En México se encuentra en todo el norte del país, pero su distribución se va reduciendo hasta terminar en Oaxaca (Aranda, 2015).

Puma (*Puma concolor*): Es de hábitos solitarios con una gran habilidad para trepar árboles; sus madrigueras se encuentran en áreas abruptas, como cuevas y oquedades naturales. Una marca característica de su manera de cazar es su mordida que deja en el cuello y nuca de sus presas. Cuando los venados abundan pueden matar a más de uno por semana, ayudando con ello a controlar la población de venados (Ceballos y Olivo, 2006). Entre los grandes felinos es el único maullador. Se distribuye desde el oeste de Canadá hasta el sur de Argentina y Chile. En México históricamente ocupada todo el país (Aranda, 2015).

Venado bura (*Odocoileus hemionus*): este cérvido es un herbívoro seleccionador intermedio, es decir, ramoneador y consumidor de pastos (Hofmann, 1989). Aunque es una especie adaptada a climas xéricos, requiere de fuentes de agua en gran parte del año, siendo un factor que influye en su abundancia poblacional (Bowyer, 1986; Hervert y Krausman, 1986). Su distribución abarca la península de Baja California y los desiertos Sonorenses y Chihuahuenses (Ceballos y Olivo, 2006). Su

actividad es durante el día y la noche, las hembras y las crías forman grupos, mientras que los machos son solitarios o se agrupan aparte (Aranda, 2015).

2.4 Ganadería extensiva

La ganadería extensiva es la que se realiza de manera continua y descontrolada sobre la vegetación en grandes extensiones de tierra. Actualmente es considerada una de las actividades más dañinas para el medio ambiente a nivel mundial, los daños causados van desde la degradación del suelo, deforestación, pérdida de hábitat, así como cambios en la estructura a nivel paisajístico. Por lo que la escasez de sitios relictos exentos de ganadería, la heterogeneidad intrínseca del paisaje y la complejidad de los efectos del ganado dificultan los estudios relativos a la relación existente entre ganadería y conservación, lo cual ha generado extensos debates al respecto (Landsberg et al., 2002; Lunt et al., 2007; Cingolani et al., 2008).

En Estados Unidos de América existen debates intensos que están a favor o en contra de esta actividad (Belsky y Blumenthal, 1997; Curtin et al., 2002; Floyd et al., 2002). Pero en Europa se dice que resulta beneficiosa, por lo que existen áreas protegidas que permiten el pastoreo doméstico (Hobbs y Huenneke, 1992; Quetier et al., 2007), mientras que en Australia el ganado resulta ser dañino para el ecosistema (Lunt et al., 2007).

La situación en México respecto al ganado tiene contrastes a lo largo de todo el país, e incluso por estados donde el manejo de la ganadería varía ya sea de manera extensiva o intensiva, o la mezcla de ambas. Esta heterogeneidad genera diferentes impactos que inciden en la configuración del paisaje o a especies en específico, todo ello en función de la carga ganadera que pueden llegar a afectar o beneficiar sus hábitats.

2.5 Ganadería en Baja California

Los primeros pobladores de Baja California fueron de la cultura Kumiai, quienes eran semi-nómadas y cambiaban de sitio de acuerdo a las estaciones climáticas. Recolectaban, pescaban y cosechaban para subsistir, modificando a su paso el suelo con técnicas de labranza. Según Barbour et al. (1993), el fuego lo usaban para manipular la arquitectura de arbustos, aumentando la producción de pastos y mejorando el acceso a sus áreas de cosecha y forraje para los animales de caza (Ojeda et al., 2011; Crosby, 2017).

Sin embargo, los primeros establecimientos en la región de Baja California fueron registrados en los diarios de los misioneros franciscanos Junípero Serra y Juan Crespi, quienes en 1769 formaron la primera misión en la Alta California, introduciendo la agricultura y la ganadería, además de especies exóticas y transformando el paisaje original en campos agrícolas (Ojeda et al., 2011; Crosby, 2017).

Durante la época colonial, se hizo más evidente el cambio paisajístico debido a la introducción del ganado por parte de los misioneros y con el desarrollo de la ganadería y la agricultura. En el siglo XIX fue evidente el desarrollo de grandes extensiones de tierra y la ganadería como una fuente económica importante de ingresos y de alimentación, aunque en primera instancia se vio el beneficio solo para los misioneros, mientras que los locales fueron tomando aquellas tierras que recibieran lluvias cada año y retuviera el agua en los manantiales (Ojeda et al., 2011; Crosby, 2017).

Con estas prácticas antes descritas se inició una serie de transformaciones en el paisaje que afectó especialmente a los ecosistemas ribereños, el matorral costero y los pastizales. La introducción de las primeras 200 cabezas de ganado data de esta época, como también la llegada a la región de al menos tres plantas exóticas, lo que dio inicio a una larga historia de introducción de especies no nativas, que para el año de 1993 se calculaba en 1,023 (Barbour et al., 1993).

Particularmente en la Sierra de San Pedro Mártir se ha realizado la actividad ganadera desde el asentamiento de las misiones, estableciendo ranchos ganaderos desde 1794. Se llegaron a subir anualmente hasta 20,000 cabezas de ganado ovino para aprovechar los pastizales naturales, pero esta práctica duró hasta mediados de la década de 1960-1970. Todavía en 1975 no había control sobre el pastoreo del ganado y en ese año se subieron a la sierra entre 4,000 y 5000 bovinos y 10,000 ovinos. Dentro del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM), la Asociación Ganadera de San Telmo y de San Pedro Mártir hacen uso de las praderas para el pastoreo del ganado (CONANP, 2006; Acosta, 2009).

El ganado puede sobrevivir mejor en invierno en tierras bajas, si ha tenido una buena alimentación durante el verano anterior. Durante la temporada de lluvia de invierno el ganado pastorea sobre las cubiertas de herbáceas anuales y se alimenta de residuos agrícolas de las cuencas de San Telmo y Santo Domingo. En los meses de mayo y junio ya que la vegetación silvestre se ha establecido, es llevado a las praderas de montaña, donde permanece hasta el mes de octubre, cuando comienzan los fríos intensos (CONANP, 2006; Acosta, 2009).

Según Améndola et al., (2005) el 76% del pastoreo se realiza en la zona norte del país, son utilizados pastizales naturales, matorrales y bosques caducifolios. Siendo la ganadería extensiva la más utilizada en esta región del país. Una de las amenazas que presenta actualmente la biodiversidad es la ganadería, ya que se estima que mayor pérdida de especies es debido a esta actividad pecuaria. La característica principal de estos lugares biodiversos son sus altos endemismos y la fragilidad de sus hábitats. Dentro de estas amenazas impactan recursos fundamentales como el clima, contaminación del aire y agua, degradación de suelo y deforestación (FAO, 2009).

2.6 Impacto ambiental de la ganadería

Las supervivencias de varias especies en nuestro país se ven amenazadas principalmente por las actividades humanas, estas actividades llevan al límite a los ecosistemas con la sobreexplotación de los recursos y la perturbación de estos causando una reducción en las especies que habitan un ambiente en particular. La reducción de poblaciones a corto, mediano y largo plazo generalmente está relacionada con uno de los factores principales como lo es la sobreexplotación, las actividades agropecuarias que, junto con la explotación de los recursos forestales, se relacionan directamente con las altas tasas de destrucción y modificación de los hábitats (Alberico et al., 2000).

Una de las prácticas que se realizan en las praderas de África, Australia, Brasil y Estados Unidos de América es, la quema, que es una práctica común en el establecimiento y manejo de los pastizales de muchas regiones. Dando lugar a la destrucción del hábitat original para tener espacio para el ganado (FAO, 2005).

Ospina (1997) evaluó la presión ejercida en el suelo por el ganado, el hombre y un tractor, demostrando que el ganado es el que más presión ejerce al suelo, teniendo los siguientes resultados:

- Hombre: 0.17 kg/cm²
- Tractor: 0.53 kg/cm²
- Ganado: 1.15 kg/cm²

Sin embargo, la ganadería también cuenta con efectos indirectos positivos como la frecuencia de reducción de fuegos espontáneos en sistemas semiáridos que es, asociado a la disminución de la biomasa combustible. En zonas húmedas, por el contrario, se utiliza el desmonte y aumenta la frecuencia en la utilización del fuego para mantener las tierras aptas para el ganado (Whelan, 1995; Asner et al., 2004).

2.7 Efecto de la ganadería sobre la biodiversidad y hábitat

El principio de exclusión competitiva establece que, si dos especies compiten por un recurso limitado, una de ellas será más eficiente en la utilización y control del recurso (Curtis et al., 2008). Se dice que la competencia entre el ganado y la fauna silvestre es una competencia simpátrica interespecifica, es decir, individuos de diferentes especies compiten por el mismo recurso o hábitat (Prins, 2000).

Dicha competencia entre especies está relacionada con el alimento, en el caso de los herbívoros lo tienen como un recurso limitante, Si bien existen especies que sus dietas son diferentes, y pueden llegar a coexistir en un mismo hábitat, la nutrición animal puede estar limitada por el agua, la disponibilidad de minerales, el estrés por calor, las enfermedades infecciosas y los parásitos. Así mismo, la competencia a corto plazo entre el ganado y la fauna silvestre se genera al disminuir la disponibilidad de forraje para ambas (Ogutu et al., 2011).

En lo que respecta al hábitat, los mamíferos medianos y grandes abarcan especies móviles que tienen la oportunidad de moverse a otros sitios, que al mismo tiempo es una desventaja, debido al pastoreo por parte del ganado que reduce la disponibilidad de forraje a nivel del parche y puede conducir a un mayor gasto de energía por parte de los animales para mantener su ingesta, ya sea a través de un pastoreo selectivo, menos eficiente o con movimientos más largos a los parches de pastoreo. Es por ello que la competencia se esperaría a ser más alta durante la estación seca cuando los ámbitos de pastoreo están restringidos a sitios más cercanos al agua disponible, y cuando la calidad general del forraje es menor (Ayantunde et al., 1999; Butt y Turner, 2012).

La ganadería es considerada como la actividad antrópica que más afecta a los hábitats naturales, y el conocimiento sobre cómo la fauna silvestre responde a estos cambios en el paisaje ha sido muy limitado siendo la mayoría de los estudios dirigidos a los mamíferos pequeños y a la flora. Debido a la naturaleza del tema en todo el mundo, hay una controversia sobre los efectos que provoca la ganadería en

general en los paisajes, así como en la flora y la fauna silvestre (Cigonali et al., 2008).

Dentro de los grupos que han sido poco estudiados se encuentran los mamíferos medianos y grandes, debido a la amplia movilidad de este grupo, la relación con la configuración del paisaje y los efectos del ganado como un factor que modifica el paisaje en general (Cigonali, 2008). La carga ganadera es un factor importante que está relacionada con la diversidad vegetal y resiliencia del sitio. Si el sitio evolucionó con bajas presiones de herbivoría, entonces la diversidad de especies se ve disminuida con la carga ganadera; al contrario de cargas ganaderas estables, la diversidad se mantiene constante, excepto con cargas muy elevadas (Milchunas et al., 1988; Cigonali et al., 2005; Sasakie et al., 2008).

Respecto a los carnívoros en específico, existen estudios en las sabanas africanas, donde las poblaciones de grupo estaban decreciendo debido al cambio de la estructura del paisaje debido a la ganadería. En este sentido, se detectó que una intensidad baja de pastoreo brindará una cobertura que sirve como refugio, lo cual incrementaría las abundancias de mamíferos pequeños y medianos; por el contrario, a mayores intensidades de pastoreo se disminuye la presencia de presas debido a la falta de cobertura, afectando así a los depredadores (Blaum et al., 2007).

Bueno (2001) y Salmón (2006) realizaron investigaciones sobre los hábitos alimenticios del puma (*Puma concolor*) y venado bura (*Odocoileus hemionus*) en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California. Además, Contreras (2007) realizó un estudio sobre parásitos y enfermedades del venado bura en la parte norte de esta misma sierra. En estos tres trabajos antes citados se manifiesta la relación que tiene el ganado con estas especies emblemáticas de mamíferos.

Prieto-Valles (2014), realizó un estudio sobre la distribución de mamíferos medianos y grandes en la zona norte del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir (PNSSPM), donde detectó la presencia de varias especies como el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), coyote (*Canis latrans*), liebre de California (*Lepus californicus*), gato montés (*Lynx rufus*), zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*), zorrillo

manchado (*Spilogale gracilis*), tejón (*Taxidea taxus*), y zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

Dentro de la zona de estudio en el PNSSPM existen estudios relacionados con las distribución histórica y actual de especies endémicas (Guevara-Carrizales et al., 2016; Harper et al., 2016; Arguelles, 2018), como el ratón meteoro (*Microtus californicus huperuthrus* [= *hyperythrus*]) y el murciélago oreja larga (*Myotis evotis milleri*). La densidad poblacional del ratón meteoro en la zona de estudio ha disminuido a diferencia del murciélago, por efecto de la ganadería, por lo que al parecer el ganado no tiene influencia sobre la distribución de este quiróptero.

Otra de las especies representativas afectadas por el impacto de la ganadería, es la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*) debido al pisoteo del ganado en los bancos de los arroyos que promueve la erosión de los mismos y el azolvamiento del canal del arroyo, así como también la pérdida de vegetación que provee de sombra a las pozas y mantiene condiciones térmicas apropiadas para las truchas. Además, las heces fecales del ganado que son vertidas directamente en el lecho del arroyo y que contienen compuestos nitrogenados y de fósforo promueven el aumento de bacterias coliformes en el agua del arroyo y la eutrofización de las pozas (Ruiz-Campos, 2017).

Las respuestas a los impactos que genera la ganadería no son iguales para todas las especies, depende del sistema de presión de herbivorismo con que se hayan desarrollado, por lo que las especies más susceptibles a la ganadería y que han modificado su diversidad y abundancia son los pequeños mamíferos (Simonetti, 1983; Maldonado-Curti, 1990; Wada et al., 1995; Hayward et al. 1997; Keesing, 1998; Gonnet, 1998; Jones y Longland, 1999; Eccard et al., 2000; Stanley y Knopf, 2002; Jones et al., 2003b; Pia et al., 2003; Duran et al., 2018), aves (Stock et al., 1992; Gonnet, 1998; Norris et al., 1998; Milesi et al., 2002; Laiolo et al., 2004; Martin y Possingham, 2005) e invertebrados (Andresen et al., 1990; Meyer et al., 1995).

Otra de las amenazas que indirectamente tiene relación con el manejo ganadero por la expansión agrícola-ganadera y que afecta a la fauna silvestre, y en especial

a los carnívoros, es la presencia de especies exóticas domésticas en condiciones ferales como lo son los perros y los gatos. Por ejemplo, los perros pueden llegar a alterar el patrón del uso del hábitat, y el impacto puede ser mayor cuando son utilizados como animales de caza, incluso sobre especies que no son buscadas por los cazadores (Lent et al., 2008; Koster, 2008). También los perros y los gatos domésticos son portadores de patógenos y parásitos que afectan directamente a los carnívoros silvestres, llegando a causar en algunos casos de bajas poblacionales fuertes en especies silvestres (Deem et al., 2001; Funk et al., 2001; Cleaveland et al., 2007).

Sin duda, la importancia de los mamíferos reside en que juegan un papel ecológico importante en los ecosistemas, ya sea como consumidores, depredadores, dispersores de semillas entre otras funciones (Vaughan et al., 2000). Así, los carnívoros ejercen una presión de control respecto a los herbívoros (Schmitz, 2008). El depredador beneficiaría a sus presas porque los depredadores previenen la diseminación de enfermedades y reducen la competencia por alimento al eliminar individuos enfermos, menos aptos o superabundantes, regulando las poblaciones de otras presas con las que llegar a competir (Rumiz et al., 2010).

Con respecto a la vegetación, la actividad ganadera disminuye la densidad y biomasa de la vegetación, además de alterar la heterogeneidad espacial y disminuir la productividad del hábitat que ocasiona la modificación del ciclo de nutrientes, erosión, compactación del suelo y el régimen de fuegos (Belsky y Blumenthal, 1997; Smith et al., 2001; Kauffman y Pyke, 2001; Freilich et al., 2003). A causa de estos efectos se simplifica la estructura vertical de la vegetación, reduciendo la cobertura y alimento para la fauna silvestre. No solo estos factores determinarán el grado de modificación, por lo que hay que considerar otros como la intensidad de pastoreo, tipo de manejo, capacidad de carga del sitio, por citar algunos de ellos (Andresen et al., 1990; Van Den Bos y Bakker, 1990; Teague et al., 2004; Lunt et al., 2007; Diaz, 2007; Cigonali et al., 2008).

Los efectos del pastoreo sobre la biodiversidad han sido estudiados por diferentes autores, algunos demostrando efectos negativos (Floyd et al., 1994; Prins, 2000;

Edwards et al., 2001; Steinfeld et al., 2009) y otros un efecto neutro o positivo (Hayward et al., 1997; Milchunas et al., 1998; Stohlgren et al., 1999; Cigonali et al., 2008). A pesar de esta controversia se está de acuerdo que se requieren mejores estrategias de manejo ganadero sustentable y ecológicamente responsable, además de que cada sistema tiene su propia respuesta a la actividad ganadera, por lo que se subraya la importancia de realizar estudios a nivel regional para poder evaluar la efectividad del manejo (Curtin, 1994; Vavra, 2005; Cigonali et al., 2008).

III. Objetivos General

Determinar la distribución y abundancia de los mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla, en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, en un período de pastoreo contrastante de 2015-2019.

IV. Objetivos Específicos

1. Determinar la distribución y abundancia de los mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla en presencia de diferentes niveles de pastoreo por el ganado.
2. Comparar el uso y la calidad de hábitat para las diferentes especies de este grupo de mamíferos en la pradera de La Grulla, durante las condiciones arriba descritas.
3. Proponer recomendaciones para la conservación ecosistémica de la pradera de La Grulla.

V. Hipótesis

La actividad de pastoreo por ganado en la pradera de La Grulla en la Sierra San Pedro Mártir, disminuye la abundancia y diversidad de mamíferos medianos y grandes que utilizan este biotopo de montaña, por efecto de interferencia y exclusión competitiva.

VI. Área de estudio

6.1 Descripción Geográfica del Área de Estudio

El Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir (PNSSPM) se encuentra ubicado al norte de la península de Baja California, dentro del municipio de Ensenada, en la delegación de Punta Colonet (Figura 1). Este parque ocupa la parte más alta y central de la sierra, entre las coordenadas $30^{\circ}44'$ y $31^{\circ}10'$ de latitud norte y $115^{\circ}13'$ y $115^{\circ}44'$ de longitud oeste; y cuenta con una superficie de 72,910.68 ha y abarca altitudes de 750 a 3000 msnm (CONANP, 2006).

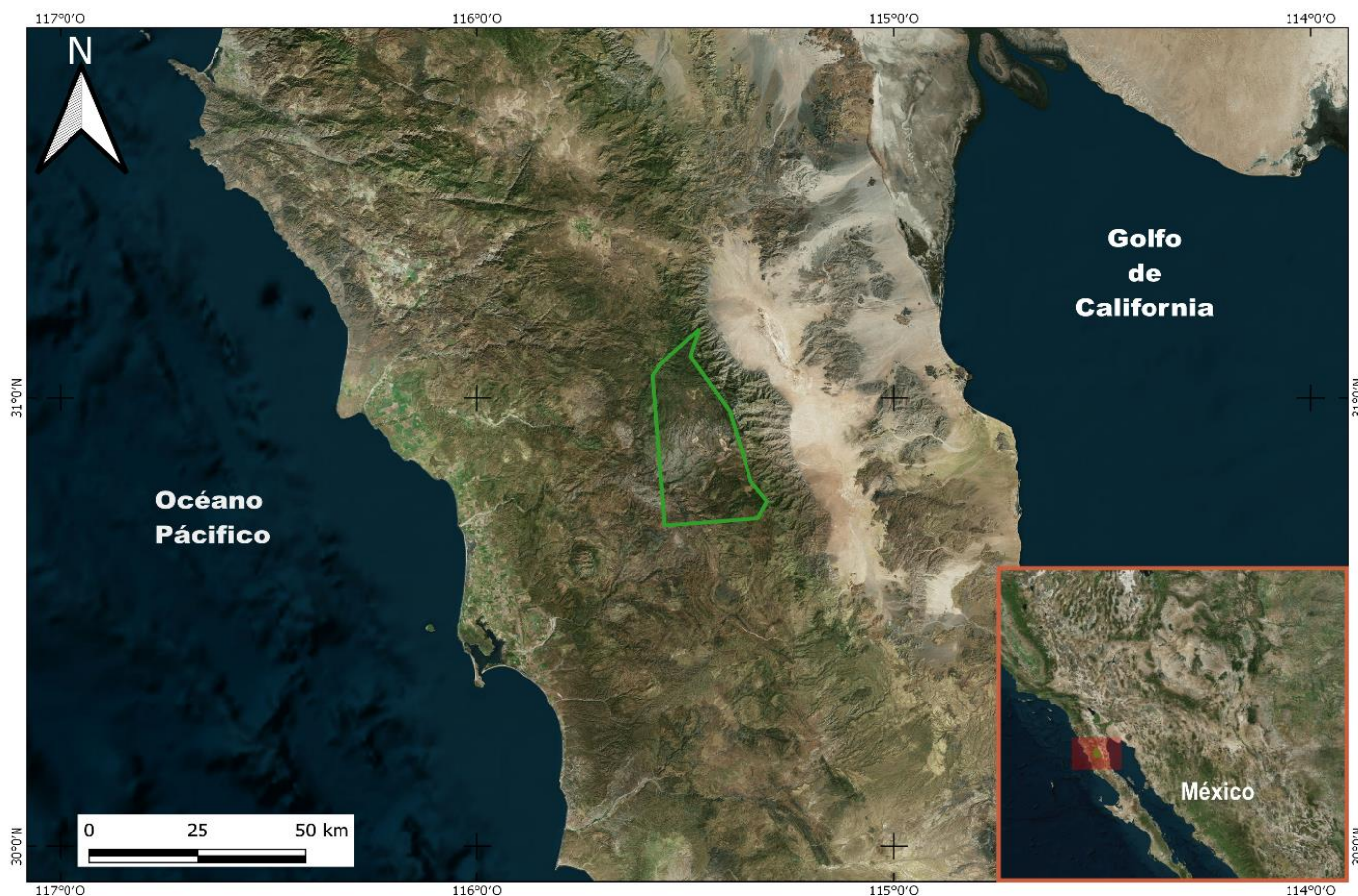


Figura 1. Localización del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México.

VII. Descripción del Área de Estudio

7.1 Tipos de suelo

En la zona norte del PNSSPM, los suelos predominantes son de tipo rigosol, con litosol y flulvisol eutrítico, de textura gruesa; mientras que en la zona central y sur de este parque posee suelos que derivan de rocas ígneas intrusivas. La intemperización de esas rocas ha producido suelos de textura arenosa, sin cubierta de materia orgánica o muy escasa, del orden del 1%, pH ligeramente ácido de 6.04 y contenido de nitrógeno de 0.1%. Son suelos bien drenados y muy susceptibles a la erosión laminar (CONABIO, 2006).

Las zonas de Vallecitos, La Grulla, La Encantada, San Ramón y Santa Rosa tienen una combinación de rocas y por el clima especialmente desfavorable para edafogénesis, se generan suelos del grupo cambisoles (CONABIO, 2006).

7.2 Geología

La Sierra de San Pedro Mártir (SSPM) está compuesta de rocas batolíticas, predominan rocas ígneas intrusivas, entre ellas, dioritas, granitos, granodioritas y en menor proporción el gabro y la andesita. Esta sierra está delimitada por dos fallas, al norte por la falla Agua Blanca y al este por la falla San Pedro Mártir (CONABIO, 2006). La zona de Vallecitos hasta las praderas de la Grulla y la Encantada, es Plutón masivo de granito que da la irregularidad a la topografía de los cerros. El cerro del Venado Blanco cuenta con cuerpos graníticos resistentes a la intemperización. En el sur El Cerro Botella Azul hasta La Grulla y La Encantada tienen laderas más homogéneas (Minnich et al., 1997).

7.3 Hidrología

La SSPM se encuentra ubicada hidrográficamente en la Región Hidrológica Baja California Noreste Ensenada (RH01) y en la Subcuenca Las Ánimas-Arroyo Santo Domingo (RH01Ba) con una superficie de 9,889.31 km². Esta cuenca tiene como subcuencas intermedias la del Río Santo Domingo (1BA), Río San Telmo (1BB), Río San Rafael (1BC), Arroyo Salado (1BD), Río San Vicente (1BE), Río Santo Tomás (1BF) y Arroyo Las Ánimas (1BG) (INEGI,1984, 2010).

En la parte alta de la SSPM existen arroyos con flujo permanente que se vuelven intermitentes en las partes medias y bajas de las cuencas, y solo se conectan con el mar durante la temporada de lluvias. Los arroyos principales que drenan esta sierra son de norte a sur: San Rafael, San Telmo y Santo Domingo (Ruiz-Campos, 2017).

7.4 Clima

García y Mosiño (1968) definen para esta región de la Sierra de San Pedro Mártir el Clima Csb' del tipo Subhúmedo, el cual es caracterizado por un patrón de lluvias en invierno y el verano sin lluvias, seco además de caliente. Esta región es influenciada por la asimetría de las vertientes occidentales y orientales de la sierra, por lo que la vertiente del Pacífico presenta un clima mediterráneo de veranos secos y calientes, mientras que los inviernos son relativamente húmedos y fríos.

Por otra parte, la parte de la SSPM que drena hacia la vertiente del Golfo de California está expuesta al clima árido. La temperatura promedio anual en la SSPM es de 10°C, siendo el mes más frío marzo y el más caliente julio con un promedio de 16.3°C. Respecto a la precipitación, los valores oscilan entre 220.7 mm en invierno a 96.1 mm en verano. Otro factor climático a considerar es la nieve que aporta humedad procedente del deshielo, a mayor altitud hay menor infiltración de agua en los bosques altos, por lo que a menor altitud la infiltración al suelo es más

rápida generando un drenaje significativo (Peinado, 1994; INEGI, 2001; Delgadillo, 2004; CONABIO 2006).

7.5 Vegetación

El tipo de vegetación predominante en la SSPM es la vegetación Xerófila y Mesófila, además de su estructura boscosa abierta, que es característica dentro del PNSSPM. Por tal dominancia de la estructura boscosa y dependiendo del género, la composición se ha dividido en tres: Bosque de *Pinus*, Bosque de *Juniperus* y Bosque de *Cupressus*. Además, en esta región el nivel de endemismo es muy alta por lo que su valor a nivel mundial es uno de los más importantes para ser conservado (Delgadillo, 2004; CONANP, 2006).

