

Mamíferos detectados mediante fototrampeo en las inmediaciones de la Reserva Natural de la
Sociedad Civil 'Refugio del Oso' (Zapatoca, Santander)

Juan Pablo Pereira Anillo

Trabajo de Grado para Optar al Título de biólogo

Director

Björn Reu

PhD.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

A mi familia, en especial quienes han sido la raíz y el motor de todo lo que soy, que siempre han estado alentando, cuidando y amando: mis padres Bleidis y Néstor, mi hermano Juanes, mi segunda madre Lorena, mis tíos, primos y a esa persona que aún extraño mucho, pero sé que en algún lugar está orgulloso, mi abuelo Manuel, que en paz descanse.

A mis amigos de siempre y a los que conocí en el camino, quienes me apoyaron, y que además compartieron conmigo momentos inolvidables, en especial a Pedro, Sebastián, Dewey, Germán, Andrea, Michelle, Mau, Valentina, Wilmer, Dana, Yesid, José, Silvia, Solangel, Heber, Fabrizio y Pablo. A aquellos que ya no están, como Fabián, que me enseñaron el valor de la vida.

A los profesores que me guiaron a lo largo de mi formación, y en especial a Björn, por reforzar la idea de cumplir mi sueño.

Y, por último, a mí mismo, porque a pesar de las dificultades no me rendí y me demostré que sí se puede.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Industrial de Santander, por brindarme las herramientas, el conocimiento y el espacio para formarme como biólogo. También agradezco por ser el lugar donde conocí a personas maravillosas y pude desarrollarme como persona.

Al Laboratorio de Geoecología, donde encontré un gran ambiente. En especial, agradezco a mi director, por su orientación, confianza y valiosos consejos en el desarrollo de este trabajo. Asimismo, quiero reconocer a Silvia y José, quienes me acogieron en el laboratorio y me brindaron mucho apoyo.

A mi padre, madre y hermano, quienes ocupan un lugar constante en mis pensamientos y me muestran día a día el verdadero significado de la familia.

A mi abuela y a mi abuelo que en paz descanse, por criarme gran parte de mi vida. A mis tíos, en especial a Hailer, Mauricio, Edison y Héctor, que siempre han estado ahí desde que tengo memoria y se acuerdan de mí, por su apoyo a pesar de la distancia. A mi primo que lo considero como otro hermano, Duvan y mis demás familiares que en algún momento de mi vida dieron su apoyo.

A mis mejores amigos, Pedro y Sebastián, quienes han estado conmigo desde antes de iniciar esta travesía y sé que seguirán estando, tanto en mis mejores como en mis peores momentos, por las charlas, los consejos y la ayuda constante.

A Germán, Andrea, Dewey, Michelle, Mau, Valentina, Wilmer, Dana, Yesid, Felipe, Isabella, Andreina, Santiago, Laura, Cristian, los Sergio, David, Shalomy y Solangel por estar en etapas importantes de transiciones en mi vida, por escuchar, por hacerme sentir cómodo y acompañado en días en los que me sentía por pura inercia.

Tabla de contenido

Introducción 9

1. Objetivos 11

1.1 Objetivo General 11

1.2 Objetivos Específicos..... 11

2. Competencias 12

3. Metodología 13

3.1 Zona de origen de los datos 13

3.2 Revisión y depuración de archivos 14

3.3 Identificación de especies 15

3.4 Análisis de datos 16

3.4.1 Especies registradas 16

3.4.2 Tasa de encuentro 17

3.4.3 Patrones de actividad 18

4. Resultados 19

4.1 Especies registradas 19

4.2 Tasa de encuentro 25

4.3 Patrones de actividad 28

5. Discusión.....	32
6. Conclusiones y recomendaciones	41
Referencias bibliográficas.....	42
Apéndices.....	56

Lista de Figuras

Figura 1. Zona de proveniencia de datos con ubicaciones de cámaras en cuatro sectores	13
Figura 2. Fotografías de mamíferos de la RNSC ‘Refugio del Oso’	21
Figura 3. Curvas de acumulación de los sectores	24
Figura 4. Análisis de correspondencia de las especies	25
Figura 5. Tasa de encuentro de las especies por sector	26
Figura 6. Patrones de actividad y frecuencia mensual de las especies	30

Lista de Tablas

Tabla 1. Especies identificadas, registros, ubicaciones y estado de amenaza	20
Tabla 2. Valores obtenidos para la prueba de Rao y valores de significancia.....	32

Lista de Apéndices

Apéndice A. Mosaico de comportamiento reproductivo en la reserva	56
--	----

Resumen

Título: Mamíferos detectados mediante fototrampeo en las inmediaciones de la Reserva Natural de la Sociedad Civil ‘Refugio del Oso’ (Zapatoca, Santander) ^{1*}

Autor: Juan Pablo Pereira Anillo ^{2**}

Palabras clave: Fototrampeo, tasa de encuentro, patrones de actividad, mamíferos, Refugio del Oso.