De acuerdo con Peinado et al. (1994), dentro de la SSPM se consideran bioclimáticamente cinco pisos de vegetación:

Inframediterráneo: Situada entre los paralelos 30° y 31°N, en altitudes que no sobrepasan los 700 m, con dos asociaciones principales matorral rosetófilo: *Bergerocactus emoryi* y *Agave shawii*, y chaparral: *Rosa minutifolia* y *Aesculus parryi*.

Termomediterráneo: Este piso inicia desde los 700 m y puede alcanzar en algunas solanas los 1 600 m, aunque en laderas de sombra no sobrepasa los 1200-1300 m. Dentro de esta faja térmica se presentan dos grandes grupos de comunidades: chaparrales y encinares.

Mesomediterráneo: Dominado por coníferas heliófilas como *Pinus monophylla* y *P. quadrifolia*, que forman bosquetes abiertos entre los 1300 y 2000 m, en asociación con *Adenostoma sparsifolium* y *Juniperus californica*.

Supramediterráneo: Este estrato bioclimático se reconoce por arriba de los 2000 m como formaciones forestales dominadas por grandes coníferas (*Pinus jeffreyi*, *P. contorta*, *Abies concolor* y *Calocedrus decurrens*).

Mesotropical: Este piso representativo de la región Xerofítica Mexicana y del Desierto Sonorense está presente en la vertiente oriental de la SSPM, entre el nivel del mar en el golfo de California y los 800-900 m, siempre bajo condiciones de ombroclima árido. Dos comunidades dominantes son aquí reconocidas: *Echinocereus engelmannii*-*Agave deserti* y *Fouquieria splendens*-*Larrea tridentata*.

En el PNSSM también existen praderas húmedas que son caracterizadas por tener vegetación de pastos y de herbáceas. Estas praderas son Vallecitos, La Grulla, La Encantada y Santa Rosa, donde contienen géneros dominantes como *Juncus* spp. y *Carex* spp. Otras herbáceas comunes son *Astragalus gruinus*, *Berula erecta*, *Cirsium foliosum*, *Epilobium adenocaulon*, *Oenothera californica*, *Poa annua* y *Ranunculus cymbalaria*. Las praderas secas o sobrepastoreadas están cubiertas por herbáceas perennes de géneros tales como *Achillea*, *Aster*, *Potentilla* y *Muhlenbergia*. En el estrato herbáceo de los bosques de coníferas se encuentran *Draba corrugata damareei*, *Eriogonum hastatum*, *Haplopappus pulvinatus*, *Ipomopsis effusa*, *Trifolium wiginssi*, *Aster adscendens* y en bajas densidades, *Sarcodes sanguinea* (Thorne et al., 2010).

VIII. Metodología

El presente estudio fue desarrollado en la zona central del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, dentro de la subzona de preservación II (CONANP, 2006) en el sitio conocido como pradera de La Grulla (Figura 2). En este sitio se evaluó la distribución y abundancia de mamíferos medianos y grandes en situaciones de diferente grado de pastoreo por ganado en el período 2015-2019. El polígono bajo estudio comprendió 11.8 km² y está ubicado a una altitud entre 2000 y 2500 msnm. (Figura 2). Para este propósito, las cámaras de movimiento fueron instaladas en diferentes puntos del polígono cubriendo los diferentes tipos de hábitats, procedimiento que consistió en dos periodos de monitoreo, uno en 2015-2016 (menor presencia de ganado) y otro en 2018-2019 (alta incidencia de ganado).

En el primer período se colocaron 15 cámaras que fueron instaladas por el equipo técnico del PNSSM. En este período la presencia de ganado fue menor y la intensidad de pastoreo fue baja. Por su parte, en el segundo período se instalaron 14 cámaras, donde la presencia de ganado fue mayor y la actividad de pastoreo fue alta. Las cámaras estuvieron operando durante ocho meses (septiembre 2018 a abril 2019).

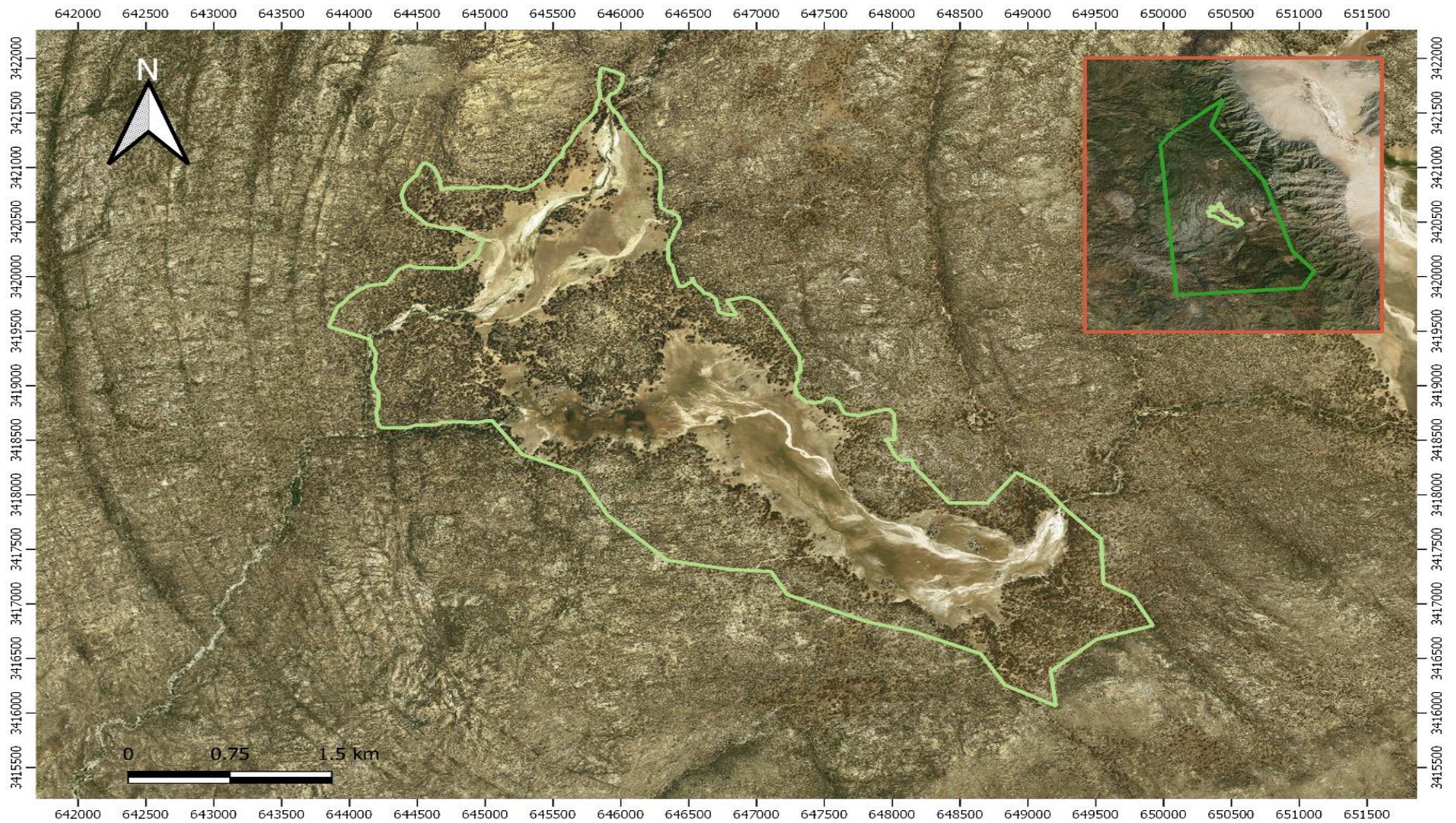


Figura 2. Ubicación del polígono de estudio donde se colocaron las cámaras trampa para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla. El recuadro inserto denota la escala el polígono de estudio en referencia al polígono del PNSSPM.

8.2 Ubicación cámaras trampa

Los sitios de muestreo fueron elegidos de manera no sistematizada, es decir se tomaron en cuenta los sitios previamente georreferenciados por el personal técnico del PNSSPM en el muestreo de 2015-2016. Las cámaras fueron colocadas alrededor de los pinos que sirvieron como base para soporte de la cámara trampa. En la figura 3 se muestra la ubicación de cada una de las cámaras trampa en la pradera de La Grulla, denotándose en rojo las cámaras colocadas en el periodo 2015-2016 y en negro las cámaras colocadas en el periodo 2018-2019.

Se utilizaron cámaras de marca Bushnell para el muestreo 2015-2016 y para el muestreo 2018-2019 cámaras de la marca Bushnell y Stealth Cam que fueron proporcionadas por la Universidad Autónoma de Baja California y el PNSSPM. Las cámaras fueron programadas para tomar 3 eventos fotográficos por disparo con 10 segundos entre disparos. En cada sitio de muestreo la cámara fue atada al tronco de un pino aproximadamente a 50 cm de altura para poder captar una mejor imagen de mamíferos medianos y grandes, estuvieron activas las 24 horas del día, también ese sitio fue georreferenciado con un GPS.

Buscando obtener información completa del sitio de muestreo se obtuvieron imágenes panorámicas del sitio donde fue colocada la cámara trampa. Se recabó información cualitativa de las condiciones de cada sitio durante cada revisión de las pilas y de los registros fotográficos.

En el período marzo de 2015 a abril de 2016 se colocaron 15 cámaras trampa, por parte del equipo técnico del PNSSPM. Como se mencionó anteriormente, en ese período la cantidad de ganado fue menor que en años previos a diferencia del periodo 2018-2019. Para este último período se colocaron 14 cámaras trampa.

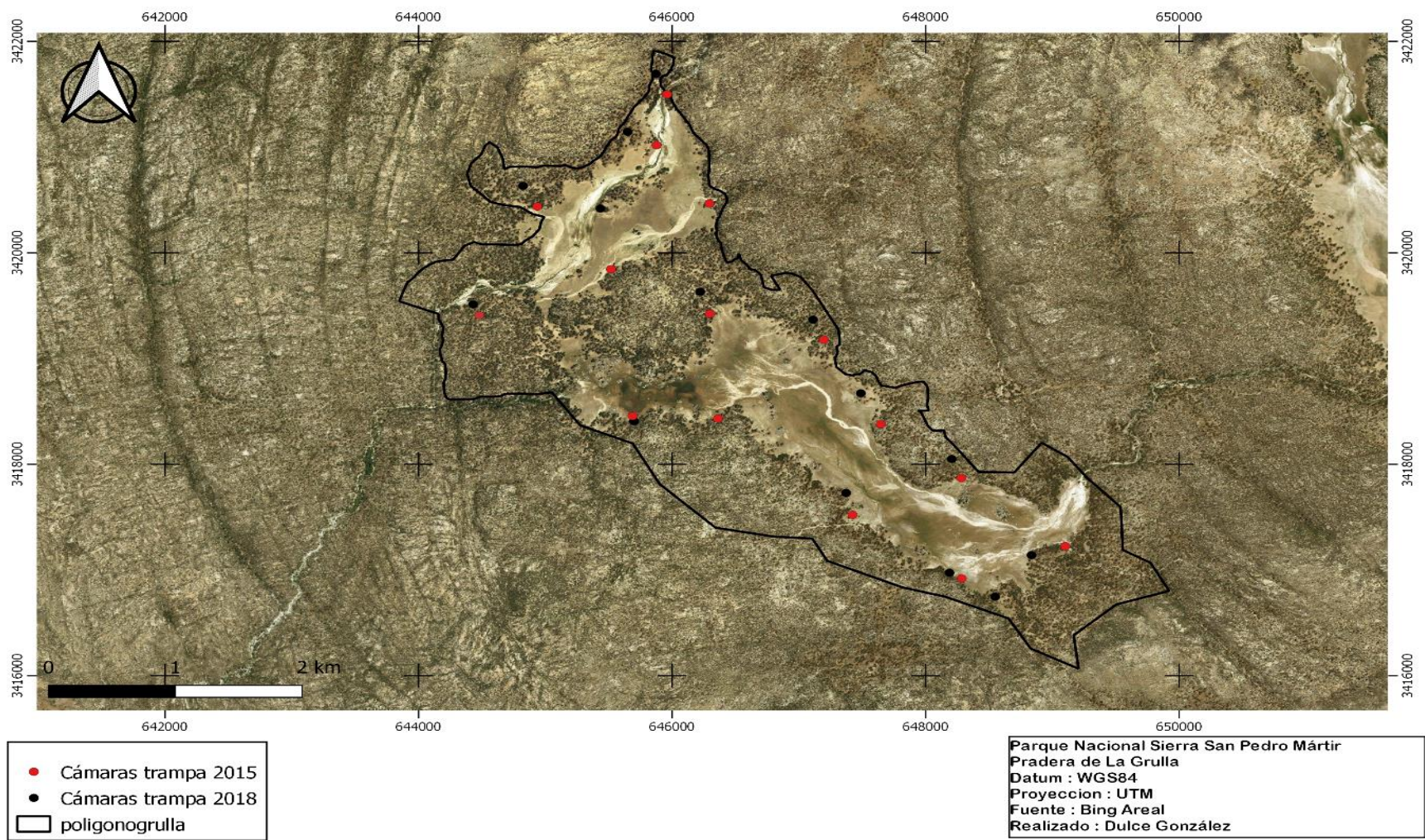


Figura 3. Ubicación de cámaras trampa colocadas en el polígono de la pradera de La Grulla, durante 2015-2019.

Considerando la lejanía para acceder a la pradera de La Grulla, la primera visita se realizó en septiembre de 2018 para la colocación de las cámaras trampa, y en la segunda visita en noviembre del 2018 se recuperó la información del registro fotográfico y se revisó el estado de las baterías. Finalmente, en abril de 2019 se efectuó la última revisión y la recopilación total de fotografías de las cámaras trampas de este estudio (Anexo 2).

Al referirnos a mamíferos medianos y grandes consideramos las especies de los órdenes: Lagomorpha, Carnivora y Artiodactyla.

8.3 Análisis de datos

El tiempo total de muestreo en el segundo periodo de estudio que correspondió a la mayor presencia y actividad de pastoreo por ganado fue de ocho meses (septiembre 2018 abril 2019). La información acumulada de registros fotográficos de las cámaras trampa se obtuvieron en los meses de noviembre 2018 y abril 2019.

Estos registros fotográficos obtenidos fueron separados por especie, y con el programa DigiKam se etiquetaron para modificar los metadatos de cada fotografía (Mandujano y Pérez-Solano, 2019). Con todo este material fotográfico se procedió a generar una base de datos y las gráficas de actividad radial de las especies detectadas, así como las gráficas de comparación entre dos especies con el programa estadístico R studio, vía paquetería (CamtrapR).

Además de tomar como registro fotográfico independiente cada 60 minutos. La base de datos proporcionada por dicho programa incluyó la hora, fecha, especie y número de individuos. La identificación de los individuos en cada foto se llevó a cabo con la guía de mamíferos de Norteamérica (Kaufman, 2004) y el manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México (Aranda, 2015).

Abundancia relativa y diversidad de especies

La abundancia relativa de las especies detectadas en cada sitio se estimó mediante el índice de abundancia relativa (IAR) (Maffei et al., 2002; Jenks et al., 2011). Este algoritmo calcula por especie su abundancia relativa como: $IAR = (C/EM) * 100$; donde C = número de capturas o eventos fotografiados, EM = esfuerzo de muestreo (número de cámaras por días de monitoreo) por época o total, y 100 días-trampa (factor de corrección estándar).

Posteriormente a la tabla original se agregaron variables numéricas y categóricas del sitio como la precipitación pluvial (mm), temperatura ambiental (°C) que fueron proporcionados por la estación meteorológica del Observatorio Astronómico Nacional-UNAM de la Sierra San Pedro Mártir y de termógrafos (HOBO Data Logger) colocados en el área de estudio en el PNSSPM. Así mismo se incluyeron los datos de temperatura ambiental (°C) registrados por las cámaras trampa, temporada de pastoreo (con pastoreo o sin pastoreo), tipo de unidad ambiental (Bosque/Pastizal), total de individuos detectados (nativo/exótico), así como el conteo de cada especie por sitio. Todo ello fue considerado para determinar la diversidad de especies por sitio y conocer como las variables antes referidas afectan la presencia y abundancia de las especies en los sitios muestreados, con o sin actividad de pastoreo.

Un análisis de componentes principales (ACP) fue aplicado para identificar y determinar la magnitud que ejercen las variables ecológicas sobre la distribución y abundancia de mamíferos medianos y grandes en el área de estudio, en situaciones con diferente nivel de pastoreo.

Evaluación de hábitat

Respecto a la evaluación de hábitat en la pradera de La Grulla, ésta se realizó en siete sitios codificados de la siguiente manera: SSPMG02, SSPMG05 SSPMG08, SSPMG10, SSPMG16, SSPMG 17-1, y SSPMG18. La integridad ecológica de cada sitio por cámara trampa se evaluó mediante un conjunto de metodologías como Alianza México REDD+ (2014), NatureServe (2012), Parrish et al. (2003),

PROARCA/APM (2004) y Regiones Terrestres Prioritarias (CONABIO, 2012). Los atributos ecológicos registrados en cada sitio (Anexo 2) permitió generar un valor de integridad ecológica que se puede encontrar en los siguientes intervalos: 2-6 (bajo), 7-11 (medio), y 12-19 (alto) (Anexo 3).

Atributos:

1.- Presencia de especies exóticas:

Las especies exóticas son aquellas de origen alóctono o no nativo a los ecosistemas referidos y que debido a su alta capacidad de adaptación les permite colonizar, establecerse y seguir causando daños al ambiente (Ponce et al., 2009).

2.- Pisoteo, alimentación y defecación en cuerpos de agua (Severidad):

El sobrepastoreo trae como consecuencia la invasión de plantas indeseables que colonizan áreas antes ocupadas por los pastos nativos, así como la disminución de la cobertura de los suelos que favorece la compactación por el pisoteo del ganado. En la contaminación del agua de los arroyos o lagunas con estiércol y otros desechos metabólicos por el ganado, pueden estar implicados diversos mecanismos. Así, la contaminación del agua puede originarse de manera directa por el escurrimiento proveniente de los establos, por pérdidas originadas en filtraciones de las instalaciones de almacenamiento, por la deposición de material fecal en las fuentes de agua dulce y por percolación profunda y transporte a través de las capas del suelo mediante las aguas de drenaje. La contaminación también puede ser indirecta, a través de la contaminación de fuentes no puntuales de las escorrentías y flujos superficiales procedentes de zonas de pastoreo y tierras de cultivo (CORPOICA, 2006; FAO, 2009).

3.- Transformación de hábitat (cercado, construcciones):

La fragmentación del hábitat se produce cuando los puntos de hábitat autóctono resultan aislados en un paisaje cada vez más dominado por las actividades humanas (FAO, 2006).

4.- Presencia de fauna silvestre (Rareza):

Presencia de especies, grupos de especies, comunidades o tipos de vegetación en peligro de extinción o amenazadas, de ser posible basados en criterios de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), en la legislación nacional y en información publicada (Hernández, 1999).

5.- Cobertura de vegetación pastizal:

El área ocupada por ecosistemas conservados respecto al total de una región (expresada en porcentaje) es un indicador dinámico del grado de amenaza que esta presenta. Los valores que se asignan para este criterio están en función del porcentaje de la superficie original que ha sido alterado en grado considerable. (Regiones Terrestres Prioritarias, CONABIO, 2000).

6.- Presencia de endemismos:

Presencia de especies, grupos de especies, comunidades o tipos de vegetación en peligro de extinción o amenazadas, de ser posible basados en criterios de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), en la legislación nacional y en información publicada (Hernández, 1999).

IX. Resultados

9.1 Composición y abundancia relativa

En el presente estudio sobre la composición y abundancia de mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla dentro del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, se identificaron ocho especies en el periodo 2015-2016 y siete especies en el periodo 2018-2019 (Tabla 1).

Asimismo, se obtuvieron los siguientes resultados de la composición y abundancia de los mamíferos medianos y grandes durante eventos diferenciales de pastoreo en la pradera de La Grulla para los períodos 2015-2016 (baja actividad) y 2018-2019 (alta actividad). Un total de 1,450 registros independientes (27,681 fotografías) fueron generados para el periodo de muestreo de 2015-2016, con un esfuerzo de muestreo de 242 días con 3,630 noches-trampa, mientras que para el período de muestreo 2018-2019 se generaron otros 860 registros independientes (60,625 fotografías), con un esfuerzo de muestreo noches-cámaras trampa fue de 210 días con alrededor de 2,240 noches-trampa.

Las especies con mayor abundancia relativa (%) en el periodo de baja intensidad de pastoreo (2015-2016) fueron: venado bura (*Odocoileus hemionus*, IAR =22.83), seguido de liebre de California (*Lepus californicus*, IAR = 7.57), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*, IAR =7.34), coyote (*Canis latrans*, IAR = 4.83); mientras que las especies con menor abundancia relativa fueron: gato montés (*Lynx rufus*, IAR = 1.18), zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*, IAR = 0.54), mapache (*Procyon lotor*, IAR = 0.06), y puma (*Puma concolor*, IAR = 0.03) (septiembre 2018 abril 2019) (Figuras 4 y 5).

Tabla 1. Especies registradas por foto-trampeo en las temporadas de pastoreo baja y alta en la pradera de La Grulla.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Temporada Baja (2015-2016)	Temporada Alta (2018-2019)
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de California	x	x
		<i>Sylvilagus bachmani</i>	Conejo matorralero		
		<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto		
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra Gris	x	x
		<i>Canis latrans</i>	Coyote	x	x
		<i>Lynx rufus</i>	Gato Montes	x	x
		<i>Puma concolor</i>	Puma	x	x
		<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado	x	x
		<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo rayado	x	x
		<i>Taxidea taxus</i>	Tejón		
		<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle		
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache	x	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura	x	x
	Bovidae	<i>Ovis canadensis</i>	Borrego cimarrón		



Figura 4. Imágenes de mamíferos medianos y grandes capturadas con foto-trampeo en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, durante dos eventos diferenciales de pastoreo (2015-2016 y 2018-2019). *Puma concolor* (A), *Odocoileus hemionus* (B), *Lynx rufus* (C), y *Canis latrans* (D).

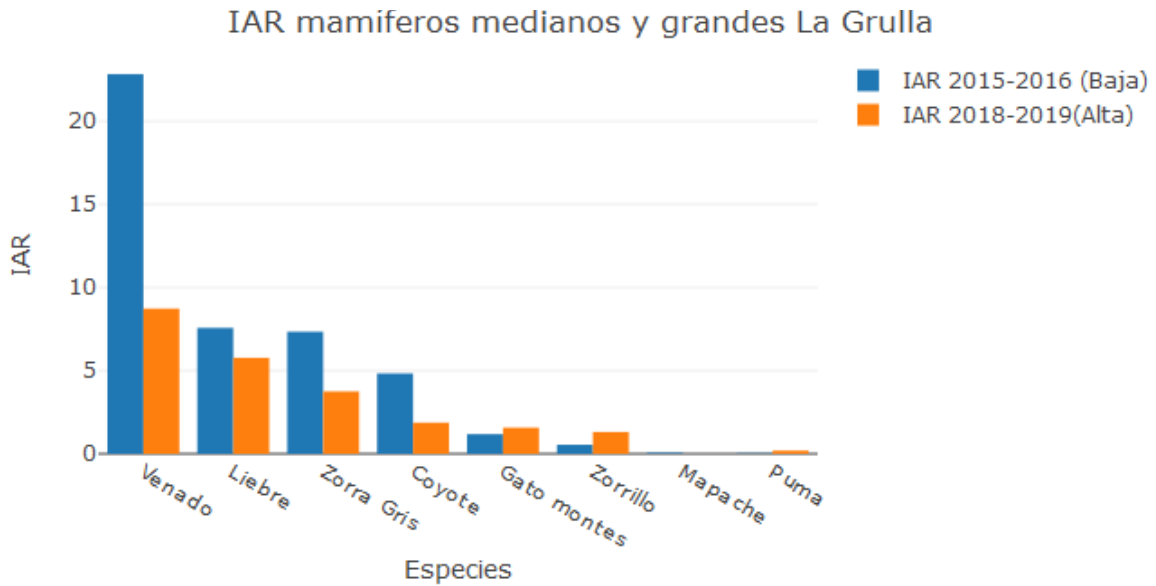


Figura 5. Índice de abundancia relativa (IAR) de mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, durante dos eventos diferenciales de pastoreo.

Por su parte, en el periodo de alta intensidad de pastoreo (2018-2019) se presentaron las mismas especies que el período anterior, con excepción del mapache (*Procyon lotor*). La especie con mayor abundancia relativa fue el venado bura (*Odocoileus hemionus*, IAR = 8.73), seguido en orden decreciente por la liebre de California (*Lepus californicus*, IAR = 5.77) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*, IAR = 3.75), (*Canis latrans*, IAR = 1.87). Por su parte, las especies con menor abundancia relativa fueron: gato montés (*Lynx rufus*, IAR = 1.57), zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*, IAR = 0.54), y puma (*Puma concolor*, IAR = 0.19) (Figuras 5 y 6).

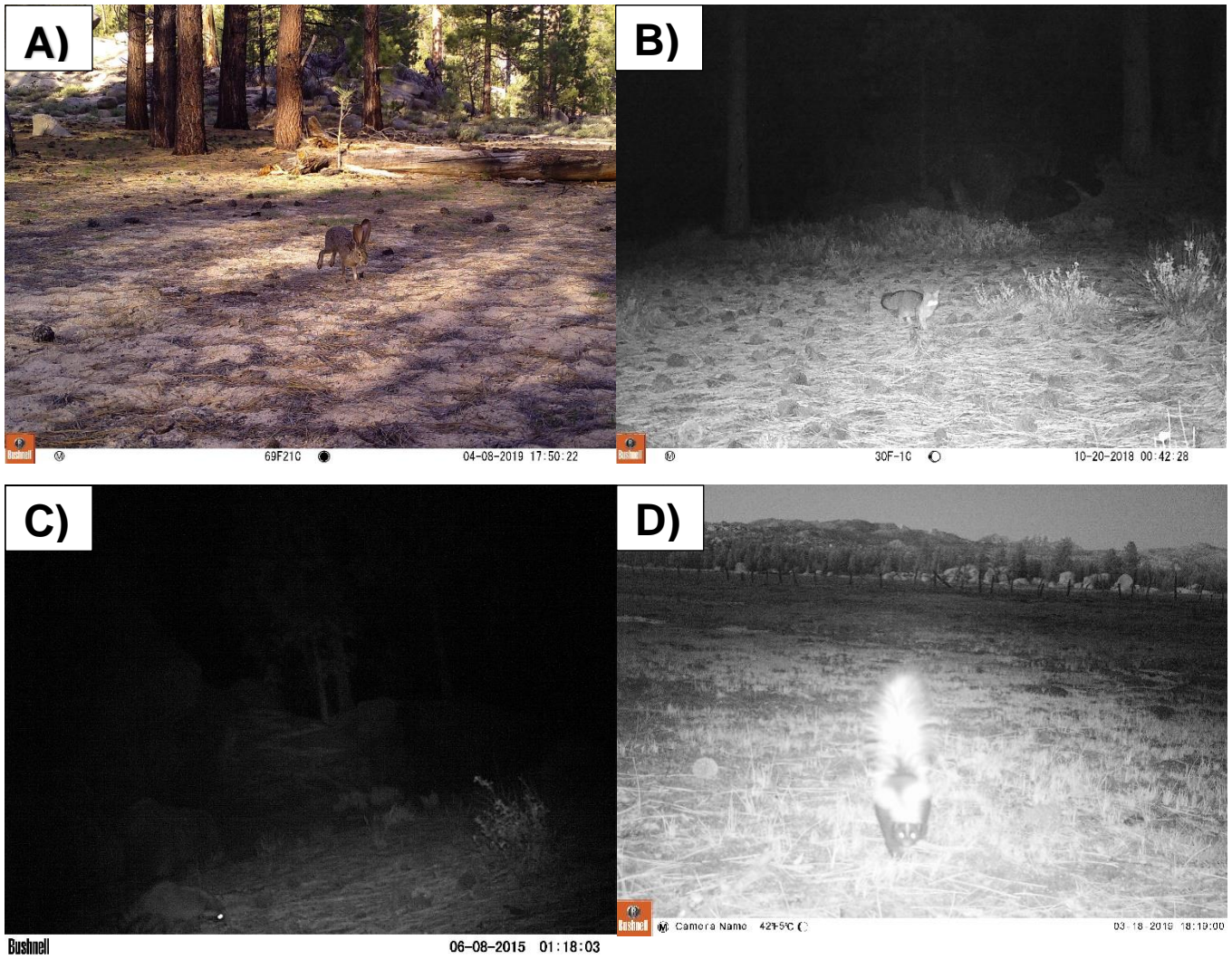


Figura 6. Imágenes de mamíferos medianos capturadas con foto-trampeo en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. *Lepus californicus* (A), *Urocyon cinereoargenteus* (B), *Procyon lotor* (C), y *Mephitis mephitis* (D).

9.2 Descripción de patrón de actividad

Dentro de los horarios de actividad de las especies de mamíferos medianos y grandes detectados en las cámaras trampa durante el periodo de estudio en la pradera de La Grulla del PNSSPM, se registraron los siguientes patrones: (a) Nocturno-Crepuscular y (b) Catemeral o con actividad durante día y noche.

En las figuras 7-14 se ofrece una descripción sucinta de la actividad radial de cada una de las especies, misma que está basada en su hora de detección. Las figuras siguen el orden de abundancia de las especies detectadas.

Venado bura: esta especie presentó una actividad de tipo catemeral, mostrando una diferencia entre ambos periodos. En 2015-2016 se mostró una mayor actividad entre las 05:00 y 06:00 h y la menor actividad ocurrió de forma intercalada hacia el mediodía y la noche (Figura 7A). Para el período 2018-2019 se observó una actividad en todo el día (Figura 8 A).

Actividad radial venado bura

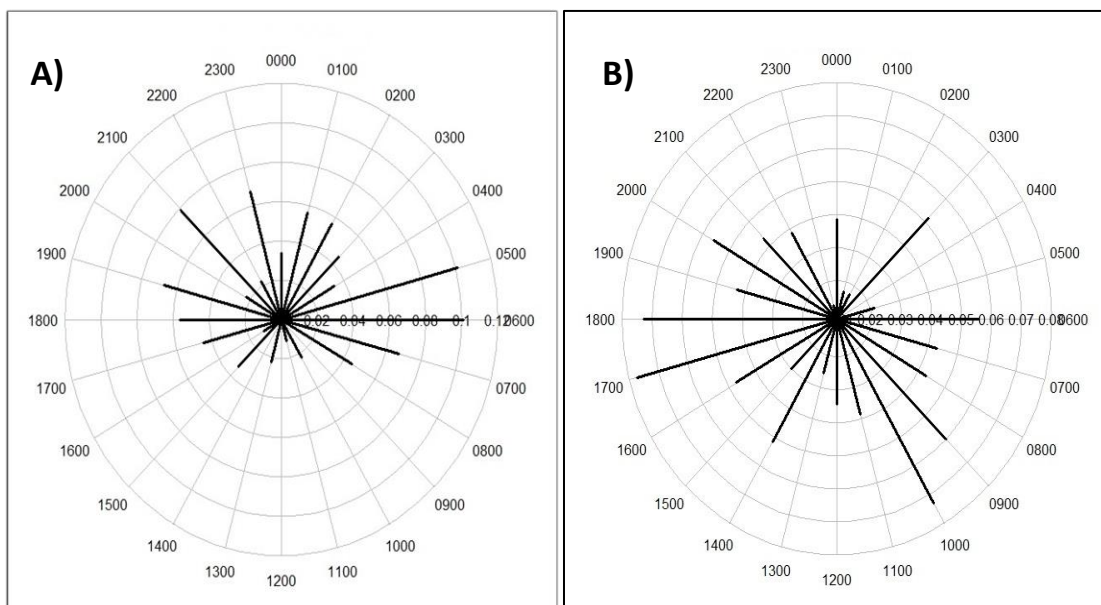


Figura 4. Actividad radial de venado bura (*Odocoileus hemionus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).

Coyote: este cánido mostró también una actividad tipo catemeral. Su densidad más alta difirió entre los dos periodos de estudio, registrando para el período 2015-2016 una mayor densidad durante las horas 15:00, 20:00 y 21:00 (Figura 8A); mientras que en el período 2018-2019, su mayor densidad se registró a las 09:00 y 13:00 h (Figura 8B).

Actividad radial coyote

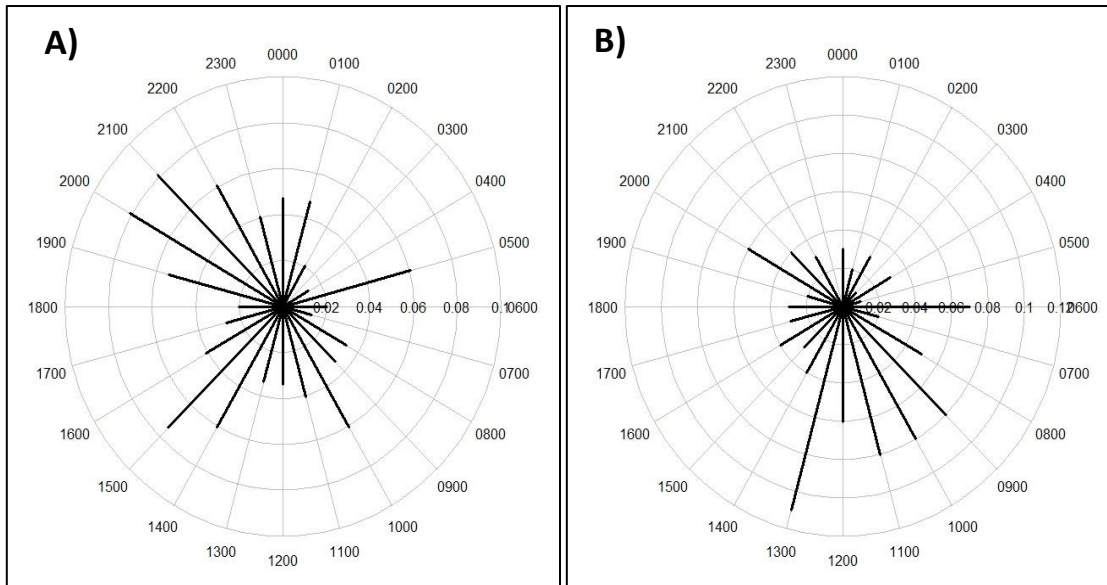


Figura 8. Actividad radial de coyote (*Canis latrans*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).

Zorra gris: esta especie mantuvo un patrón de actividad nocturno-crepuscular durante el periodo 2015-2016, siendo activa de 17:00 a 05:00 h, con más intensidad entre las 22:00 y 02:00 h (Figura 9A). En el periodo 2018-2019 exhibió una actividad oscilante a lo largo del día, con mayor intensidad entre las 18:00 y 21:00 h (Figura 9B).

Actividad radial zorra gris

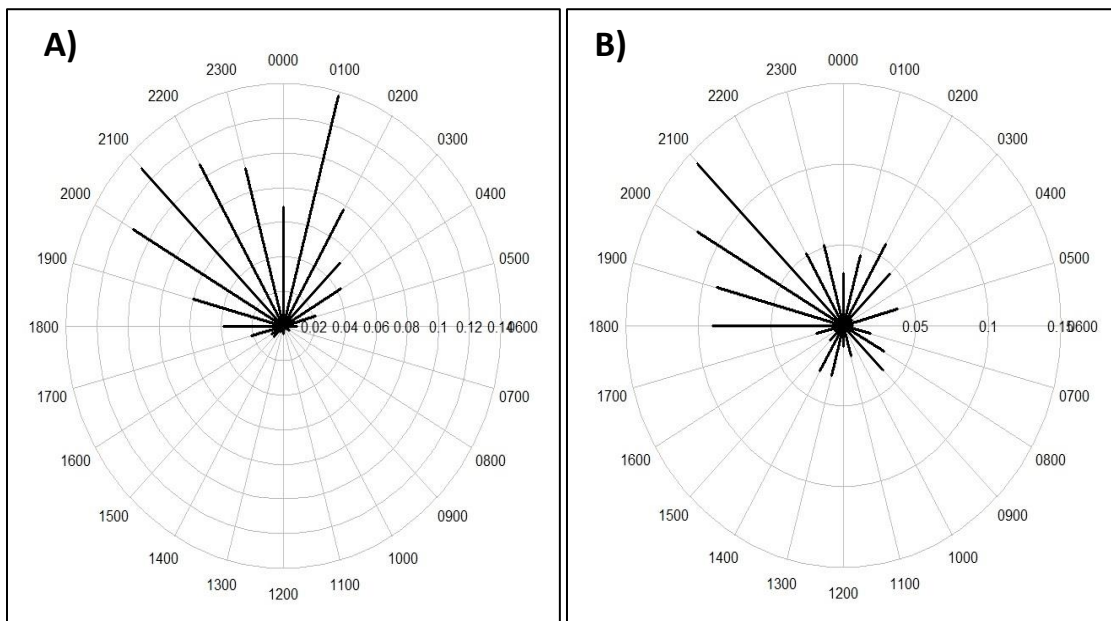


Figura 9. Actividad radial de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).

Liebre de California: este lepórido durante el periodo 2015-2016 mantuvo una actividad predominante entre las 17:00 a las 06:00 h, variando sus densidades en ese lapso de tiempo (Figura 10A). Por su parte, en el periodo 2018-2019, la actividad predominante ocurrió entre las 18:00 y 06:00 h (Figura 10B).

Actividad radial liebre de California

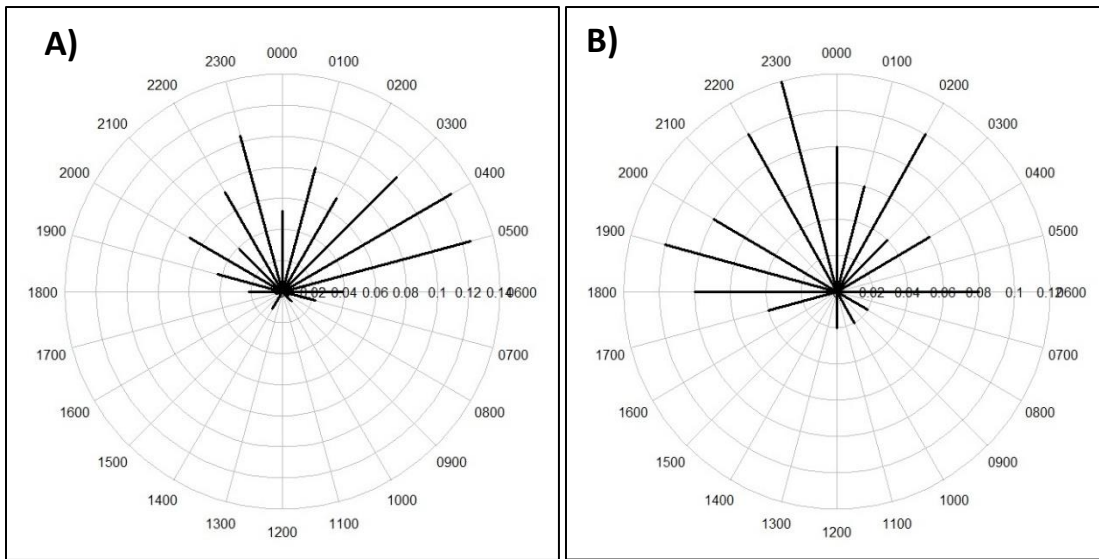


Figura 10. Actividad radial de liebre de California (*Lepus californicus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).

Zorrillo rayado: este mustélido centró su actividad mayormente por la noche en ambos períodos, entre las horas 18:00 a 04:00 h, presentándose en menor densidad por la mañana y mediodía en el período 2018-2019 (Figuras 11A y 11B).

Actividad zorrillo rayado

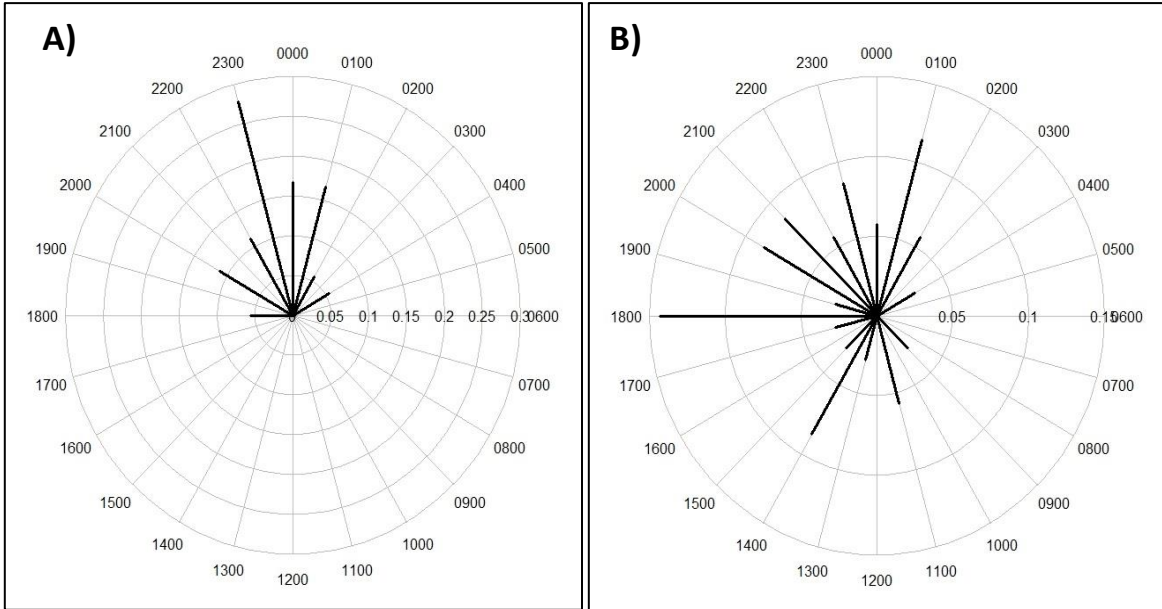


Figura 11. Actividad radial de zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).

Gato Montés: El gato montés registró una actividad de tipo catemeral con una mayor densidad entre las 11:00 y 01:00 h en el período 2015-2016 (Figura 12A); sin embargo, en el período 2018-2019 su actividad fue principalmente dominante a las 08:00 h (Figura 12B).

Actividad radial gato montés

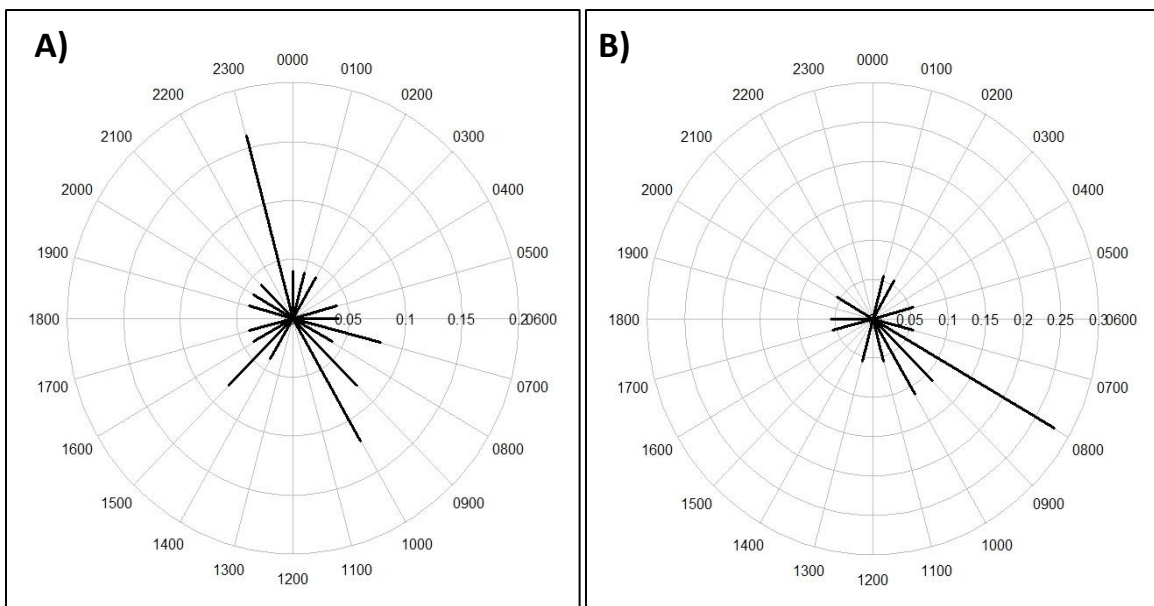


Figura 12. Actividad radial de gato montés (*Lynx rufus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).

Puma: este felino mostró actividad tanto en el día como en la noche. El puma mostró solo actividad nocturna (21:00 a 23:00 h) durante el periodo 2015-2016 (Figura 13A), pero en el periodo 2018-2019 mostró una mayor actividad entre las 01:00 y 12:00 h (Figura 13B).

Actividad radial puma

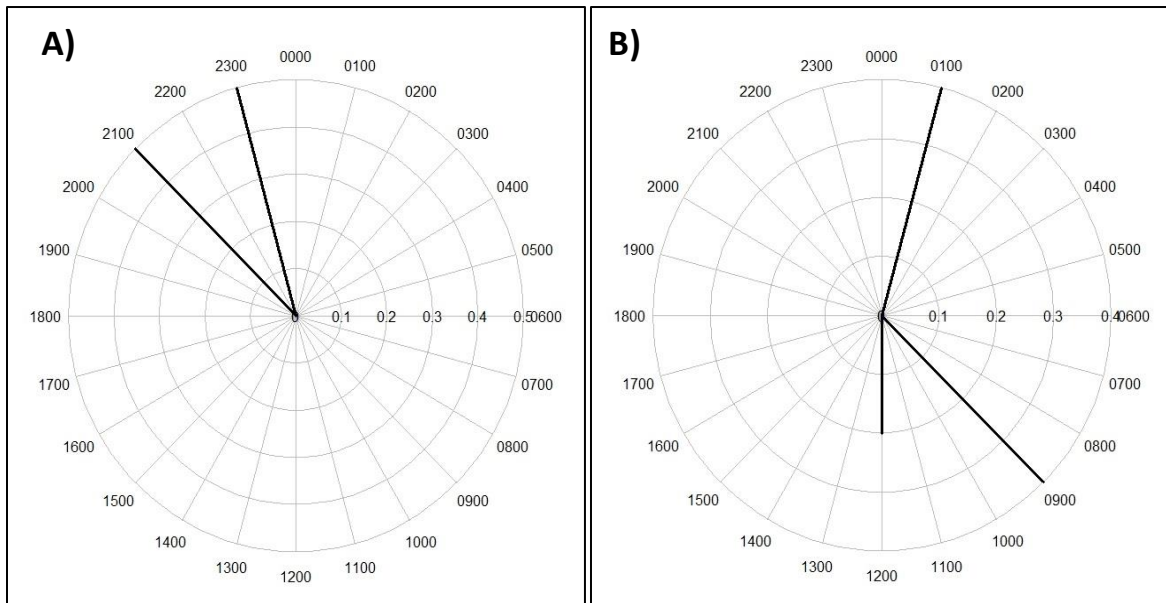


Figura 13. Actividad radial de puma (*Puma concolor*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante período de baja actividad de pastoreo 2015-2016 (A) y alta actividad de pastoreo 2018-2019 (B).

Mapache: este prociónimo solo fue registrado por la noche (20:00 a 01:00 h) y solo se obtuvo registro en el periodo 2015-2016 (Figura 14).

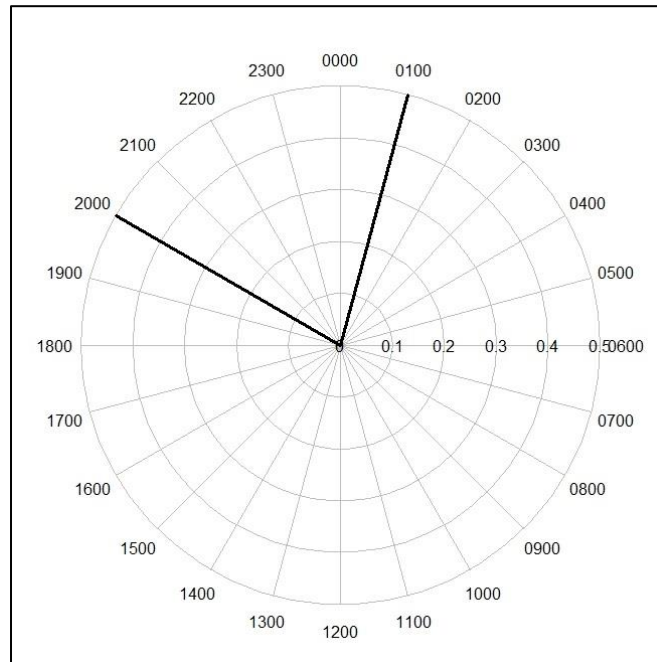


Figura 14. Actividad radial del mapache (*Procyon lotor*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro, Mártir, Baja California, México, durante el período de baja actividad de pastoreo (2015-2016).

9.3 Comparación de actividad de especies nativas de mamíferos medianos y grandes *versus* mamíferos exóticos

En las siguientes figuras se compara la actividad por hora de cada especie nativa con aquella exótica (vaca, *Bos taurus*; y caballo, *Equus caballus*), en la pradera de La Grulla durante los períodos de baja intensidad (2015-2016) y alta intensidad (2018-2019) de pastoreo.

En el venado bura hubo diferencias en su actividad durante los dos periodos. Durante la intensidad de pastoreo en el periodo 2015-2016, el venado bura mostró dos picos de mayor actividad entre las 06:00-09:00 h y 18:00-00:00 h. En relación con la presencia de especies exóticas se puede observar que cuando éstas tienen su pico más alto de actividad es cuando el venado disminuye su actividad en el horario de 11:00 a 12:00 h (Figura 15).

Para el período de mayor intensidad de pastoreo (2018-2019) se observan dos picos de mayor actividad en el venado bura a lo largo del día, siendo el más evidente aquel de 17:00 a 20:00 h. La menor actividad de especies exóticas como el caballo es inversamente proporcional con la mayor actividad del venado bura y las vacas, particularmente durante las horas de la tarde (18:00-22:00 h) (Figura 16).

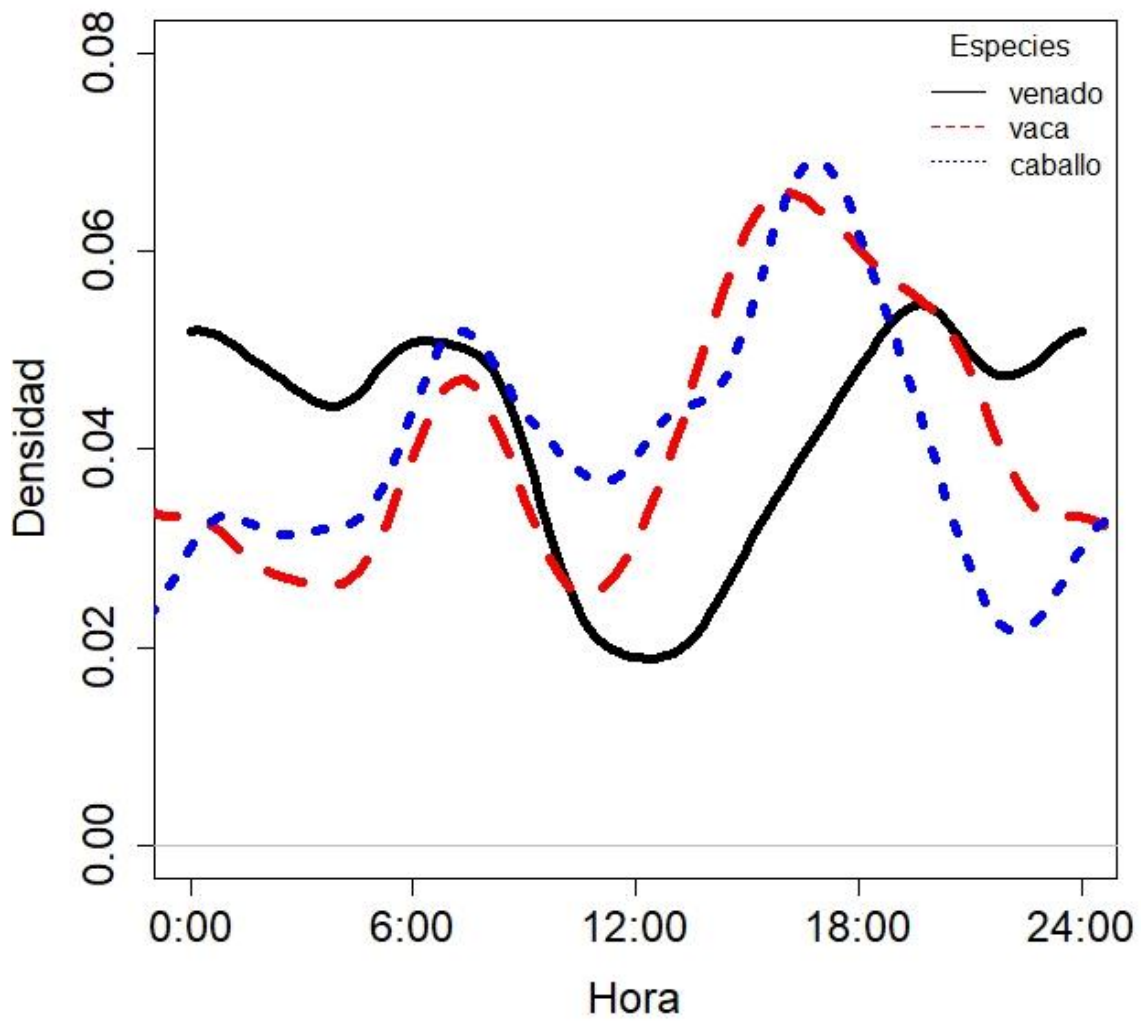


Figura 15. Actividad del venado bura (*Odocoileus hemionus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).

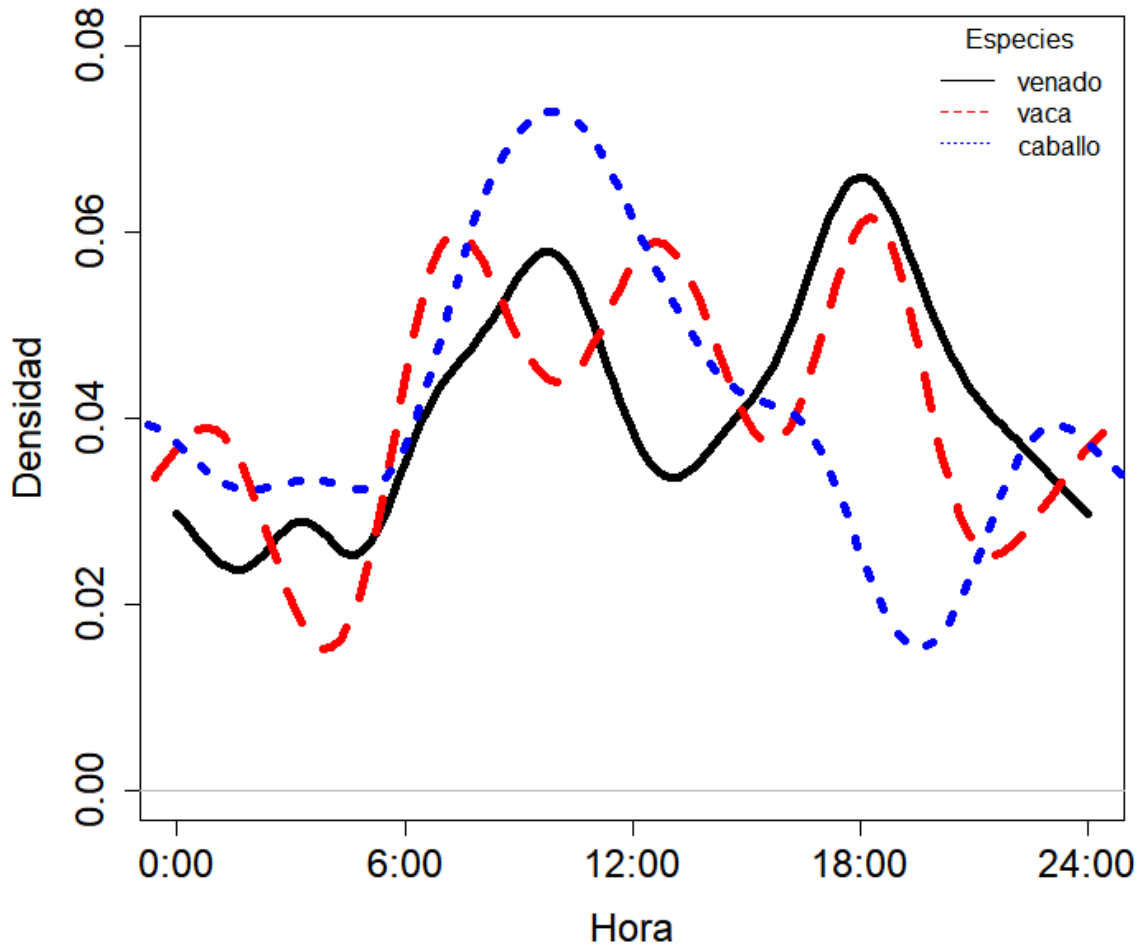


Figura 16. Actividad de venado bura (*Odocoileus hemionus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*) en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).

En el caso de la liebre de cola negra, ésta no muestra diferencia significativa en sus patrones de actividad en ambos períodos de estudio por efecto de la presencia de especies exóticas en el sitio. Este lepórido posee una actividad tanto diurna como nocturna, siendo mínima su actividad en los horarios cuando la temperatura es elevada (Figuras 17 y 18).

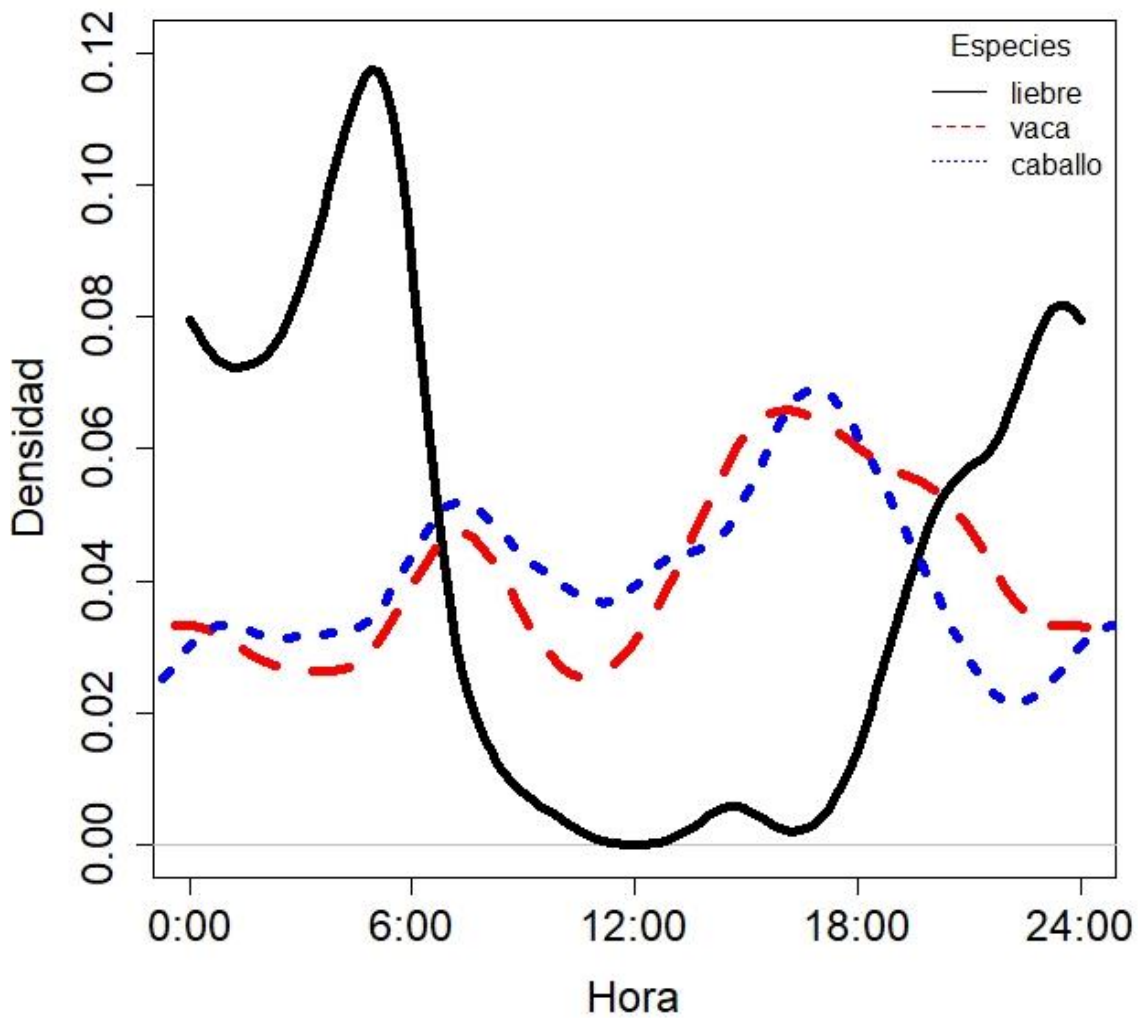


Figura 17. Actividad de la liebre de California (*Lepus californicus*), vacas (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).

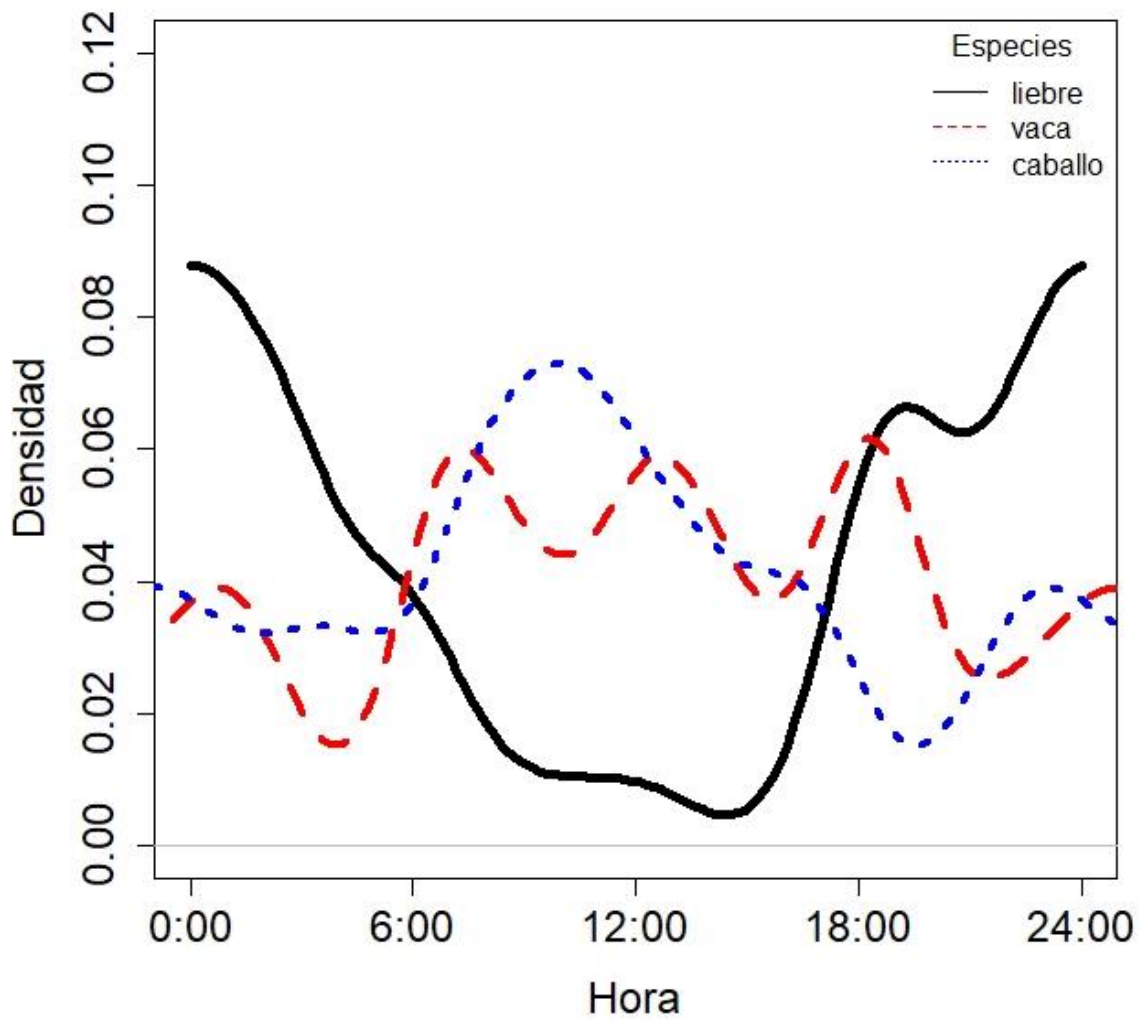


Figura 18. Actividad la liebre de California (*Lepus californicus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).

Por su parte, la zorra gris demostró una actividad con diferencias entre periodos, siendo evidente su predicción por la actividad nocturna y crepuscular en el periodo 2015-2016. Para el período 2018-2019, esta especie posee su mayor pico de actividad durante las horas de la noche (Figuras 19 y 20).

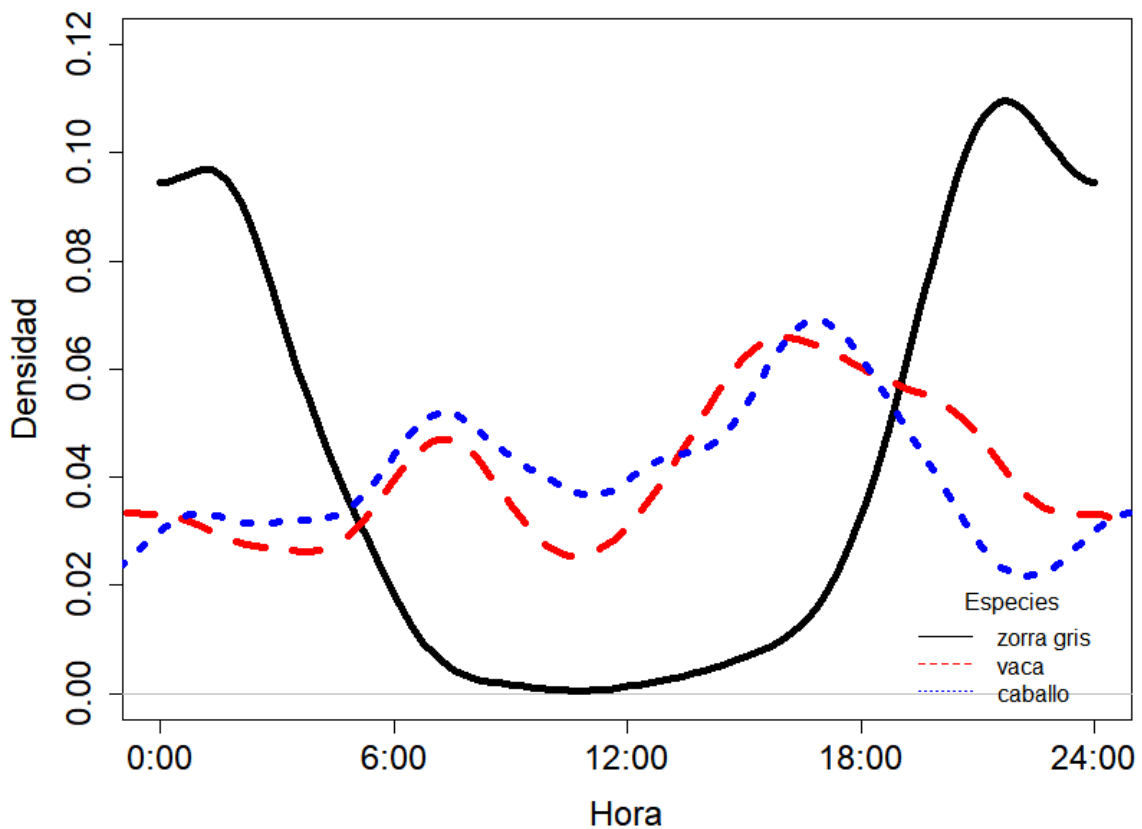


Figura 19. Actividad de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), vacas (*Bos taurus*) y caballos (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).

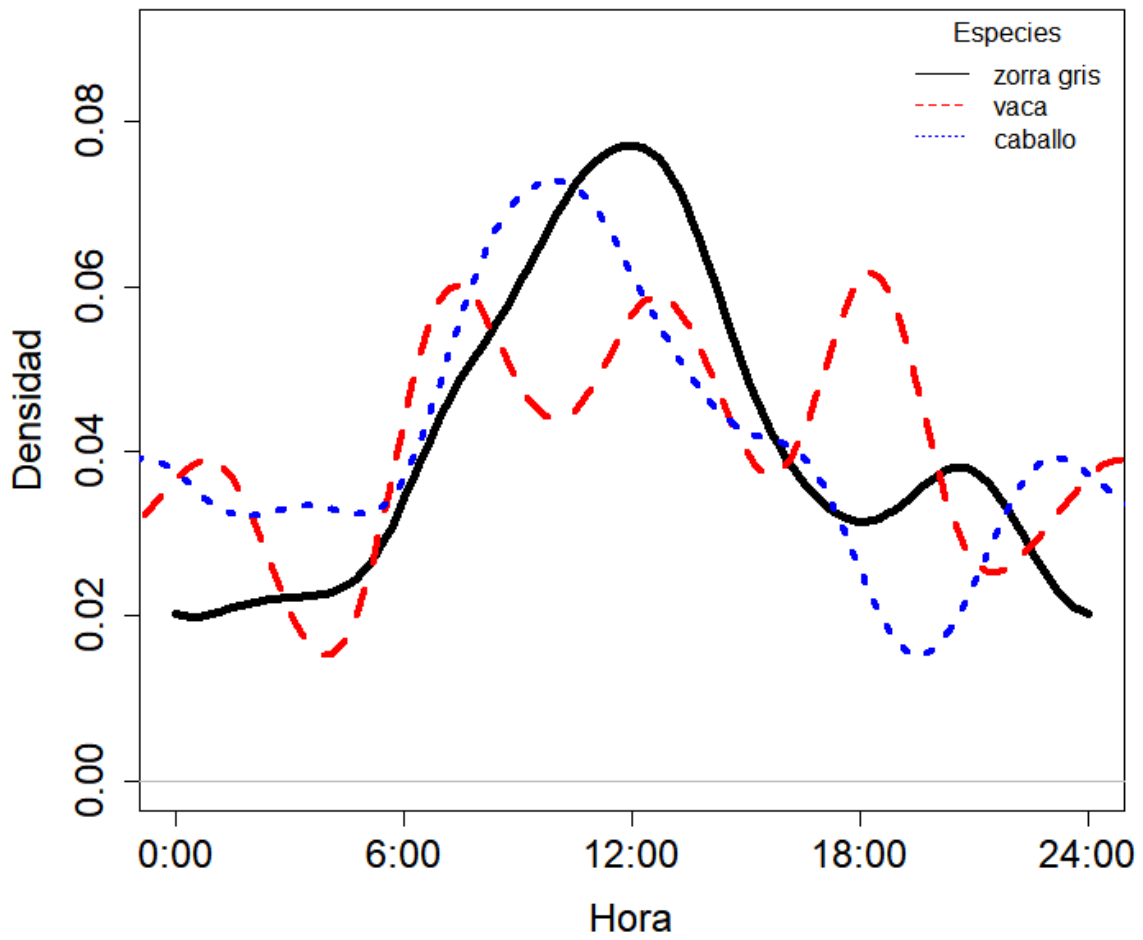


Figura 20. Actividad zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), vacas (*Bos taurus*) y caballos (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).

El coyote mantuvo su patrón de actividad catemeral en ambos periodos. En el periodo 2015-2016 presentó varios picos de mayor actividad en el día, empero en el periodo 2018-2019 su mayor actividad ocurrió cuando el ganado presentaba menor densidad (Figuras 21 y 22).

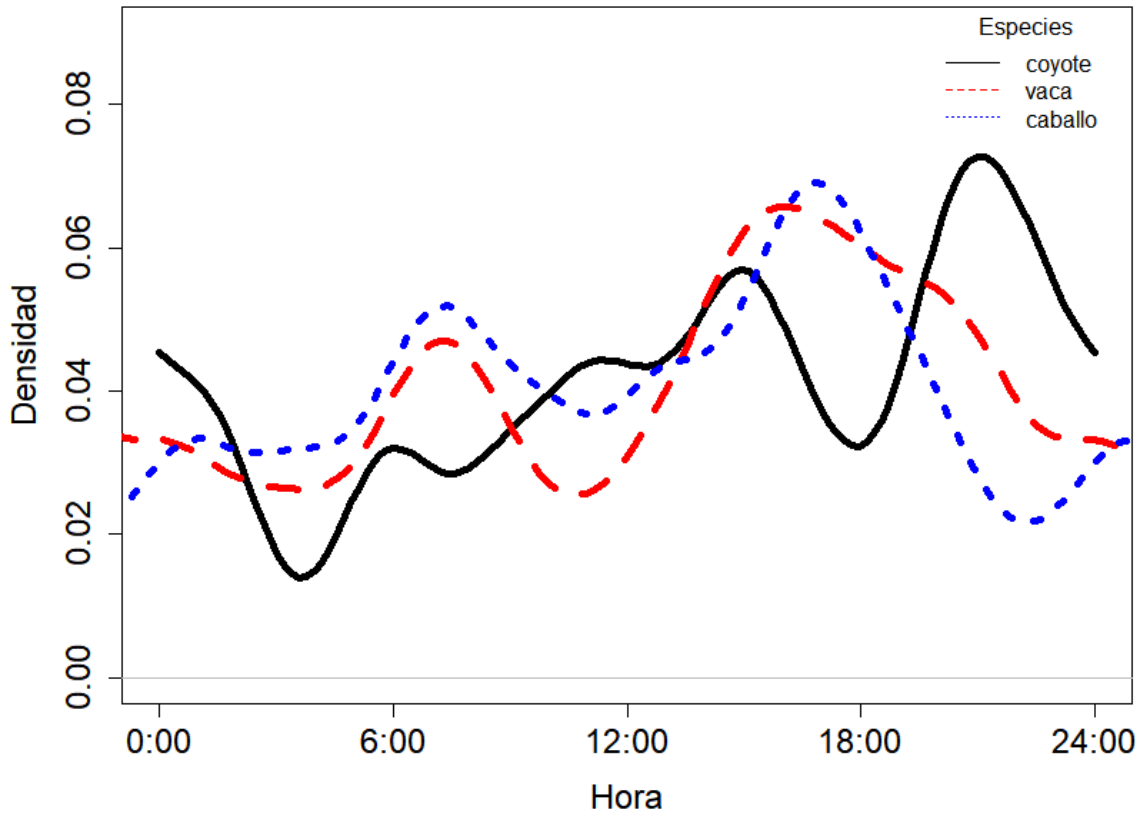


Figura 21. Actividad del coyote (*Canis latrans*), vacas (*Bos taurus*) y caballos (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).

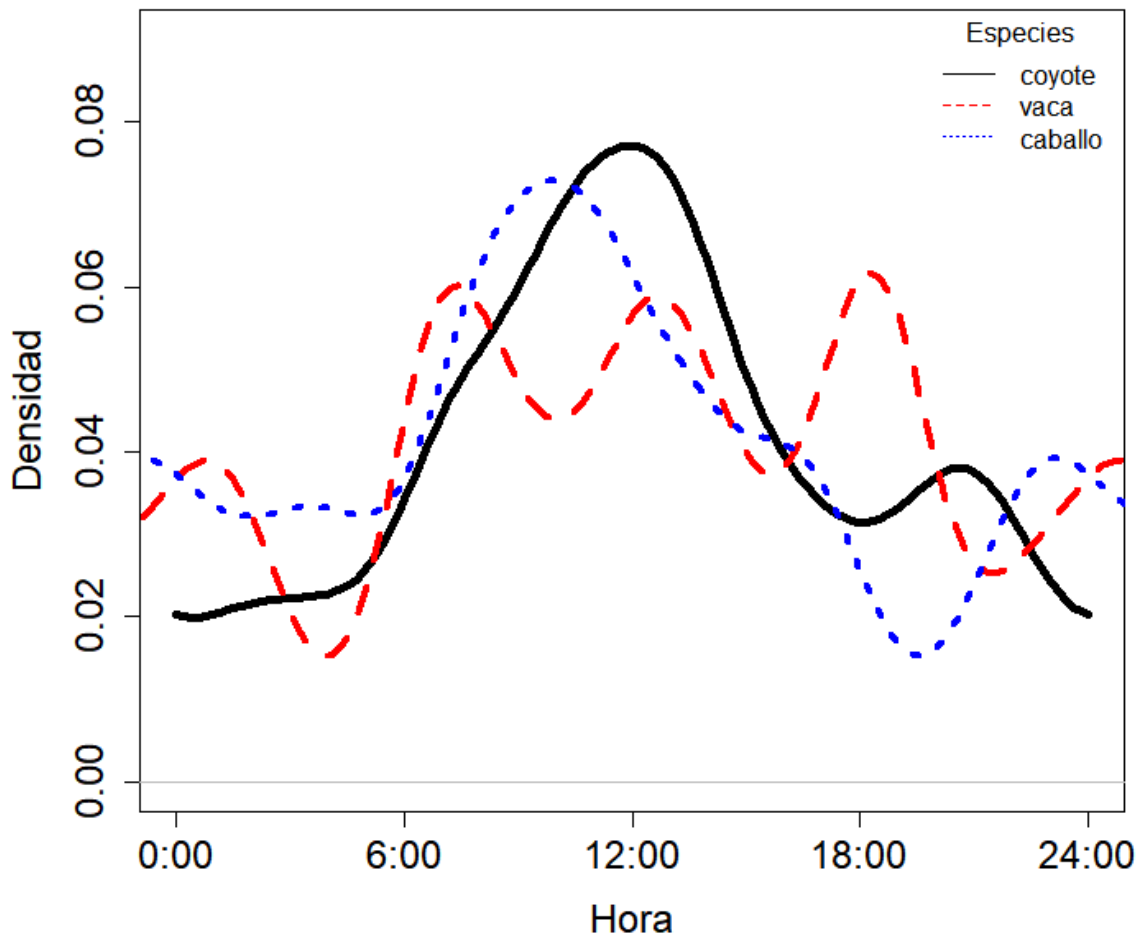


Figura 22. Actividad del coyote (*Canis latrans*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).

La actividad del gato montés mantuvo su actividad durante el día, pero en el periodo 2015-2016 aumentó durante la noche cuando la intensidad del ganado fue baja (Figura 23). En el periodo 2018-2019, el mayor pico de actividad se vio reflejado durante el día cuando la densidad del ganado fue menor, especialmente de vacas (Figura 24).

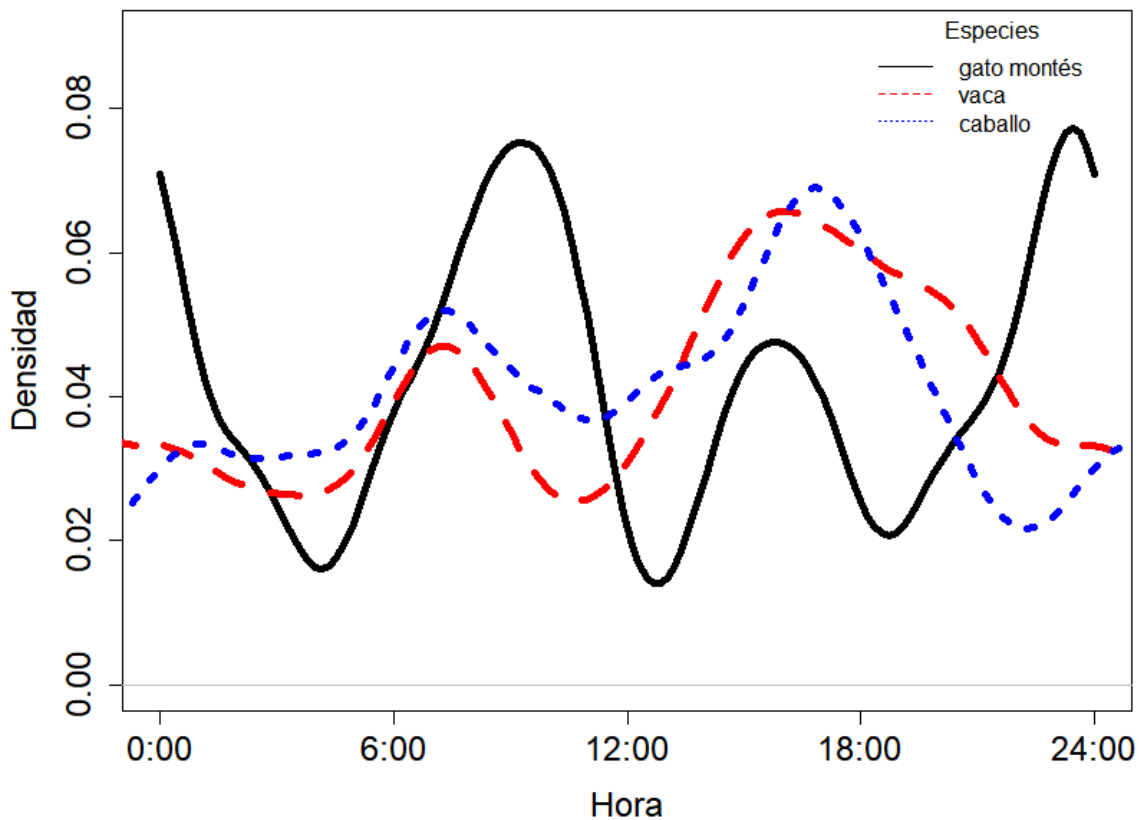


Figura 23. Actividad del gato montés (*Lynx rufus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).

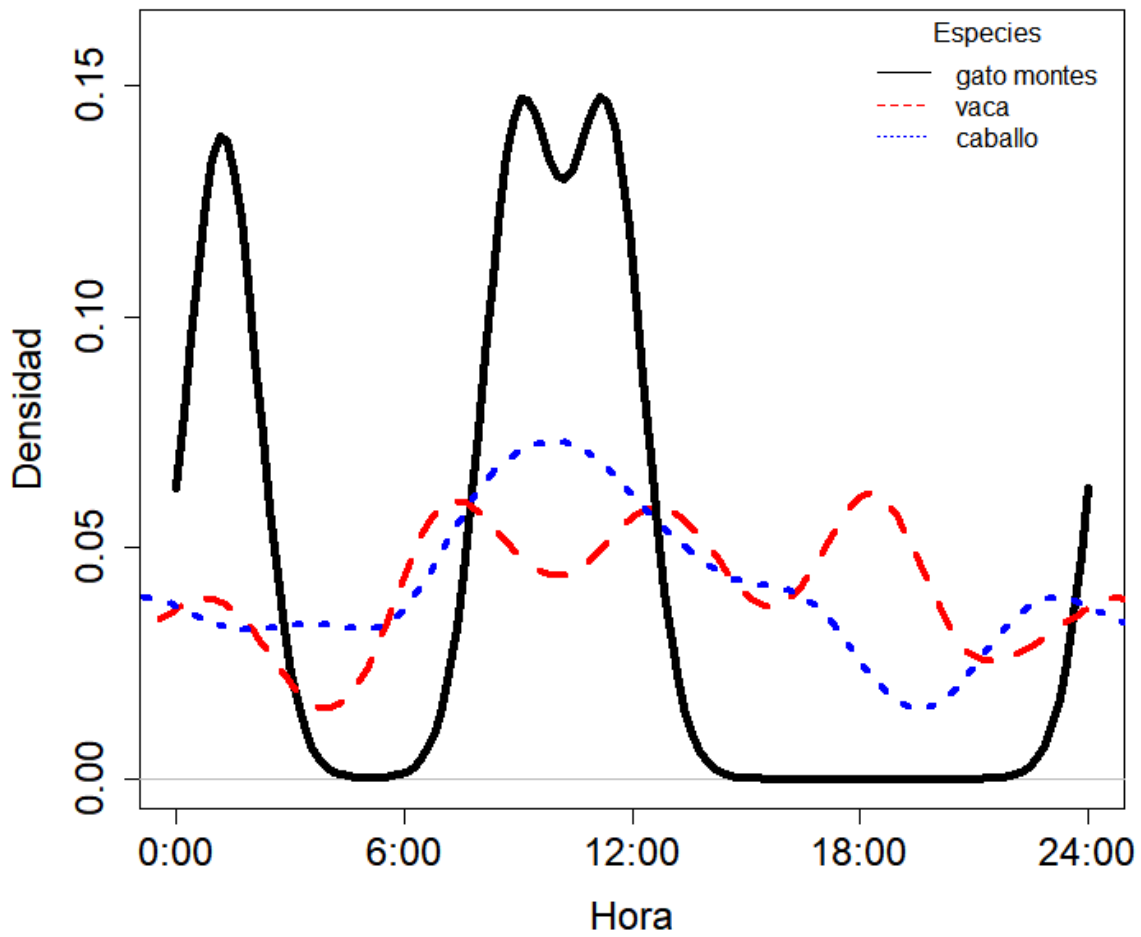


Figura 24 Actividad del gato montés (*Lynx rufus*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).

A pesar de que las siguientes especies nativas de baja densidad como el puma, zorrillo rayado y mapache tuvieron diferencias en sus patrones de actividad en los dos periodos de estudio, su detección ocurre cuando no hay presencia de ganado cerca o en el sitio (Figuras 25 a 29).

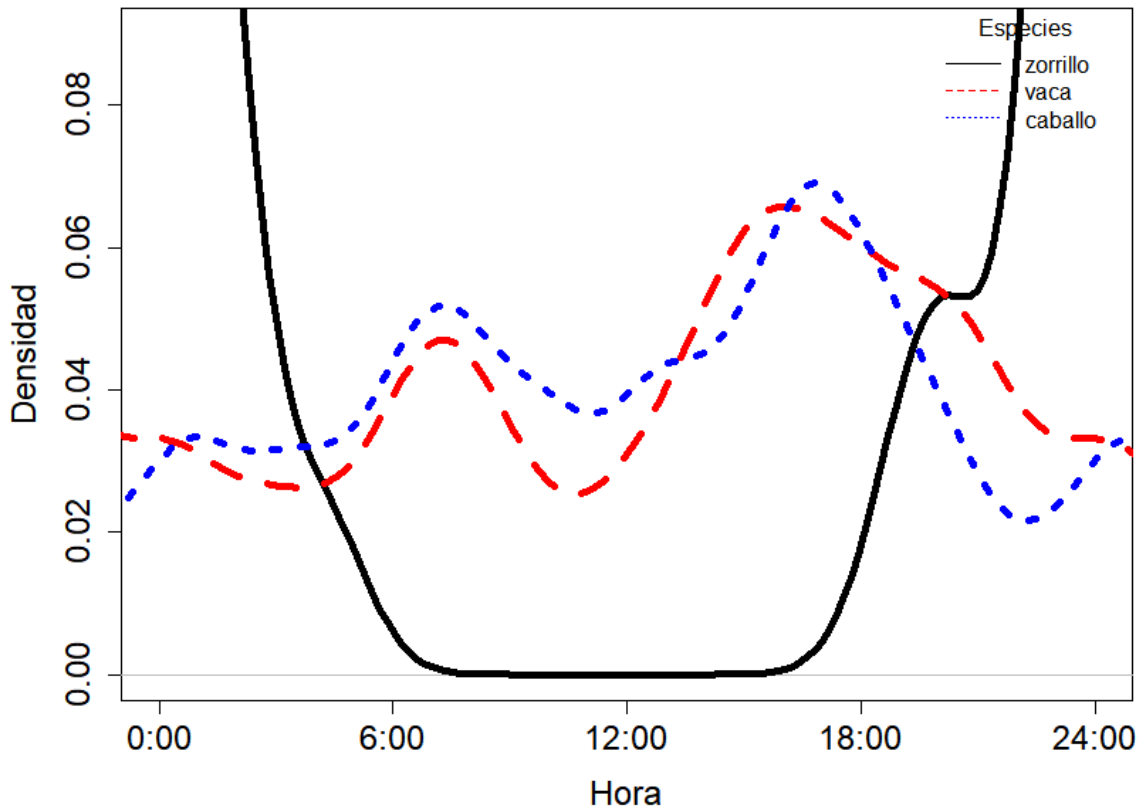


Figura 25. Actividad del zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).

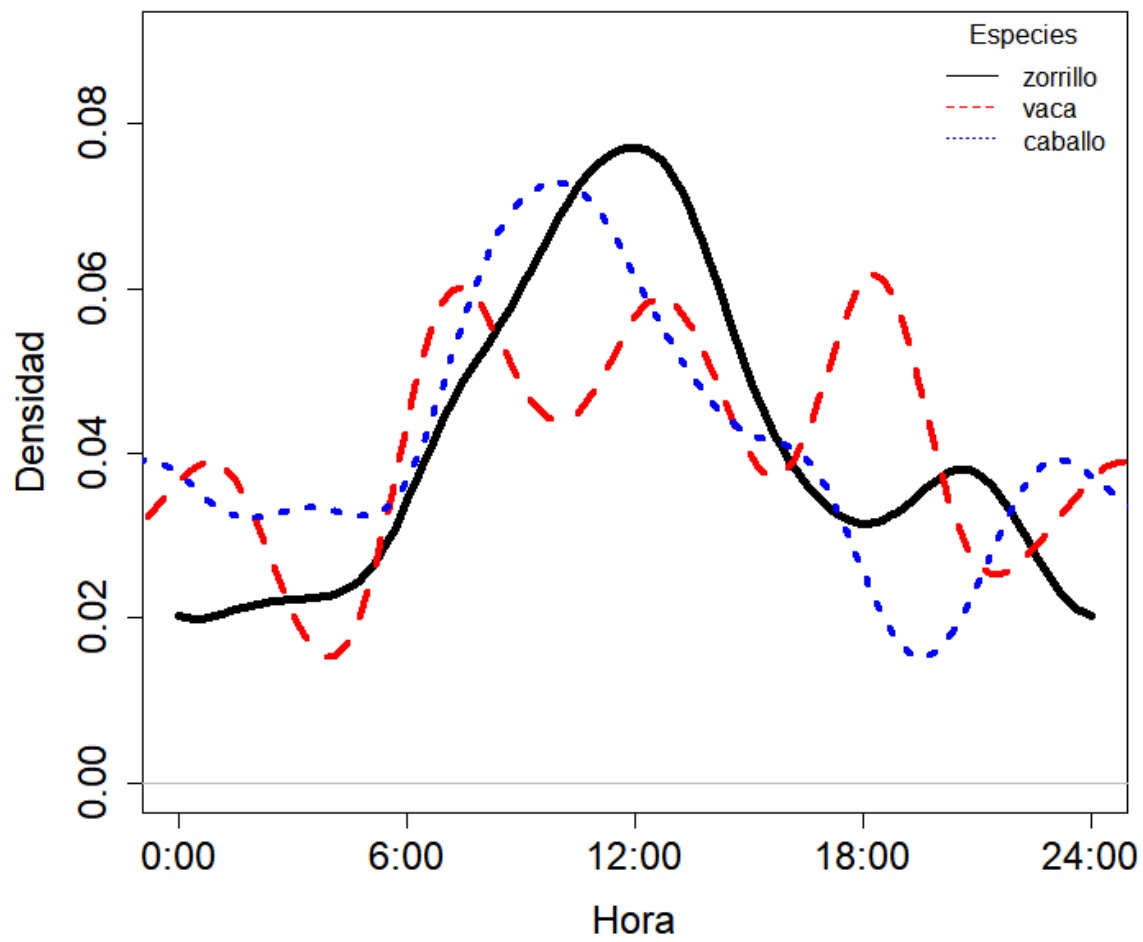


Figura 26. Actividad del zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*), vaca (*Bos taurus*) y caballos (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).

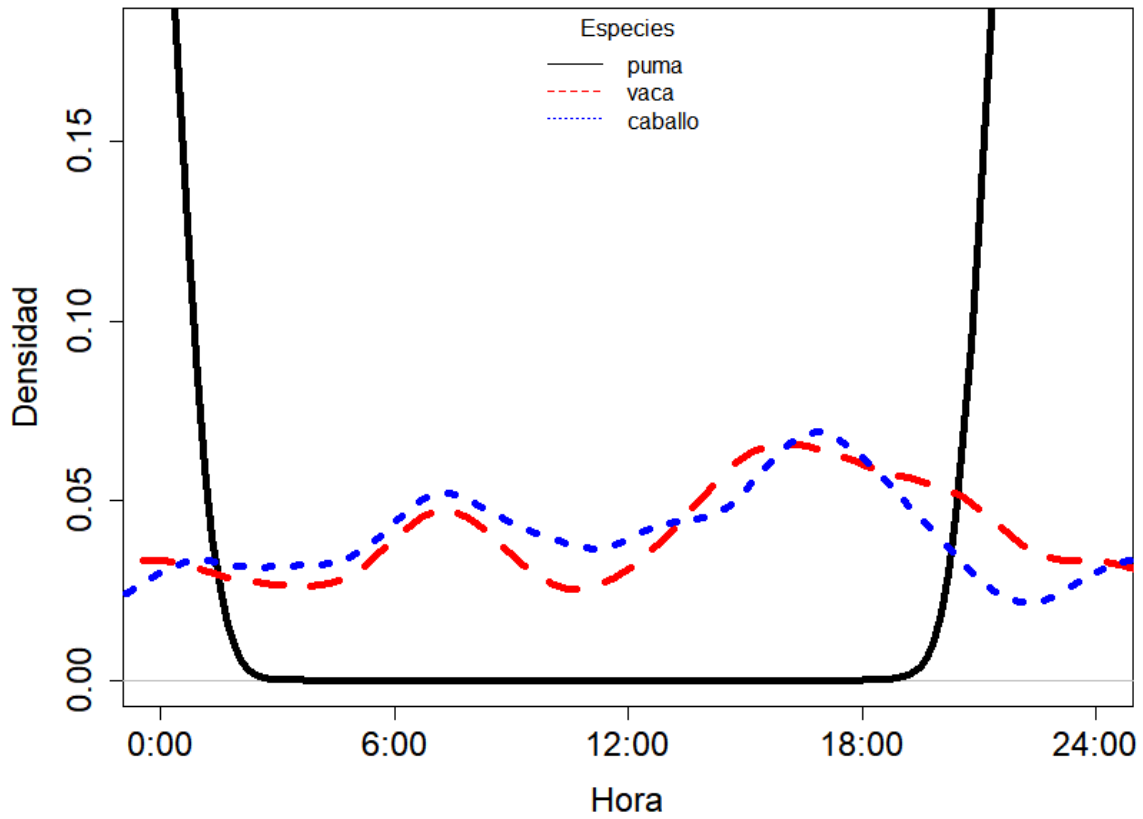


Figura 27. Actividad del puma (*Puma concolor*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).

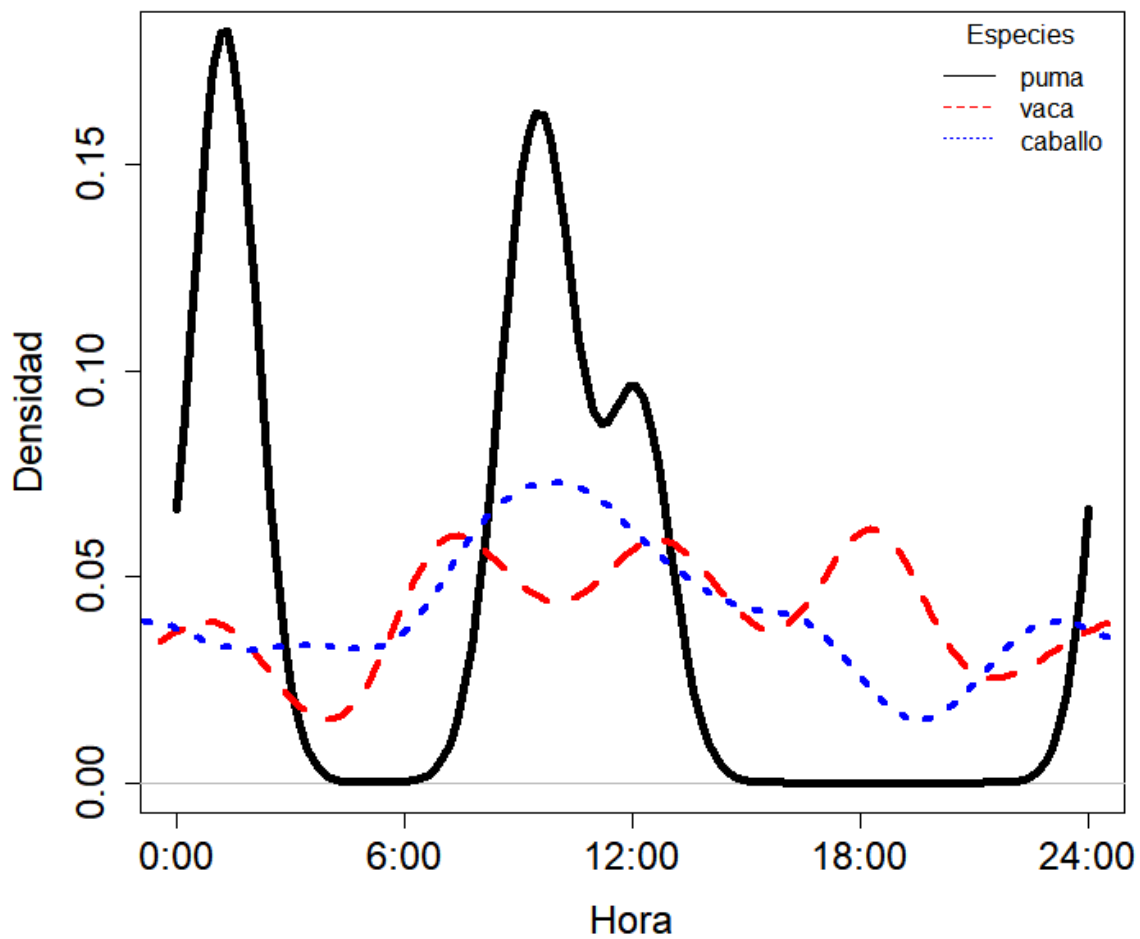


Figura 28. Actividad del puma (*Puma concolor*), vaca (*Bos taurus*) y caballo (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo alto (2018-2019).

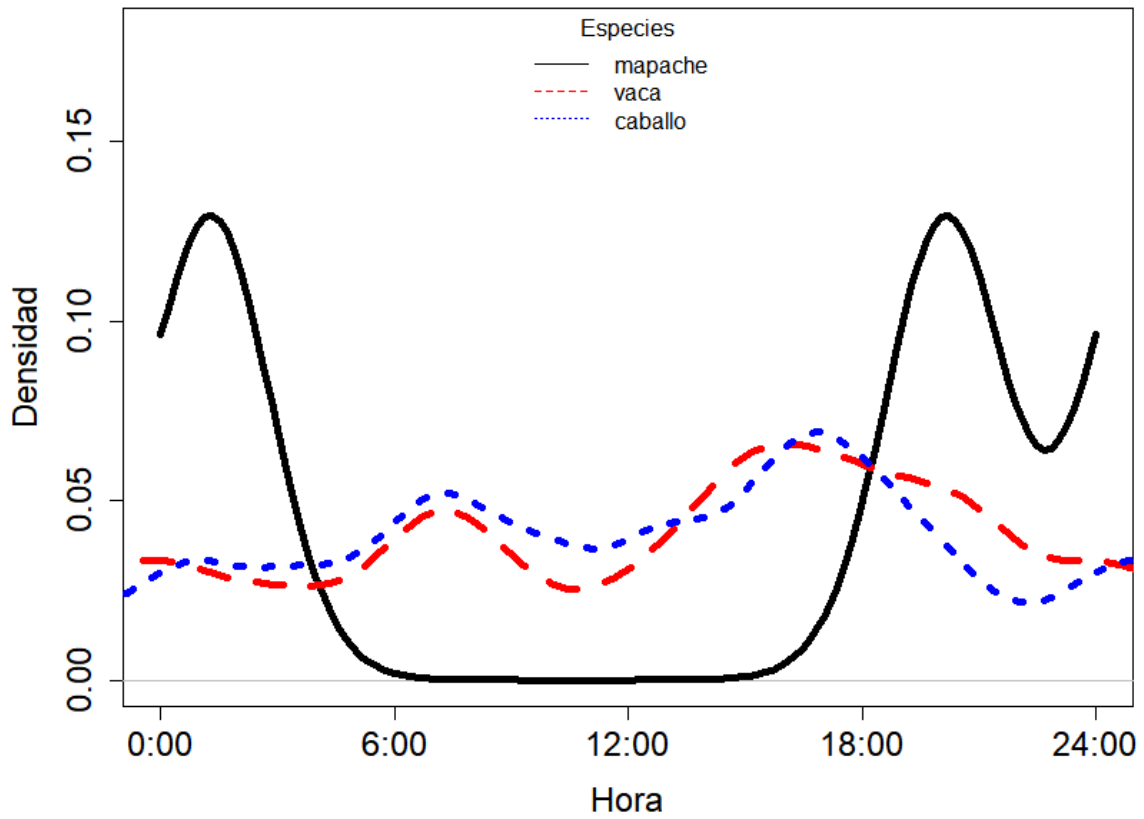


Figura 29. Actividad del mapache (*Procyon lotor*), vacas (*Bos taurus*) y caballos (*Equus caballus*), en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante intensidad de pastoreo bajo (período 2015-2016).

9.4 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes (ACP) para identificar la contribución de variables que explican la distribución y abundancia de mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, fue realizado de manera separada para el período de baja intensidad de pastoreo (2015-2016) y el período de alta intensidad de pastoreo (2017-2018).

Para el período de 2015-2016, los componentes 1 y 2 del ACP (Figura 30) explicaron de manera respectiva el 22.23% y 16.52% de la variación total observada. Las contribuciones de las variables para los componentes 1 y 2 se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Contribución de las variables ecológicas basadas en correlaciones de los componentes principales 1 y 2, en la pradera de La Grulla, Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante el periodo de baja intensidad de pastoreo (2015-2016).

Variable	Nombre completo	Componente 1	Componente 2
Mes	Mes	0.040045	0.688889
Año	Año	0.137634	0.615711
Temp	Temperatura °C	-0.459456	-0.581737
Precip	Precipitación mm	-0.479918	-0.495609
UA	Unidad Ambiental	0.148333	0.238504
Past	Pastoreo	-0.206109	-0.865193
E.cab	<i>Equus caballus</i>	-0.602641	-0.030065
C.lat	<i>Canis latrans</i>	0.578695	-0.324007
L.ruf	<i>Lynx rufus</i>	0.281109	-0.100172
H.sap	<i>Homo sapiens</i>	-0.169836	0.063622
L.cal	<i>Lepus californicus</i>	0.558739	-0.137254
B.tau	<i>Bos taurus</i>	-0.449963	-0.067683
O.hem	<i>Odocoileus hemionus</i>	0.593659	-0.155834
U.cin	<i>Urocyon cinereargentus</i>	0.664483	-0.370144
To. Exo	Total de individuos	-0.587290	0.009791
To.nat	Número de especies	0.755373	-0.307621
*To. Ind	Total de individuos exóticos	0.689815	-0.335554
*No. Esp	Total de individuos nativos	0.593507	-0.135674

Dentro del círculo de correlaciones durante el período 2015-2016 se dividió en cuatro cuadrantes para explicar las correlaciones que se formaron en cada sección (Figura 30). Dentro del cuadrante 1, se presentan las siguientes variables *Homo sapiens* y Total de individuos exóticos, donde la correlación entre ambas variables fue negativa, siendo una de las más fuertes (-0.349), ya que el hombre es el encargado de llevar el ganado a la pradera de La Grulla. El cuadrante número 2 está compuesto por las variables, mes, año y unidad ambiental, teniendo las variables de mes y año una fuerte correlación positiva entre sí (0.267), por su origen temporal. Unidad ambiental se observa que su correlación es muy baja.

Para el cuadrante 3 se tienen las siguientes variables: *Lynx rufus*, *Odocoileus hemionus*, *Canis latrans*, *Lepus californicus* y *Urocyon cinereoargenteus*, así como el Total de individuos, Total de especies, Total de nativos y Total de exóticos. Las variables más correlacionadas fueron O. hem y U.Cine con el Total de nativos; es decir, que al aumentar el número de especies nativas estas especies se veían relacionadas con su presencia.

Para el cuadrante 4 se tienen las siguientes variables, *Equus caballus*, *Bos taurus*, Precipitación, Temperatura y Pastoreo. En este cuadrante todas presentaron una correlación fuerte por grupos, menos la variable de pastoreo.

Hay que resaltar que en la figura 30 también se presentan correlaciones fuertes e inversas como podemos ver los cuadrantes 1,3 y 4 que muestran la relación inversa entre el grupo de las especies exóticas (Cuadrante 1 y 4) con los agrupamientos de variables de las especies nativas (Cuadrante 3), siendo el más evidente *B. taurus* con *U. cinereoargenteus* y *E. caballus* con *O. hemionus*; lo anterior significa una relación inversa, ya que cuando uno aumenta el otro disminuye. La mayor presencia de *Bos taurus* (vacas) en la pradera disminuye la presencia de *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris). De igual manera, la mayor presencia de *Equus caballus* (caballo) disminuye la presencia de *Odocoileus hemionus* (venado bura).

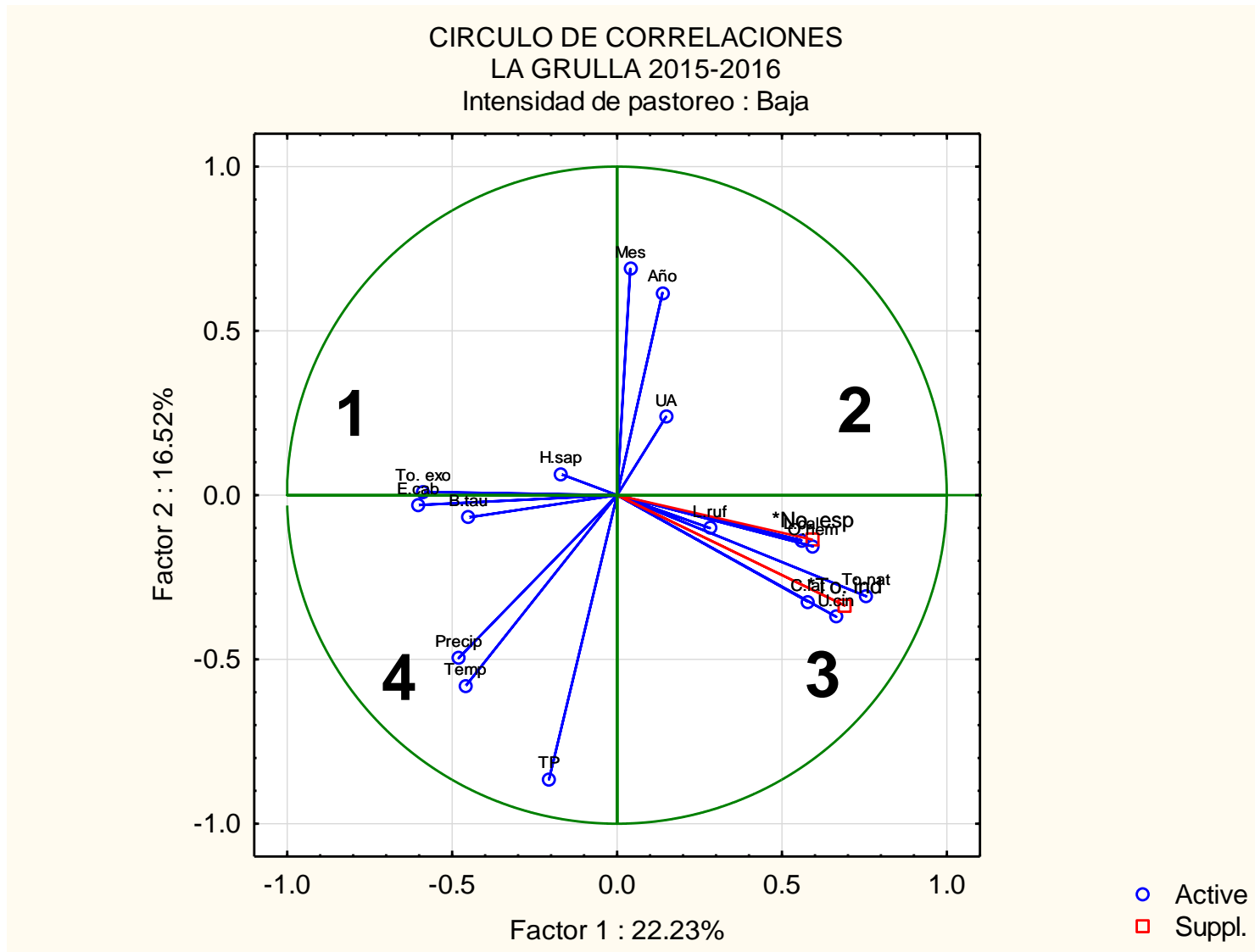


Figura 30. Círculo de correlaciones de variables ecológicas activas y suplementarias en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, durante el periodo de baja intensidad de pastoreo (2015-2016).

Para el periodo 2018-2019, el círculo de componentes principales explicó un porcentaje para el factor 1: 23.53% y el factor 2: 16.45 % de la variación total observada. Las contribuciones de los componentes 1 y 2 se observan en la tabla 3.

Tabla 3. Contribución de las variables ecológicas basadas en correlaciones de los componentes principales 1 y 2, en la pradera de La Grulla, Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México, durante el periodo 2018-2019.

Componentes principales 1 y 2 periodo 2018-2019

Variable	Nombre completo	Componente 1	Componente 2
Mes	Mes	-0.316239	0.766477
Año	Año	-0.437159	0.830229
Temp	Temperatura °C	-0.055350	0.441454
Precip	Precipitación mm	-0.320855	-0.179248
UA	Unidad Ambiental	0.096715	0.159099
Past	Pastoreo	-0.468765	0.703571
E.cab	<i>Equus caballus</i>	-0.653005	-0.139101
C.lat	<i>Canis latrans</i>	0.309463	0.432513
L.ruf	<i>Linx rufus</i>	0.463146	0.347107
H.sap	<i>Homo sapiens</i>	-0.305286	-0.057495
L.cal	<i>Lepus californicus</i>	0.468461	-0.039059
B.tau	<i>Bos taurus</i>	-0.665924	0.046253
O.hem	<i>Odeocoleus hemionus</i>	0.496736	0.301376
U.cin	<i>Urocyon cinereargentus</i>	0.572753	0.185704
To.exo	Total de individuos	-0.701385	0.023128
To.Nat	Número de especies	0.761072	0.384900
*To.Ind	Total de individuos exóticos	-0.188716	0.262614
*No.esp	Total de individuos nativos	0.522347	0.372330

Para este periodo se describe el círculo de componentes principales (Figura 31) para cada uno de los cuadrantes. En el cuadrante 1 tenemos las siguientes variables: Pastoreo, año, mes, temperatura, total de individuos, aquí observamos una fuerte correlación entre las variables Pastoreo, año, mes, *Bos taurus* y Total de exóticas. En el cuadrante 2 se observa la agrupación de las especies nativas, con el número de especies y la unidad ambiental, teniendo una correlación fuerte *Lynx rufus* con *Odocoileus hemionus*. Para el cuadrante 3 se tiene a *Equus caballus*, *Homo sapiens* y la precipitación. Donde *Equus caballus* está inversamente relacionada con *Odocoileus hemionus*. Finalmente, en el cuadrante 4, solo se tiene la variable *Lepus californicus* con una fuerte correlación inversa con el pastoreo por *Bos taurus*.

En este escenario de interacciones en los cuadrantes se sigue manifestando la tendencia de formar grupos por separado para especies nativas y especies exóticas.

CIRCULO DE CORRELACIONES
 LA GRULLA 2018-2019
 Intensidad de pastoreo : Alto

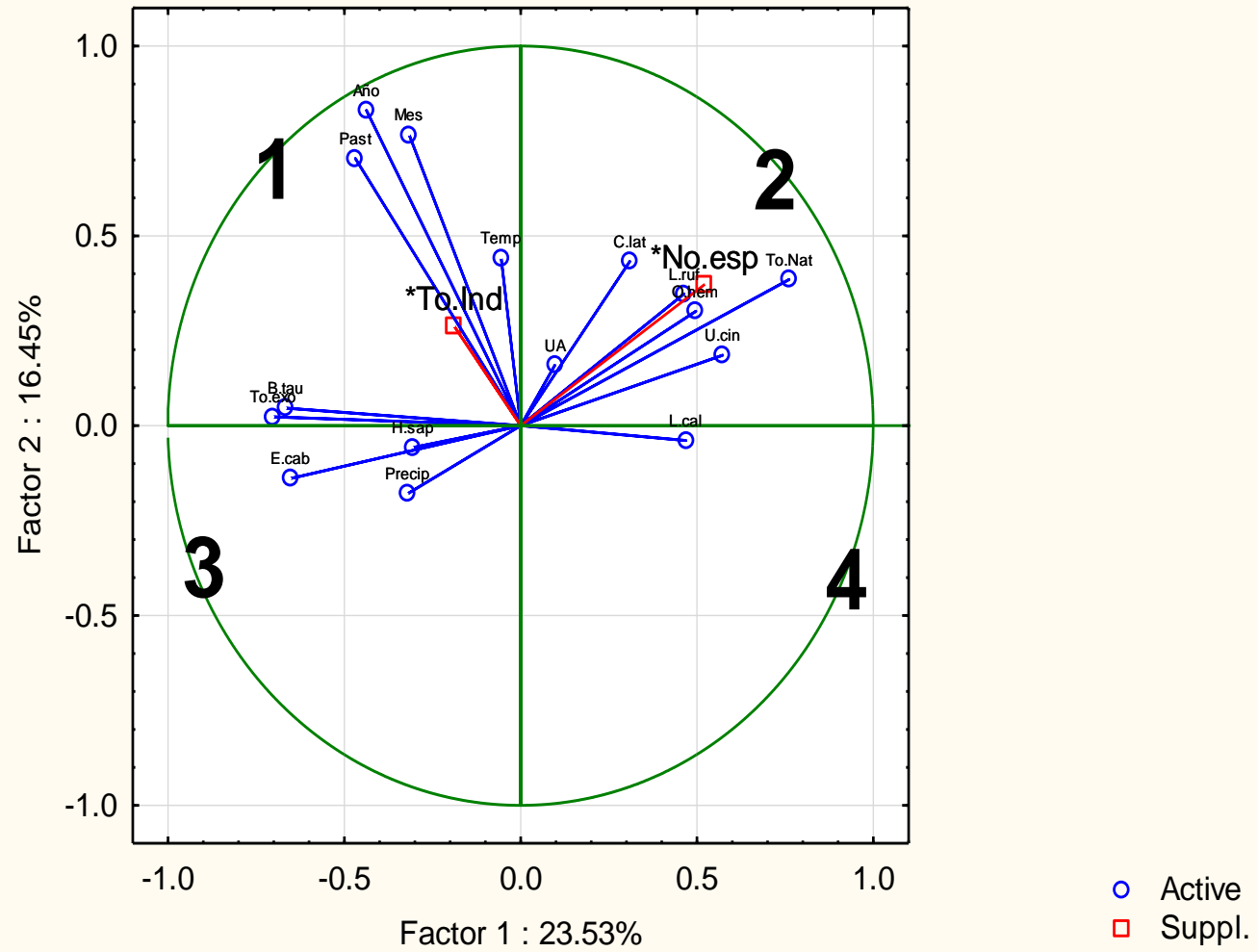


Figura 31. Círculo de correlaciones de variables ecológicas activas y suplementarias en la pradera de La Grulla, Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, durante el periodo de alta intensidad de pastoreo (2018-2019).

9.5 Evaluación hábitat

La evaluación de hábitat se llevó a cabo con fotografías tomadas de la zona de estudio (Anexo 2), así como de las características cualitativas de cada sitio. Como resultado de la evaluación del hábitat, se obtuvieron los valores de cada sitio de acuerdo al esquema que se ofrece en el Anexo 3, y sus resultados obtenidos en la tabla 4.

En la figura 32 observamos que los sitios SSPMG10 y SSPMG16 tienen valores altos, estos valores asignados a los atributos son importantes para la conservación ya que son críticos para una población, especie, comunidad o ecosistema funcione y permanezca temporal y espacialmente (WWF, 2007). Por lo que es importante dar prioridad a estos sitios para su conservación a corto plazo. Igualmente, los sitios con importancia media nos indican el valor de mantener el sitio en general.

Tabla 4. Evaluar de importancia de los siete sitios evaluados de la pradera de La Grulla, durante el periodo 2017-2018.

Sitio	Presencia de especies exóticas	Pisoteo, alimentación y defecación en cuerpos de agua (Severidad)	Transformación de hábitat (Cercado, construcciones)	Presencia de Fauna Silvestre (Valor como herramienta y carisma)	Cobertura de vegetación Pastizal	Presencia de Endemismo	Valor	Importancia
SSPMG02	2	2	1	2	2	0.5	9.5	Media
SSPMG05	2	0.5	0.5	2	2	4	11	Media
SSPMG08	2	0.5	0.5	2	2	1	8	Media
SSPMG10	2	4	4	2	1	1	14	Alta
SSPMG16	4	4	4	2	1	4	19	Alta
SSPMG17-1	2	2	2	2	1	0.5	9.5	Media
SSPMG18	1	1	1	2	1	0.5	6.5	Media

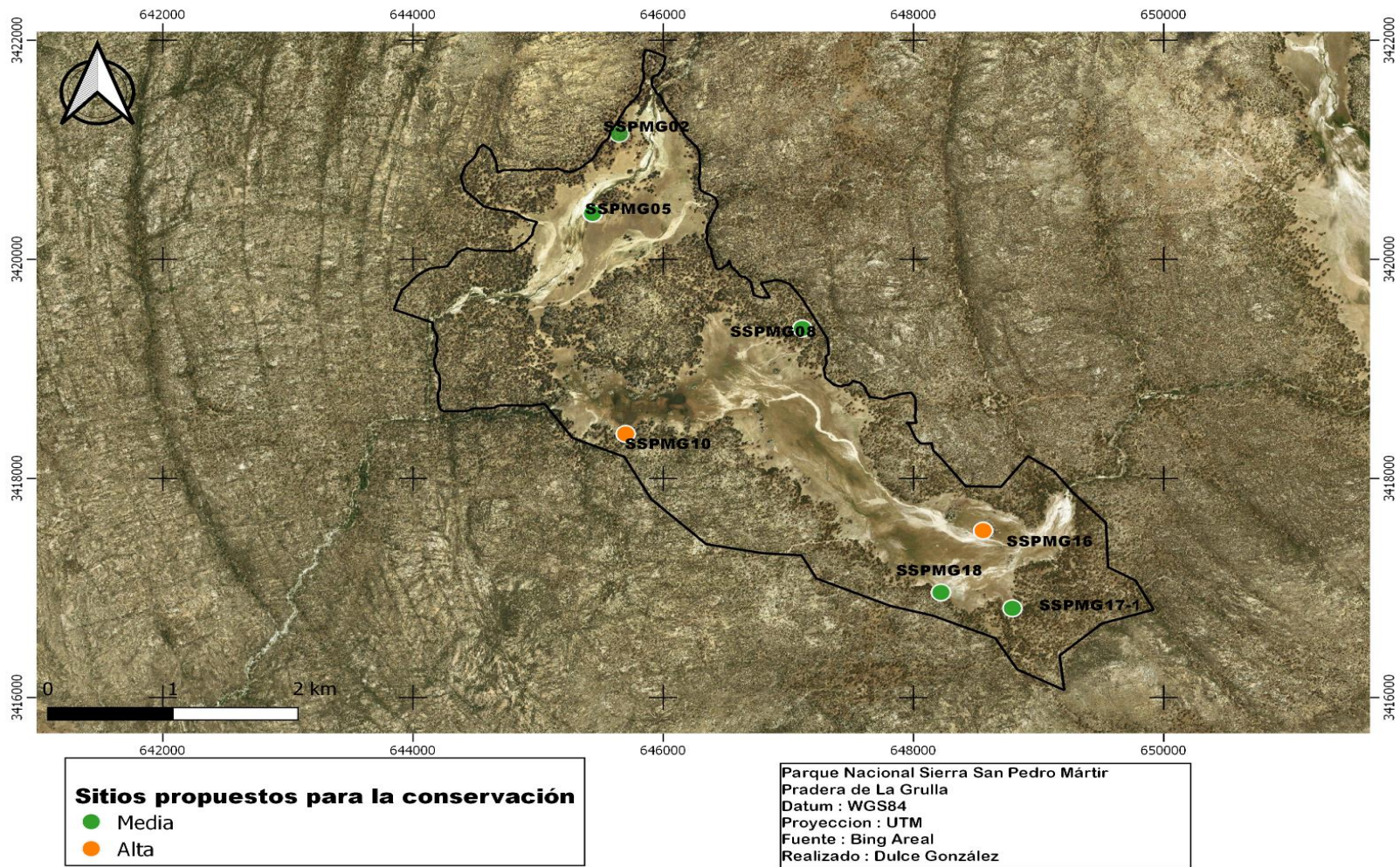


Figura 32. Sitios propuestos para la conservación pradera de La Grulla, Parque Nacional San Pedro Mártir.

Dentro de los sitios propuestos para la conservación con importancia alta son los sitios SSPMG16 y SSPMG10, en los cuales se demuestra el alto impacto en el hábitat por efecto del sobrepastoreo por el ganado (Figura 33). El área de la pradera de la Grulla sufrió un impacto en la cobertura del pastizal debido al intenso sobrepastoreo por ganado en el año 2018 (Figura 33), lo cual es evidente cuando lo comparamos con las imágenes de ese mismo lugar en el año de 2017, donde muy poco ganado estuvo presente (Figura 34).

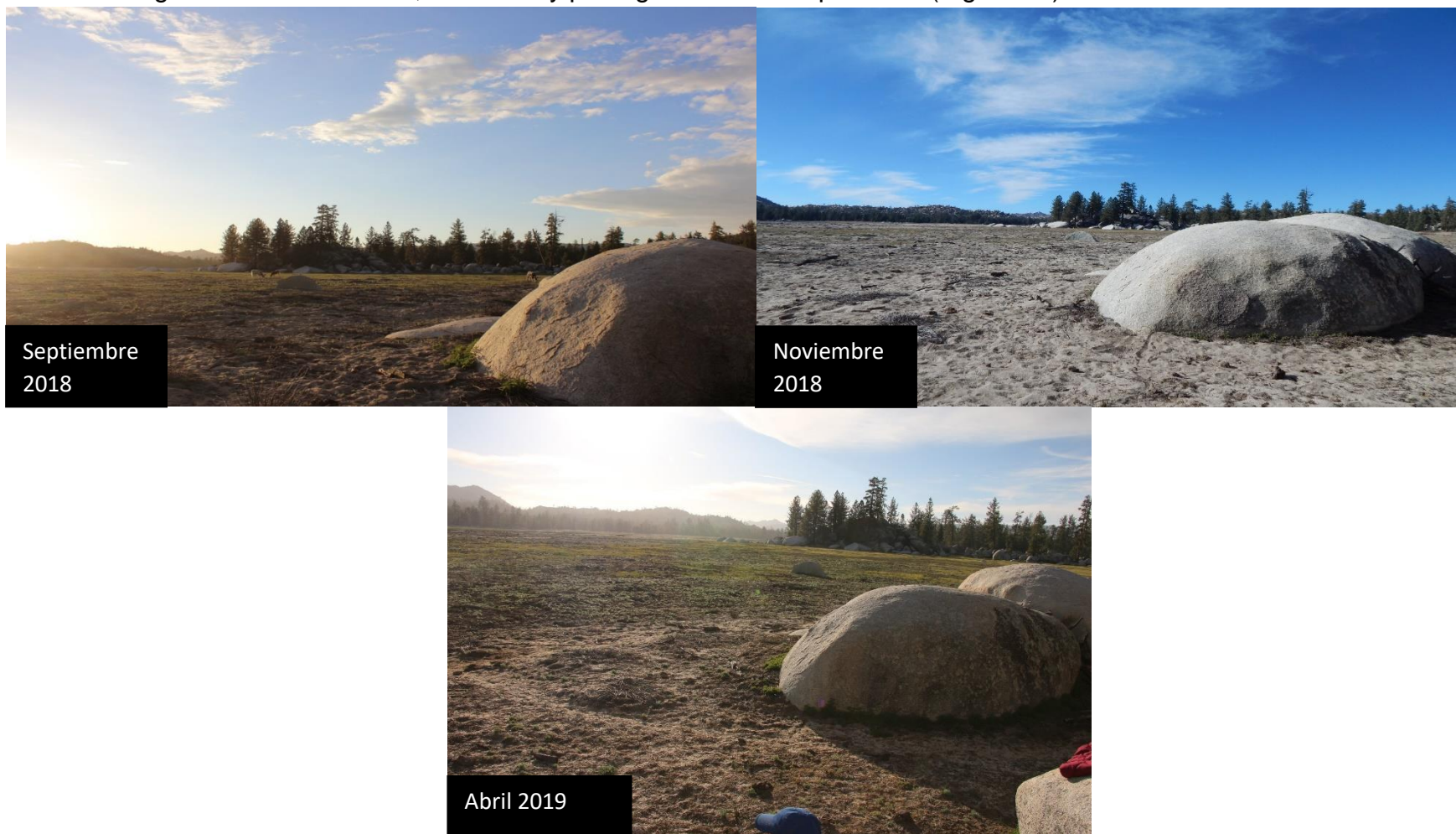


Figura 33. Fotografías del sitio SSPMG16 en la pradera de La Grulla, en diferentes periodos del año 2018-2019.



Figura 34. Comparación de fotografías tomadas con dron en los años 2017 y 2018 en la pradera de La Grulla. Fotografías tomadas por Aldo A. Guevara Carrizales.

X. Discusión

10.1 Distribución y abundancia de mamíferos medianos y grandes

En este estudio se identificaron ocho especies de mamíferos medianos y grandes para la pradera de La Grulla, durante el periodo de baja intensidad de pastoreo en 2015-2016, y siete especies durante aquél de alta intensidad de pastoreo en 2017-2018, siendo el venado bura (*Odocoileus hemionus*) el de mayor índice de abundancia relativa (IAR). La alta incidencia de este cérvido en el área de estudio se explica por los recursos que brinda este biotopo de pradera como fuente alimento, agua y zona de reproducción y crianza, factores que resultan importantes para la presencia de venado bura en este sitio (Ezcurra y Gallina, 1981).

En este contexto, en la temporada de 2018-2019, cuando el ganado y la presencia e intensidad de pastoreo fue más alta, la abundancia relativa del venado bura (*Odocoileus hemionus*) disminuyó marcadamente. Es importante destacar la relación inversa que tiene el venado bura con el incremento del ganado en la pradera de La Grulla, ya que el venado bura evita la coexistencia sincrónica con el ganado en las áreas de forrajeo. De esa manera, tanto el venado bura como el ganado, especialmente vacas (*Bos taurus*), poseen horarios diferentes de pastoreo en la pradera, evitando así un traslape en el uso de recursos. En sitios con alto efecto de sobrepastoreo por ganado vacuno, especialmente en zonas cercanas a cuerpos de agua, puede llegar a comprometer la densidad poblacional del venado bura (Leopold, 1977). Esto también puede ser explicado por la competencia que existe por el alimento y espacio, mientras sea alto el número de cabezas de ganado presente en sitio, los venados tienden a disminuir su presencia y abundancia relativa en el sitio.

Los resultados obtenidos en el presente estudio en la pradera de La Grulla son concordantes con aquéllos de Galindo-Leal y Weber (1998), quienes concluyen que el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Sierra Madre Occidental, modifica su comportamiento ante las actividades humanas, ganaderas y cultivos. Teniendo hábitos de tipo más nocturno, evitan áreas abiertas, volviéndose más solitarios y

evasivos, ya que asocian al ganado con el humano. A pesar de que no se trata de la misma especie, tienden al mismo comportamiento.

En comparación con otros estudios de fototrampeo realizados en la región norte del PNSSPM, por Prieto-Valles en el 2011-2013, donde se registraron diez especies de mamíferos medianos y grandes, se encontró con mayor frecuencia el coyote (*Canis latrans*) por ser un área con otro tipo de vegetación y debido que en esa ocasión hubo baja frecuencia del puma (*Puma concolor*), siendo este un competidor directo del coyote. Aunque el coyote es una de las especies que suelen adaptarse rápidamente al cambio provocado por el hombre, el presente estudio mostró diferencias ante la intensidad de ganado en el sitio.

Benton et al. (2013) sugieren que la actividad de los carnívoros depredadores puede estar influenciado por la actividad de su presa. En el caso del coyote, su actividad tanto diurna como nocturna, fue mayor cuando el ganado no estaba presente lo que favoreció a una mayor presencia de venados, principal presa de los coyotes en el área.

Estudios llevados a cabo por Neale y Sacks (2001), demuestran que el coyote prefiere presas grandes, el gato montés consume predominantemente presas pequeñas y su actividad fue tanto de día como de noche, en el caso de la zorra gris comparten la alimentación por los frutos con el coyote y presentó una actividad nocturna-crepuscular.

De la misma forma en un estudio de monitoreo de carnívoros medianos y grandes en el PNSSPM durante 2017, realizado por personal del mismo parque nacional, se identificó como la especie con mayor IAR a la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

En cambio, en este estudio realizado en el PNSSPM por la técnica de fototrampeo nos indican que los registros con menor frecuencia o IAR son correspondientes al puma (*Puma concolor*), un resultado similar al obtenido por Prieto-Valles (2014) en la zona norte del PNSSPM. La baja incidencia de puma en la pradera de La Grulla se puede deber a la presencia del ganado y de humanos en la zona de estudio ya que solo fue registrado en la temporada baja de pastoreo, siendo su actividad de día o de noche, pero esquivando cualquier sitio donde detecta actividad humana (Aranda, 2015).

Dentro de los registros raros y que solo se obtuvieron una vez durante el periodo 2015-2016 fue aquél del mapache (*Procyon lotor*), el cual fue detectado en una de las cámaras trampa dentro del bosque. En el período 2017-2018 y en un sitio cercano a la pradera de La Grulla, no fue detectada la presencia de este prociónido, concordante con la temporada alta de pastoreo por ganado.

Otra de las especies con mayor índice de abundancia relativa fue la liebre de California, con una actividad diurna-nocturna pero que disminuye su actividad ante la presencia del ganado, presentando mayor actividad por la noche. Esta especie muestra una menor frecuencia de detección en contraste con el estudio de Prieto-Valles (2014) y el monitoreo de carnívoros en la zona norte del PNSSPM. Se conoce que las actividades de esta especie son regidas por factores ambientales en zonas áridas y semiáridas, ocurriendo la época de lluvia durante la estación de verano. Esta última variable ambiental es importante para la liebre de California para fines de reproducción, alimentación de crías y cobertura para su protección (Portales-Betancourt et al., 2012).

De este modo, el índice de abundancia relativa (IAR) para las especies de mamíferos medianos y grandes detectados mediante fototrampeo en la pradera de La Grulla, en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, durante dos períodos diferenciales de actividad de pastoreo por ganado (2015-2016: baja intensidad; y 2018-2019: alta intensidad), determinó que existen diferencias en la composición y abundancia de las especies entre ambos períodos de estudiados.

Del mismo modo, para las otras especies de menor tamaño, se observa una diferencia en sus IAR, dependiendo de la intensidad de pastoreo, marcando un patrón importante para el manejo del sitio y la cantidad de cabezas de ganado que puede llegar a estar en el sitio sin control aparente. Para el año 2000 se reportó en la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAGAR) que en uno de los ejidos cercanos al PNSSPM, el Ejido Bramadero, un registro total de 7,000 cabezas (Bueno, 2001), por lo que es importante tener en cuenta la capacidad de carga del sitio.

Finalmente, las especies con menos menor IAR fueron el puma, zorrillo rayado y mapache. Estas especies fueron observadas durante periodos en los cuales la cantidad de ganado era menor o nulo en la pradera de La Grulla. La presencia del puma tiene

una importancia ecológica relevante debido a que es una especie indicadora del estatus del hábitat y como especie sombrilla, por lo que su conservación puede llegar a favorecer a especies de menor nivel trófico (Miller et al., 1999; Gittleman et al., 2001).

Respecto al análisis de componentes principales se identificó variables ecológicas como: mes, año, temperatura, precipitación, así como la temporada de pastoreo y cada una de las especies nativas y exóticas presentes, fue esta última la que presentó una correlación inversa en cada periodo, confirmando la baja presencia de especies mamíferos nativos ante la actividad de ganadera y antrópica. Esta tendencia no tuvo diferencia entre periodos por la intensidad del pastoreo. Las variables que mostraron una correlación fuerte fueron año, mes, pastoreo y *Bos taurus*; indicando que la presencia de esta especie exótica llega a modificar el comportamiento de las especies nativas, es decir, cuando uno aumenta el otro tiende a disminuir. En este sentido, especies como el puma (*Puma concolor*) tuvo un IAR bajo y solo estuvo presente durante el periodo invernal y de lluvias del 2015-2016 y 2018-2019, cuando el ganado había sido retirado de la pradera de La Grulla. Según Bock et al. (2011), el pastoreo es el principal factor que afecta la estructura y función de los pastizales áridos. Por lo que la importancia de esta variable al estudio y su fuerte correlación es un dato importante a considerar.

Trabajos realizados sobre los hábitos alimenticios del puma sobre todo en la zona norte del PNSSPM, concluyeron que estas zonas tienen una alta frecuencia en el consumo de vacas y equinos, pero en la zona centro no se tuvo evidencia de este patrón ya que el puma prefirió usar el sitio después de la temporada de pastoreo.

Los horarios de actividad de las especies nativas nos indican que su comportamiento en sus patrones varía ante la intensidad y pastoreo del ganado, el caso del venado cola blanca que es la especie con más estudios respecto a su comportamiento y hábitat, Ezcurra y Gallina (1981), mencionan que ante la presencia del ganado pueden modificar su intensidad de forrajeo y sus ámbitos hogareños originales. El venado bura al ser un cérvido tiende al mismo comportamiento que el venado cola blanca. Y es visto en grupos de mayor tamaño cuando el ganado no está presente o disminuye en el caso de la pradera de la Grulla. Los factores determinantes para la distribución y abundancia

del venado bura es la competencia por alimento, agua y sombra con el ganado (Weber y Galindo, 2005).

En el periodo 2018-2019 se presentó una mayor intensidad de pastoreo por el ganado a diferencia del periodo 2015-2016. La mayor intensidad de pastoreo disminuyó la cobertura y biomasa del pastizal. Es bien conocido que el pastoreo extensivo tiene influencia directa sobre el ciclo del agua alterando los mecanismos de infiltración y retención, siendo ampliamente documentada en el centro y sur de Europa, Asia Central, África, América del Sur, Estados Unidos de América y Australia, así como la compactación del suelo debido a la carga ganadera (Steinfeld et al., 2009; Ruiz-Campos, 2017).

10.2 Evaluación de uso y calidad del hábitat

Referente a los patrones de actividad de las especies de mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla, en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, hubo diferencias dependiendo nuevamente de la intensidad de pastoreo ya sea baja o alta. Especies como el venado bura, que, si bien utiliza el sitio para alimentarse y descansar, también es importante denotar que su abundancia relativa se incrementó en las zonas cercanas a los cuerpos de agua sin presencia de ganado.

El venado bura es una de las especies de mamíferos que más se registraron en la zona de estudio, por lo que para fines de manejo es importante conocer la relación que tiene con el ganado, estableciendo acciones que eviten la competencia entre estos individuos. Dentro del PNSSPM se han realizado diferentes estudios sobre el venado bura sobre todo en la zona norte, por lo que este estudio en la zona centro en la pradera de La Grulla, confirma que el ganado y el venado bura comparten los mismos eventos estacionales; durante el verano ambos mamíferos se alimentan principalmente de hierbas y pastos, esto puede llegar a disminuir la cantidad de alimento para las venadas y sus crías, afectando también sus patrones de actividad en la zona (Salmón, 2006).

Morrison et al. (1992) definieron al hábitat como el área donde convergen los recursos y condiciones ambientales que promueve la ocupación de una especie dada para su

sobrevivencia y reproducción en un sitio. Es por el que la evaluación de los sitios es una herramienta importante de manejo y conservación para las áreas naturales protegidas, que, en este contexto para el área de pradera de La Grulla en el Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, se determinaron dos sitios (SSPMG10 y SSPMG16) que alcanzaron el puntaje más alto, y, por ende, deberán ser sujetos a un manejo especial ya que se observó un alto impacto del sobrepastoreo por la cantidad de ganado ahí presente. Ninguno de los sitios evaluados registró un valor bajo de importancia debido a que todos estuvieron con valores medios y altos. En virtud de lo anterior, se recomienda llevar a cabo acciones de manejo para la zona de la pradera de La Grulla.

Los valores intermedios de importancia fueron zonas donde el ganado solo lo usaba de paso y no se alimentaba en el sitio, los valores bajos son los valores lejanos a la zona central, donde hay más concentración de ganado. Se sabe que dicha actividad, así como la tala y el fuego, pueden llegar a disminuir la cantidad de vegetación muerta en el hábitat, esta materia orgánica llamada "litter" o hojarasca es importante para los mamíferos medianos y pequeños, así como para otras especies como las aves, anfibios y reptiles, ya que proveen hábitat para muchos invertebrados que sirven de alimento para esas especies, además de servir como protección y cobertura térmica (Gallina-Tessaro, 1992).

La introducción de la ganadería en la península de Baja California data de hace más de 100 años, la cual ha sido manejada de manera extensiva y ha provocado cambios en la estructura y dinámica de la flora y fauna (Ojeda-Revah y De La Parra, 2011). En el caso de la pradera de La Grulla, ésta ha sido aprovechada por los ganaderos locales para el pastoreo de las reses durante el verano y parte del otoño, actividad que sin duda ha causado impacto en la estructura de la vegetación y en alguna medida sobre el componente faunístico que allí reside, especialmente de aquellas especies de tipo endémico en la Sierra de San Pedro Mártir.

Respecto al tema pecuario, la ganadería presenta varios contrastes por su relevancia económica, social y política a nivel mundial, aunque también lo es en el impacto ambiental que esta actividad genera. Estos impactos tienen como consecuencia la

pérdida de biodiversidad, fragmentación, modificación y pérdida de hábitat, contaminación del suelo y agua, así como las transmisiones de enfermedades a la fauna nativa (Lansata, 2010).

Con base en el muestreo realizado en el presente estudio, se concluye que el papel de la ganadería dentro del PNSSPM tiene influencia en la distribución y abundancia sobre los mamíferos medianos y grandes, debido a los requerimientos de cada especie, algunos se ven afectados de manera negativa. Es prioritario y urgente que se prohíba de manera permanente el uso de las praderas del PNSSPM para fines de ganadería debido a los efectos que la presión de pastoreo ejerce en la abundancia de especies de mamíferos nativos y en la integridad de los hábitats tanto de pastizal como del humedal, donde se albergan formas endémicas como el ratón meteoro de California (*Microtus californicus hyperuthrus*), la rana de patas rojas (*Rana draytonii*) y la trucha de San Pedro Mártir (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*).

10.3 Recomendaciones

- Se sugiere continuar con el monitoreo a largo plazo de mamíferos medianos y grandes en la pradera de La Grulla, lo cual permitirá conocer la condición ecológica del sitio y las interacciones de las especies faunísticas con los factores bióticos y abióticos, incluyendo la ganadería.
- Incrementar el número de puntos de muestreo con el uso de cámaras trampa dentro de la pradera de La Grulla, mismas que deberán ser fijas para su seguimiento y sistematización de la información obtenida mediante esta técnica no invasiva.
- Expandir los puntos de muestreo con cámaras trampa y el uso de dron en otras praderas del PNSSPM, como son La Encantada, Rancho Viejo, Santa Eulalia y La Tasajera.
- Evaluar el impacto de la ganadería sobre especies de mamíferos grandes como el venado bura y el puma, ya que estas especies son indicadoras de la calidad e

integridad del ecosistema, por lo que al proteger a estos mamíferos beneficiarán a las especies de menor nivel trófico.

- Evaluar otras especies de mamíferos pequeñas como el ratón meteoro (*Microtus californicus*) que incluyan su composición y estructura poblacional, también en el sitio se encuentra la rana patas rojas (*Rana draytonii*) y la trucha arcoiris endémica (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*). Todas estas especies son vulnerables al efecto de la ganadería en la pradera de La Grulla.
- Realizar estudios sobre la calidad físico-química del agua y suelo dentro de la zona de pastoreo, ya que la evaluación en este estudio fue de manera cualitativa. En este sentido se recomienda la cuantificación de coliformes en los cuerpos de agua presentes en la pradera, así como los niveles de nutrientes como fosfatos, nitratos y compuestos amoniacales derivados de los desechos metabólicos del ganado.
- Incluir la participación social como parte fundamental para la generación de estrategias de conservación para la pradera de La Grulla, esto con la colaboración de actores clave como: el PNSSPM, academia, ganaderos, rancheros y haciendo partícipes a las personas que viven en las cercanías del parque.
- A partir de los resultados generados en el presente estudio en la pradera de La Grulla, se recomienda de manera pertinente y necesaria que las autoridades del PNSSPM, no permitan a mediano y largo plazo, la presencia del ganado en las áreas de pradera de este parque nacional.

XII. Literatura citada

- Acosta, M. D. (2009). Historia de la ganadería en Baja California. Editorial Voces de la Península, Tijuana.
- Alberico, M., Cadena, A., Camacho, J. H., Saba, Y. M. (2000). Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(1): 43-75.
- Alianza México REDD +, Diseño de protocolos de monitoreo para estimar la integridad ecológica en selvas y bosques de sitios prioritarios de la Alianza México REDD+ (2014).
- Améndola, R., Castillo, E., Martínez, P. (2005). Perfiles por país del recurso pastura/forraje. FAO. Roma, Italia. 58 pp.
- Andresen, H., Bakker, J. P., Brongers, M., Heydemann, B., Irmiler, U. (1990). Long-term changes of salt marsh communities by cattle grazing. *Vegetatio*, 89(2): 137-148.
- Aranda, J. (2015). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México.
- Arguelles, A. (2018). Estado de conservación actual de mamíferos endémicos del Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México, y sus perspectivas de manejo (Tesis de maestría). Universidad Autónoma De Baja California.
- Asner, G. P., Elmore, A. J., Olander, L. P., Martin, R. E., Harris, A. T. (2004). Grazing systems, ecosystem responses, and global change. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 29: 261-299.
- Ayantunde, A. A., Hiernaux, P., Fernandez-Rivera, S., Van Keulen, H., Udo, H. M. J. (1999). Selective grazing by cattle on spatially and seasonally heterogeneous rangeland in Sahel. *Journal of Arid Environments*, 42(4), 261-279.
- Barbour, M., Pavlik, B., Drysdale, F., Lindstrom, S. California's changing landscapes: Diversity and conservation of California vegetation. (1993). Sacramento: California Native Plant Society.
- Blaum, N., Rossmannith, E., Jeltsch, F. (2007). Land use affects rodent communities in Kalahari savannah rangelands. *African Journal of Ecology*, 45(2): 189-195.
- Belsky, A., Blumenthal D. 1997. Effects of livestock grazing on stand dynamics and soils in upland forest of the interior west. *Conservation Biology* 11: 315–327.
- Benton, M. B., Cerda-Navarro, S. A., Keck, K.R., McKnight, B. N. (2013). Análisis de la tasa de actividad estacional de carnívoros simpáticos y sus presas en el Parque Nacional Saguaro. En: Gottfried, Gerald J.; Ffolliott, Peter F.; Gebow, Brooke S.; Eskew, Lane G.; Collins, Loa C. Fusión de ciencia y gestión en un mundo que cambia rápidamente:

Biodiversidad y gestión del archipiélago Madrean III y la 7ª Conferencia sobre Investigación y Gestión de Recursos en los Desiertos del Suroeste; 2012 mayo 1-5; Tucson, AZ. Actas. RMRS-P-67. Fort Collins, CO: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Estación de Investigación de las Montañas Rocosas. Pp. 448-453.

Bueno, A. (2001). Hábitos alimentarios del Puma *Puma concolor* (Carnívora: Felidae) en la Sierra San Pedro Mártir (SSPM), Baja California, México (Tesis de Licenciatura). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Butt, B., Turner, M.D. (2012). Aclaración de la competencia: el caso de la vida silvestre y el ganado pastoral en África Oriental. *Pastoralismo: investigación, política y práctica*, 2 (1): 1-15.

Ceballos Gerardo; Gisselle Oliva. (2006). Los mamíferos silvestres de México. CONABIO.

Cingolani, A. M., Noy-Meir, I., Renison, D. D., Cabido, M. (2008). La ganadería extensiva: ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos? *Ecología austral*, 18(3):253-271.

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2013). ¿Qué es un país megadiverso? En : <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad | Gobierno | gob.mx. (n.d.). Retrieved March 25, (2019), from <https://www.gob.mx/CONABIO>

CONANP. (2006). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Sierra De San Pedro Mártir. Semarnat.

CONANP/PNSSPM. (2017). Monitoreo de carnívoros en el Parque Nacional Sierra San Pedro Mártir. Guevara-Carrizales A. Reporte técnico.

Curtis, H., Schnek, A. (2008). *Curtis Biología*. Ed. Médica Panamericana.

Crooks, K. R. (2002). Relative Sensitivities of Mammalian Carnivores to Habitat Fragmentation, *16(2): 488–502*.

Crosby, H. (2017). Los últimos californios. Instituto subcaliforniano de Cultura.

Curtin, C. G., Kelt, D. A., Frey, T. C., & Brown, J. H. (2000). On the role of small mammals in mediating climatically driven vegetation change. *Ecology Letters*, 3(4): 309-317.

Delgadillo, J. (2004). El bosque de coníferas de la sierra de San Pedro Mártir, Baja California.

- Durán-Antonio, J., González-Romero, A. (2018). Efecto del pastoreo sobre una comunidad de roedores nocturnos en pastizales del Valle de Perote, Veracruz. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(1): 268-281. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.2265>
- Elliot, D. G. (1903). A list of mammals collected by Edmun Heller, in The San Pedro Martir and Hanson Laguna Moutains and the Accompanying coast region of Lower California with description of apparently new species. *Field Columbian Museum-Zoology*, Vol. III. Chicago, EE. UU.
- Eccard, J., Walther R., Milton S. (2000). How livestock grazing affects vegetation structure and small mammal distribution in the semi-arid Karoo. *Journal of Arid Environments* (46): 103–106.
- Ezcurra E., Gallina S. (1981). Biology and population dynamics of White-tailed deer in Northwestern México. Pp. 81-108. En: Ffolliot P. F. y Gallina S. (Eds.) *Deer biology habitat requirements and management in Western North America*. S. Instituto de Ecología, México.
- FAO. (2009). Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., Haan, C. La larga sombra del ganado problemas ambientales y opciones. *Environmental Modeling and Assessment* (Vol. 14). <https://doi.org/10.1007/s10666-008-9149-3>.
- Floyd, M. L., Fleischner, T. L., Hanna, D., Whitefield, P. (2003). Effects of historic livestock grazing on vegetation at Chaco culture national historic park, New Mexico. *Conservation Biology*, 17(6): 1703-1711.
- Galindo-Leal, C., Weber, M. (1998). *El venado de la Sierra Madre Occidental: Ecología, conservación y manejo*. Edicusa-CONABIO. México.
- Gittleman, J.L., Funk S.M., Macdonald D., Wayne R.K. (2001). *Carnivore Conservation*. Cambridge University Press, London. Pp. 675.
- Gonnet, J. (1998). Impacto del pastoreo sobre poblaciones de aves y mamíferos herbívoros en la región de la Reserva de la Biosfera Ñacuñán, Mendoza, Argentina. (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de Córdoba. Pp.166.
- Guevara-Carrizales, A. A., Ruiz-Campos, G., Escobar-Flores, J., California, B., Vertebrados, L. De, Tijuana-, C., Sur, B. C. (2016). *Mamíferos de Baja California, México*. Pp.63–90.
- Hayward, B., Heske, E. J., Painter, C. W. (1997). Effects of livestock grazing on small mammals at a desert cienaga. *The Journal of wildlife management*. Pp.123-129.
- Herrera-f, B., Corrales, L. (2004). *Manual para la evaluación y monitoreo de la integridad ecológica en áreas protegidas*, (septiembre 2016).

- Hobbs, R. J., Huenneke, L. F. (1992). Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conservation biology*, 6(3): 324-337.
- Huey, M. (1964). The mammals of Baja California, México. *Transaction of the San Diego of Natural History* (13): 1-34.
- Jones, A., Longland W. (1999). Effects of cattle grazing on salt desert rodent communities. *American Midland Naturalist* (141): 1–11.
- Bowers, N., Bowers, R., Kaufmann, K. (2004). *Mammals of North America*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Karanth, K.U., Nichols, J.D. (2002). *Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia*. Bangalore, Centre for Wildlife Studies.
- Keesing, F. (1998). Impacts of ungulates on the demography and diversity of small mammals in central Kenya. *Oecologia*, 116(3): 381-389.
- Koster, J. (2008). The impact of hunting with dogs on wildlife harvests in the Bosawas Reserve, Nicaragua. *Environmental Conservation*, 35(3): 211-220.
- Laiolo, P., Dondero, F., Ciliento, E., Rolando, A. (2004). Consequences of pastoral abandonment for the structure and diversity of the alpine avifauna. *Journal of Applied Ecology*, 41(2): 294-304.
- Landsberg, J., James, C. D., Maconochie, J., Nicholls, A. O., Stol, J., Tynan, R. (2002). Scale-related effects of grazing on native plant communities in an arid rangeland region of South Australia. *Journal of Applied Ecology*, 39(3): 427-444.
- Lasanta, T. (2010). Pastoreo en áreas de montaña: Estrategias e impactos en el territorio. *Estudios Geográficos*, 71(268): 203–233. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.0459>.
- Lenth, B. E., Knight, R. L., Brennan, M. E. (2008). The effects of dogs on wildlife communities. *Natural Areas Journal*, 28(3): 218-227.
- Lira torres I.;Briones-salas M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los chimalapas, Oaxaca, 28(3): 566–585.
- Lunt, I. D., Eldridge, D. J., Morgan, J. W., Witt, G. B. (2007). A framework to predict the effects of livestock grazing and grazing exclusion on conservation values in natural ecosystems in Australia. *Australian Journal of Botany*, 55(4): 401-415.
- Maldonado Curti, S. (1989). Impacto del pastoreo sobre micromamíferos: un estudio comparativo en ambientes semiáridos. (Tesis de maestría). Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

- Mandujano, S. (2017). Monitoreo de la biodiversidad de mamíferos en áreas naturales protegidas empleando cámaras-trampa: sugerencias de herramientas para la gestión y el análisis numérico de las fotos. *Paraquaria Natural*, 5(1): 22-31.
- Mandujano, S., Pérez-Solano L.A. (2019). Fototrampeo en R: Organización y análisis de datos. Volumen I. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Ver., México. 248 pp.
- Martin, T. G., Possingham, H. P. (2005). Predicting the impact of livestock grazing on birds using foraging height data. *Journal of Applied Ecology*, 42(2): 400-408.
- Mellink, E. (1991). Mamíferos conocidos de la Sierra San Pedro Mártir. Memorias de la III Semana de la Exploración y la Historia. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. México.
- Meyer, H., Fock, H., Haase, A., Reinke, H. D., Tulowitzki, I. (1995). Structure of the invertebrate fauna in salt marshes of the Wadden Sea coast of Schleswig-Holstein influenced by sheep-grazing. *Helgoländer meeresuntersuchungen*, 49(1): 563-589.
- Milchunas, Dg., I Noy-Meir. (2002). Grazing refuges, external avoidance of herbivory and plant diversity. *Oikos* 99: 113-130.
- Milesi, F. A., Marone, L., Lopez de Casenave, J., Cueto, V. R., Mezquida, E. T. (2002). Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el Monte central, Argentina. *Ecología Austral*, 12(2): 149-161.
- Miller, B., Reading R., Stritthalt J., Carroll C., Noss R., Soule M., Sánchez O., Teiborgh J., Brightsmith D., Cheeseman T., Foreman D. (1999). Using focal species in the desing of reserve networks. *Winter earth*. Winter: Pp. 81–89.
- Minnich, R. A., Franco-Vizcaíno, E., Sosa-Ramírez, J., Burk, J. H., Barry, W. J., Barbour, M. G., de la Cueva-Salcedo, H. (1997). A land above: protecting Baja California's Sierra San Pedro Mártir within a biosphere reserve. *Journal of the Southwest*. Pp. 613-695.
- Nature Serve. Evaluación de la Integridad Ecológica de Ecosistemas – Marco Conceptual y Metodología. Documento no publicado. Washington, U.S. (2012).
- Neale, J. C., Sacks, B. (2001). Resource Utilization and Interspecific Relations of Sympatric Bobcats and Coyotes. *Oikos*, 94(2): 236-249. Retrieved April 22, 2020, from www.jstor.org/stable/3547568.
- Norris, K., Brindley, E., Cook, T., Babbs, S., Brown, C. F., Yaxley, R. (1998). Is the density of redshank *Tringa totanus* nesting on saltmarshes in Great Britain declining due to changes in grazing management?. *Journal of Applied Ecology*, 35(5): 621-634.

- O'Connell, A., Nichols, D., Ullas, J. (2011). Camera Traps in animal ecology, Methods and analyses. Springer Tokyo Dordrecht Heidelberg. London New York. 271 pp.
- Ogutu, J. O., Owen-Smith, N., Piepho, H. P., Said, M. Y. (2011). Continuing wildlife population declines and range contraction in the Mara region of Kenya during 1977–2009. *Journal of Zoology*, 285(2): 99-109.
- Ojeda Revah, L., de la Parra, C. (2011). Historia Ambiental de Baja California. David Piñera y Jorge Carrillo (coords.), Baja California a Cien Años de la Revolución Mexicana, México, UABC-COLEF.
- Ospina, J.C. (1997). La compactación de los suelos dedicados a la ganadería. *Costa Ganadera* 34:24-25.
- Parrish, J.D., D. P. Braun, and R.S. Unnasch. (2003). Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience* 53: 851-860.
- Peinado L. M., Alcaraz A. F. J., Delgadillo, J., Aguado S, I. (1994). Fitogeografía De La Península De Baja California, México. *Anales Del Jardín Botánico de Madrid*, 51(2):255–277. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2948974&info=resumen&idioma=ENG>.
- Pereira, J. A. (2009). Efectos del manejo ganadero y disturbio asociados sobre la ecología trófica y la demografía del gato montés (*Leopardus geofroyi*) en el desierto del monte, Argentina. (Tesis doctorado). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Pia, M. V., López, M. S., Novaro, A.J. (2003). Effects of livestock on the feeding ecology of endemic culpeo foxes (*Pseudalopex culpaeus smithersi*) in central Argentina. *Revista chilena de historia natural*, 76(2):313-321. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000200015>
- Portales-Betancourt, G. L., Hernández L., Lucina, L., John W., Cervantes, F. A. (2012). Reproducción y densidad de la liebre cola-negra (*Lepus californicus*) en relación a factores ambientales, en la Reserva de la Biosfera Mapimí, Desierto Chihuahuense. *Therya*, 3(2), 172-183. <https://dx.doi.org/10.12933/therya-12-68>.
- Prieto-Valles, E. L. (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 Maestría), Universidad Autónoma de Baja California.
- Prins, H. H. (1992). The pastoral road to extinction: competition between wildlife and traditional pastoralism in East Africa. *Environmental Conservation* 19: 117–124.

- Prins, H. H. T. (2000). Competition between wildlife and livestock in Africa. In 'Wildlife Conservation by Sustainable Use'. (Eds HHT Prins, JG Grootenhuis and TT Dolan.) Pp. 51–80.
- PROARCA/APM. Manual para la Evaluación y monitoreo de la integridad ecológica en áreas protegidas de Centro América. Bernal, H. y Corrales L. (eds.) (2004). Documento de trabajo. Costa Rica.
- Quétier, F., Thébault, A., Lavorel, S. (2007), Plant traits in a state and transition framework as markers of ecosystem response to land-use change. *Ecological Monographs*, 77: 33-529. doi:10.1890/06-0054.
- Ramírez-Pulido, J., López-Wilchis R., Mudespacher C., Lira I. (1983). Lista y Bibliografía Reciente de los Mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México, D. F.
- Rincón, C. A. (2006). Factores de degradación y tecnología de recuperación de praderas en los Llanos Orientales de Colombia (No. Doc. 21624) CO-BAC, Bogotá).
- Ruiz-Campos, G. (1993). Bionomía y ecología poblacional de la trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann), de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Ruiz-Campos, G. (2017). La trucha arcoíris de la sierra San Pedro Mártir Bionomía, ecología poblacional, hábitat y conservación. Universidad Autónoma de Baja California (UABC).
- Rumiz, D. I. (2010). Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia, 53-73.
- Salmón Peralta E. H. (2006). Hábitos alimentarios del Venado bura (*Odocoileus hemionus Rafinesque, 1817*) en San Pedro Mártir, Baja California, México (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Baja California.
- Sasaki, T., Okayasu, T., Jamsran, U., Takeuchi, K. (2008). Threshold changes in vegetation along a grazing gradient in Mongolian rangelands. *Journal of Ecology*, 96(1): 145-154.
- Simonetti, J. (1983). Effects of goats upon native rodents and European rabbits in the Chilean matorral. *Revista Chilena de Historia Natural* 56: 27–30.
- Stohlgren, T. J., Schell, L. D., Vanden Heuvel, B. (1999). How grazing and soil quality affect native and exotic plant diversity in Rocky Mountain grasslands. *Ecological applications*, 9(1): 45-64.
- Schmitz, O. J. (2008). Effects of predator hunting mode on grassland ecosystem function. *Science*, 319(5865), 952-954. <https://doi.org/10.1126/science.1152355>.

- Sheley, R., Petroff J. (1999). Biology and management of noxious rangeland weeds. Corvallis, Oregon State University Press.
- Teague, W. R., Dowhower, S. L., Waggoner, J. A. (2004). Drought and grazing patch dynamics under different grazing management. *Journal of Arid Environments*, 58(1): 97-117.
- Thorne, R. F., Moran, R. V., Minnich, R. A. (2010). Vascular plants of the high Sierra San Pedro Mártir, Baja California, Mexico: an annotated checklist. *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*, 28(1): 1-50.
- UICN. Unión internacional para la conservación de la naturaleza. (2008). Pidieron aumentar las áreas protegidas en los pastizales del Río de la Plata. En : <https://www.iucn.org/node/2681>.
- Valdez Villavicencio, J., Ruiz Campos G., J. Escobar Flores J., Guevara Carrizales A. A., González Guzmán S. (2014). Distributional status of the striped skunk *Mephitis mephitis* in Baja California, México. *Western North American Naturalist* 74(4): 407-471.
- Van Den Bos, J., Bakker J. (1990). The development of vegetation patterns by cattle grazing at low stocking density in the Netherlands. *Biological Conservation* 51: 263–272.
- Vaughan, T., Ryan, J., Czaplewski, N. (2011). *MAMMALOGY*. 5th ed. Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, Massachusetts. Pp. 750 ISBN 978-0-7637-6299-5.
- Vavra, M. (2005). Livestock grazing and wildlife: developing compatibilities. *Rangeland Ecology and Management* 58: 128– 134.
- Wada, N., Narita, K., Kumar, S., Furukawa, A. (1995). Impact of overgrazing on seed predation by rodents in the Thar desert, northwestern India. *Ecological Research*, 10(2): 217-221.
- Whelan, Rj. (1995). *The Ecology of fire*. Cambridge University Press. Pp. 346.
- Wilcove, D. S., Rothstein, D., Dubow, J., Phillips, A., Losos, E. (1998). Quantifying threats to imperiled species in the United States. *BioScience*, 48(8), 607-615. www.sciencedaily.com/releases/2002/05/020517075618.htm
- Wilcox, Bruce. (1984). *In Situ Conservation of Genetic Resources: Determinants of minimum area requirements. National parks, conservation and development: the role of protected areas in sustaining society*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 10.13140/2.1.4879.2322.

XII. Anexos

Anexo 1. Anexo fotográfico de cada sitio

Sitio SSPMG02 septiembre 2018



Autor: Mariana Aguas Hernández.

Sitio SSPMG02 noviembre 2018



Autor: Víctor Antonio Galván González.

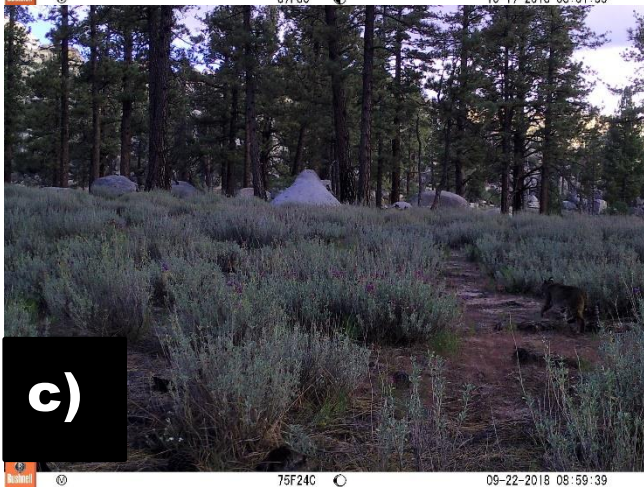
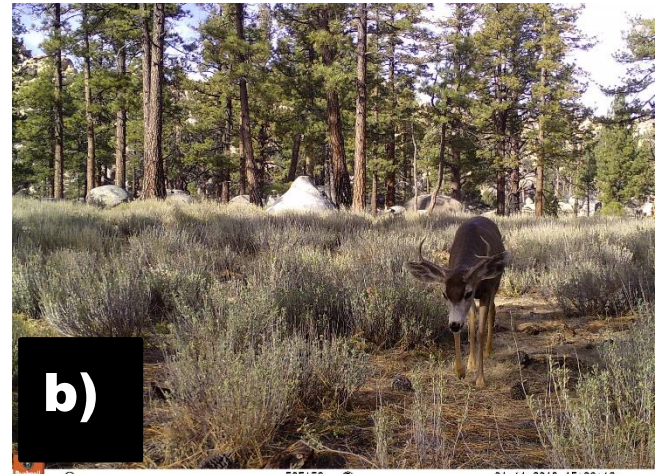
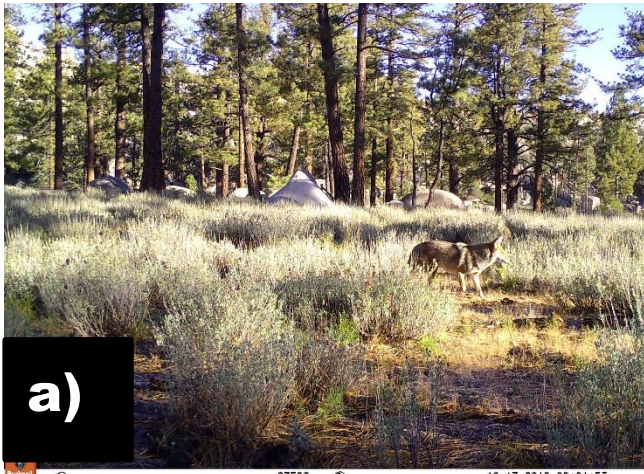
Sitio SSPMG02 abril 2019



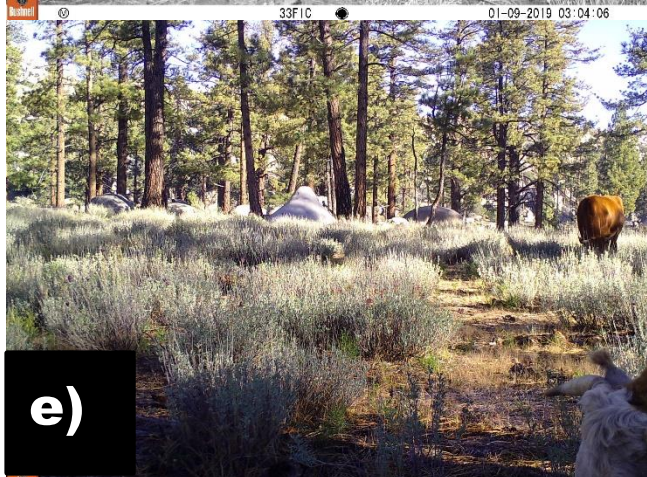
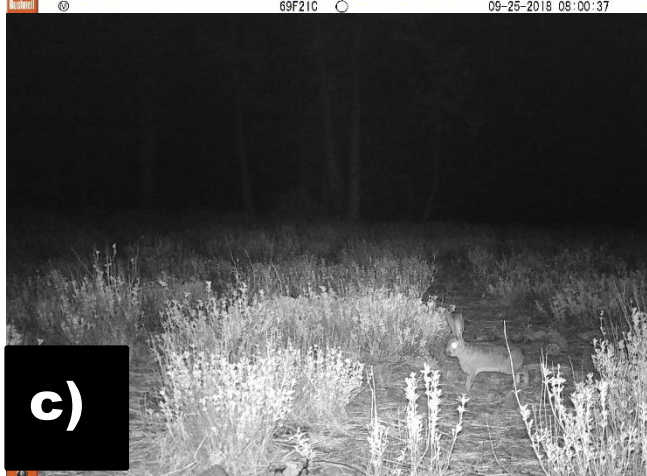
Autor: Víctor Antonio Galván González.



Autor: Víctor Antonio Galván González.



Sitio SSPMG02. Figura a) Coyote (*Canis latrans*), b) Venado bura (*Odocoileus hemionus*), c) Gato montés (*Lynx rufus*), d) Venado bura (*Odocoileus hemionus*).



Sitio SSPMG02. Figura a) Caballo (*Equus Caballus*), b) Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), c) Liebre cola negra (*Lepus californicus*), d) Zorrillo (*Mephitis mephitis*), e) Vaca (*Bos taurus*).

Sitio SSPMG05 septiembre 2018



Autor: Mariana Aguas Hernández.

Sitio SSPMG05 noviembre 2018



Autor: Mariana Aguas Hernández.

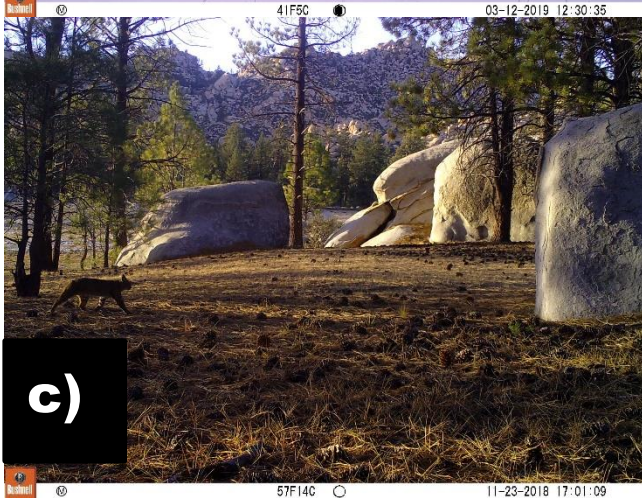
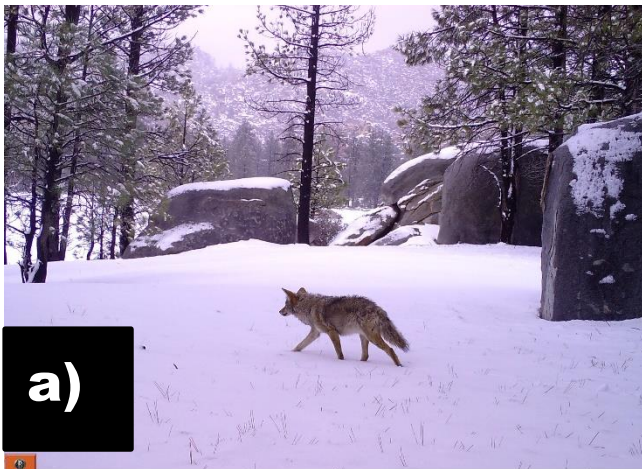
Sitio SSPMG05 abril 2019



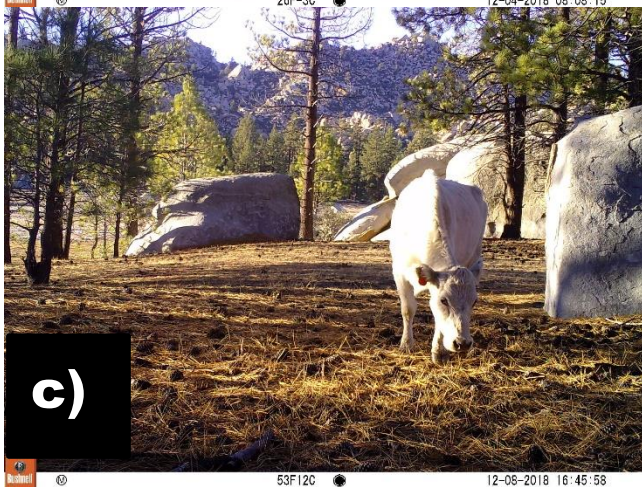
Autor: Víctor Antonio Galván González.



Autor: Víctor Antonio Galván González.



Sitio SSPMG05. Figura a) Coyote (*Canis latrans*), b) Venado bura (*Odocoileus hemionus*), c) Gato montés (*Lynx rufus*), d) Venado bura (*Odocoileus hemionus*).



Sitio SSPMG05. Figura a) Caballo (*Equus Caballus*), b) Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), c) Vaca (*Bos taurus*), d) Zorrillo (*Mephitis mephitis*).

Sitio SSPMG08 septiembre 2018



Autor: Mariana Aguas Hernández.

Sitio SSPMG08 noviembre 2018



Autor: Mariana Aguas Hernández.

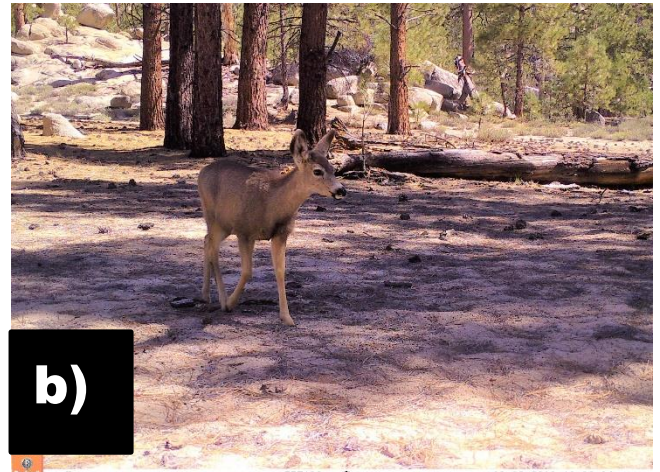
Sitio SSPMG08 abril 2019



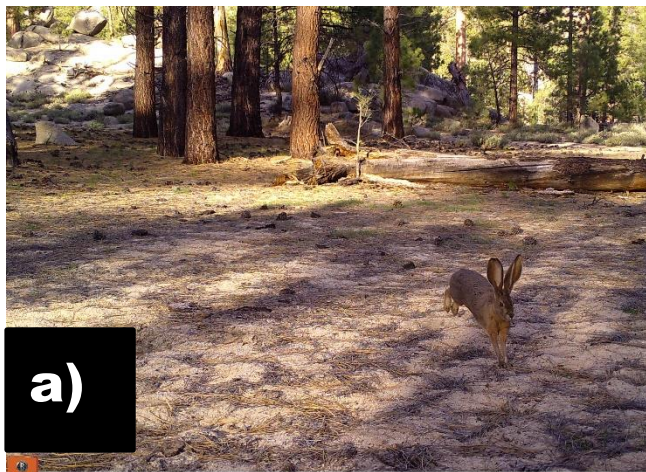
Autor: Víctor Antonio Galván González.



Autor: Víctor Antonio Galván González.



Sitio SSPMG08. Figura a) Coyote (*Canis latrans*), b) Venado bura (*Odocoileus hemionus*), c) Gato montés (*Lynx rufus*), d) Venado bura (*Odocoileus hemionus*).



Sitio SSPMG08. Figura a) Liebre cola negra (*Lepus californicus*), b) Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), c) Vaca (*Bos taurus*), d) Zorrillo (*Mephitis mephitis*).

Sitio SSPMG10 septiembre 2018



Autor: Dulce Ma. González de la Barrera.

Sitio SSPMG10 noviembre 2018



Autor: Iván Alejandro Meza Matty.

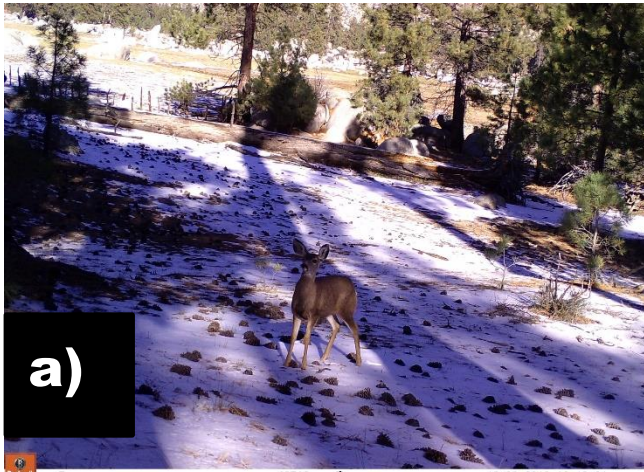
Sitio SSPMG10 abril 2019



Autor: Iván Alejandro Meza Matty.



Autor: Iván Alejandro Meza Matty.



Sitio SSPMG10. Figura a) Venado bura (*Odocoileus hemionus*), b) Coyote (*Canis latrans*), c) Coyote (*Canis latrans*), d) Venado bura (*Odocoileus hemionus*).



Sitio SSPMG10. Figura a) Vaca (*Bos taurus*), b) Vaca (*Bos taurus*).

Sitio SSPMG16 septiembre 2018

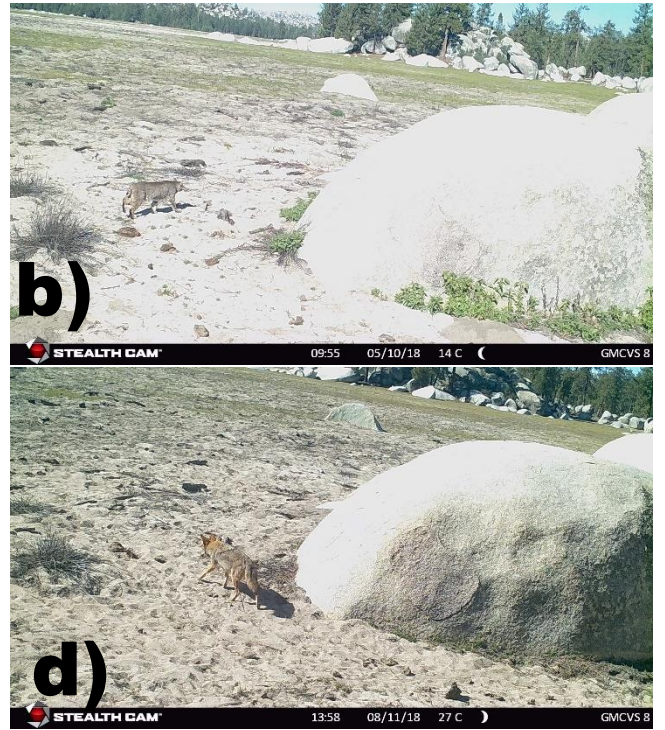
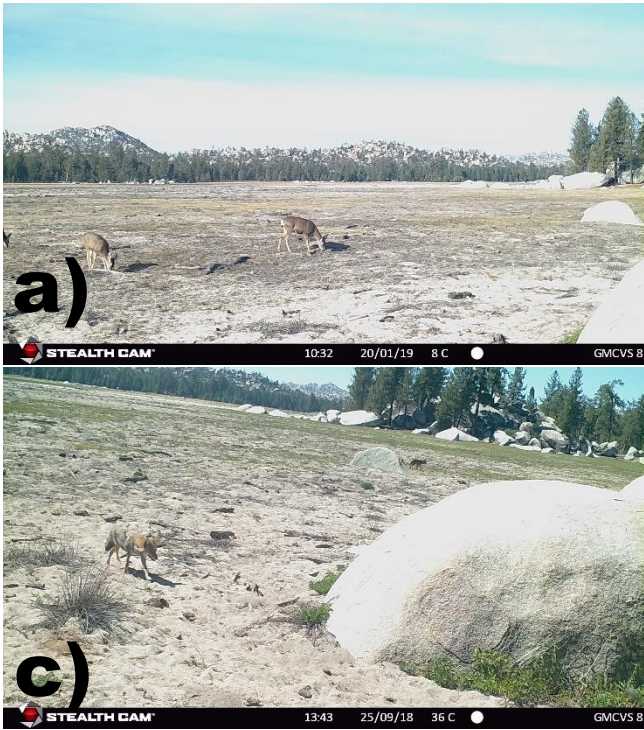


Sitio SSPMG16 noviembre 2018



Sitio SSPMG16 abril 2019





Sitio SSPMG016. Figura a) Venado bura (*Odocoileus hemionus*), b) Gato montés (*Lynx rufus*), c) Coyote (*Canis latrans*), d) Coyote (*Canis latrans*).



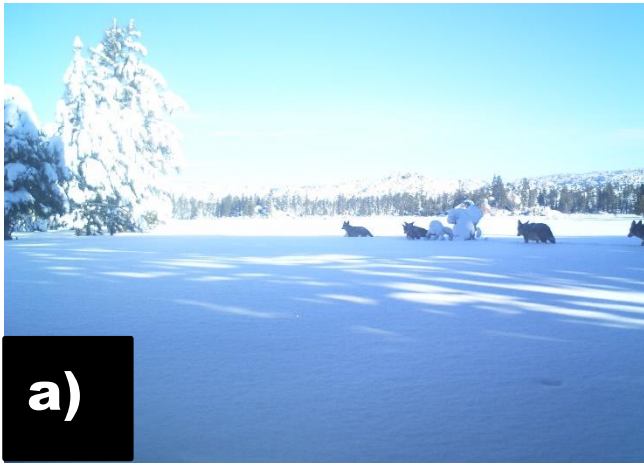
Sitio SSPMG16. Figura e) Vaca (*Bos taurus*), f) Vaca (*Bos taurus*).

Sitio SSPMG17-1 noviembre 2018



Sitio SSPMG 17-1 abril 2019





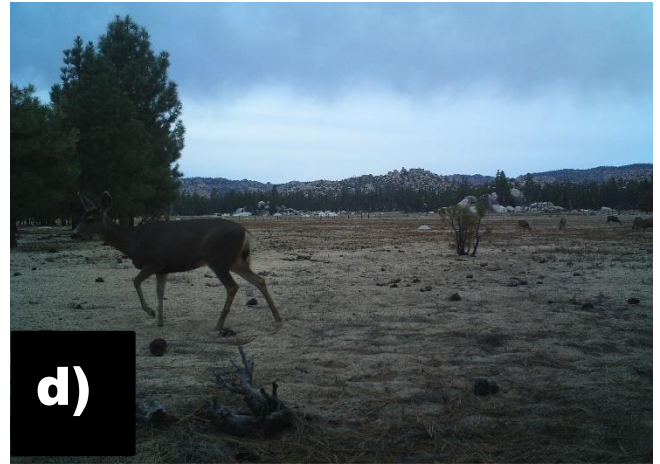
Bushnell 02-22-2019 09:01:30



Bushnell 12-11-2018 09:55:48



Bushnell 11-21-2018 11:21:43



Bushnell 12-21-2018 17:34:27

Sitio SSPMG017-1. Figura a) Coyote (*Canis latrans*) b) Puma (*Puma concolor*), c) Gato montés (*Lynx rufus*), d) Venado bura (*Odocoileus hemionus*).



Bushnell 11-27-2018 01:39:50



Bushnell 12-15-2018 20:03:11

Sitio SSPMG17-1. Figura e) Liebre cola negra (*Lepus californicus*), f) Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

Sitio SSPMG18 noviembre 2018



Sitio SSPMG18 abril 2019





Sitio SSPMG018. Figura a) Coyote (*Canis latrans*) b) Puma (*Puma concolor*), c) Gato montés (*Lynx rufus*), d) Venado bura (*Odocoileus hemionus*).



Sitio SSPMG17-1. Figura a) Liebre cola negra (*Lepus californicus*), b) Zorrillo (*Mephitis mephitis*) c) Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

Anexo 2. Tabla evaluación hábitat campo

Elaboración propia con las tomando en cuenta características cualitativas del sitio.

Evaluación del hábitat monitoreo grulla septiembre 2018											
NOMBRE :											
FECHA :											
No. De cámara											
Características		Atributos									
Heterogeneidad del hábitat		AACP									
		AB									
		ECO									
		AR									
Suelo	Troncos caídos o en pie(vegetación muerta)	Sí									
		No									
	Mantillo	Abundante									
		Escaso									
		Suelo Desnudo									
	Huella	Vaca-Caballo									
Fauna silvestre											
Disponibilidad de agua		Sí									
		No									
Factores antrópico		Presentes (cercado, caminos)									
		Ausente									
Ganado	# de cabezas	Vaca									
		Caballo									
	Se observa excremento en el lugar donde se puso la cámara	Vaca-Caballo									
		Fauna Silvestre									
HETEREGENEIDAD DEL HABITAT AACP= Área Abierta Con Pastizal AB=Área Boscosa ----- ECO= ECOTONO AR= Área Rocosa											
OBSERVACIONES :											

Anexo 3. Tabla valor atributos

Objeto de Conservación	Atributo Ecológico Clave	Indicador
Pradera Natural (La Grulla)	Presencia de especies no nativas	4 = Muy alto 2 = Alto 1 = Medio 0.5 = Bajo
	Pisoteo, alimentación y defecación en cuerpos de agua (Severidad)	4 = La destrucción o eliminación de ese sistema 2 = Degradación seria de ese ecosistema 1 = Alguna degradación del sistema 0.5 = Deterioro leve del sistema
	Transformación de hábitat (Cercado, Cabañas, Basura)	4 = La destrucción o eliminación de ese sistema 2 = Degradación seria de ese ecosistema 1 = Alguna degradación del sistema 0.5 = Deterioro leve del sistema
	Presencia de Fauna Silvestre (Valor como herramienta y carisma)	4 = En peligro de extinción. 2 = Amenazada 1 = Vulnerable 0.5 = Indeterminada
	Cobertura de vegetación Pastizal	4 = alto (60 a 100%) 2 = medio (30 a 60%) 1 = bajo (0 a 30%) 0.5 = nulo
	Presencia de Endemismos (RPT)	4 = Muy alto 2 = Alto 1 = Medio 0.5 = Bajo

Anexo 4. Tabla de Índice de Abundancia Relativa

Nombre común	Muestreo 2015-2016 Índice de Abundancia Relativa (IAR) Intensidad de pastoreo baja	Muestreo 2018-2019 Índice de Abundancia Relativa (IAR) intensidad de pastoreo alta
Venado	22.83	8.73
Liebre	7.57	5.77
Zorra gris	7.34	3.75
Coyote	4.83	1.87
Gato montés	1.18	1.57
Zorrillo	0.54	1.31
Mapache	0.06	_____
Puma	0.03	0.19