Descripción: El monitoreo de mamíferos mediante cámaras trampa se ha consolidado como una herramienta esencial en estudios de biodiversidad, ya que permite obtener registros estandarizados y no invasivos de especies que de otro modo serían difíciles de detectar. En este trabajo se caracterizó la comunidad de mamíferos medianos y grandes en la Reserva Natural de la Sociedad Civil ‘Refugio del Oso’, ubicada en Zapatoca, Santander, en cuatro sectores a partir de 916 registros independientes recolectados entre 2017 y 2024. Se confirmaron 18 especies pertenecientes a 11 familias. Las curvas de acumulación mostraron diferencias en la diversidad registrada entre sectores, reflejando una mayor representatividad en los sectores B (filo sur) y C (bosque secundario) respecto a los sectores A (filo norte) y D (bosque de pinos/arrayanes). Por su parte, el análisis de correspondencia evidenció variaciones en la composición entre sectores, asociadas a la presencia de especies de hábitos crípticos y de mayor tamaño en los sectores B y C, mientras que en los sectores A y D se caracterizaron por especies generalistas. Las tasas de encuentro estuvieron dominadas por *Cerdocyon thous*, *Sciurus granatensis*, *Dasyprocta punctata* y *Eira barbara*, mientras que felinos y *Tremarctos ornatus* presentaron valores bajos o intermedios. El análisis de patrones de actividad mostró especies diurnas, nocturnas, crepusculares-nocturnas y crepusculares, lo que refleja partición temporal del nicho y reduce la competencia. Este estudio resalta el papel de las reservas privadas en la conservación de mamíferos andinos y aporta una base de datos estandarizada en formato Darwin Core para su futura publicación en el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB).

^{1*} Trabajo de Grado

^{2**} Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Björn Reu. Ph.D.

Abstract

Title: Mammals detected by camera trapping in the vicinity of the ‘Refugio del Oso’ Civil Society Nature Reserve (Zapatoca, Santander)^{3*}

Author(s): Juan Pablo Pereira Anillo^{4**}

Key Words: Camera trapping, encounter rate, activity patterns, mammals, Refugio del Oso.

Description: Camera-trap monitoring of mammals has become an essential tool in biodiversity studies, as it provides standardized and non-invasive records of species that would otherwise be difficult to detect. In this study, we characterized the community of medium- and large-sized mammals in the Civil Society Nature Reserve *Refugio del Oso*, located in Zapatoca, Santander, across four sectors, based on 916 independent records collected between 2017 and 2024. A total of 18 species belonging to 11 families were confirmed. Species accumulation curves revealed differences in recorded diversity among sectors, with higher representativeness in sectors B (southern ridge) and C (secondary forest) compared to sectors A (northern ridge) and D (pine/arrayán forest). Correspondence analysis showed variations in community composition among sectors, associated with the presence of cryptic and larger-bodied species in sectors B and C, while sectors A and D were characterized by more generalist species. Encounter rates were dominated by *Cerdocyon thous*, *Sciurus granatensis*, *Dasyprocta punctata*, and *Eira barbara*, whereas felids and *Tremarctos ornatus* exhibited low to intermediate values. Activity pattern analysis identified diurnal, nocturnal, crepuscular-nocturnal, and crepuscular species, reflecting temporal niche partitioning that reduces competition. This study highlights the role of private reserves in the conservation of Andean mammals and provides a standardized Darwin Core dataset for future publication in the Colombian Biodiversity Information System (SiB).

^{3*} Degree Work

^{4**} Faculty of Sciences. School of Biology. Adviser: Björn Reu. Ph.D.

Introducción

Colombia alberga más de 540 especies de mamíferos, lo que la convierte en uno de los países más diversos en este grupo (Ramírez-Chaves et al., 2022). En Santander se han registrado 208 especies de mamíferos no voladores y en el municipio de Zapatoca 37, lo que refleja la relevancia regional para la conservación. Dentro de este conjunto, los mamíferos medianos y grandes cumplen funciones ecológicas fundamentales como la regulación de poblaciones de presas, la dispersión de semillas y la regeneración de la vegetación, además de actuar como especies clave en la dinámica de los ecosistemas (Rumiz, 2010; Alves-Costa & Eterovick, 2007; Ripple et al., 2014; Renison et al., 2023).

No obstante, este grupo enfrenta presiones crecientes derivadas de la pérdida y fragmentación del hábitat, la cacería y la transformación del paisaje, lo que ha conducido a disminuciones poblacionales y a procesos de defaunación que alteran el funcionamiento de los ecosistemas (Dirzo et al., 2014; Ripple et al., 2015). En particular, la región andina de Colombia, que concentra más del 66 % de la población en apenas el 25,3 % del territorio, constituye un escenario crítico para la conservación, pues combina un alto valor biológico con intensos procesos de transformación del paisaje (Etter et al., 2006; Rodríguez-Eraso et al., 2013; Correa Ayram et al., 2020).

El monitoreo de mamíferos medianos y grandes presenta retos metodológicos debido a sus bajas densidades, amplios rangos de hogar y hábitos crípticos. Frente a ello, el fototrampeo se ha consolidado como una herramienta clave por su carácter no invasivo y estandarizado, facilitando la detección de especies, la estimación de índices relativos y el análisis de patrones de actividad (Ahumada et al., 2011; Sollmann et al., 2013).

Sin embargo, generar registros por fototrampeo no es suficiente si los datos permanecen dispersos o desorganizados. Estudios han señalado que la falta de datos estructurados y accesibles constituye una limitación crítica para la implementación de políticas efectivas de conservación en América Latina (OECD, 2018). En un país como Colombia, reconocido como uno de los más megadiversos del mundo, esta necesidad es aún más urgente. En esta línea, se ha planteado que el manejo de la biodiversidad debe apoyarse en principios FAIR (Encontrables, Accesibles, Interoperables y Reutilizables, por sus siglas en inglés), que permiten que la información generada en proyectos locales pueda integrarse, compararse y utilizarse en investigación y conservación a diferentes escalas (De Vega et al., 2020). A nivel global, también se ha destacado que la estandarización de datos es indispensable para conectar proyectos complejos y avanzar hacia enfoques innovadores de manejo en conservación (Andrew et al., 2024).

En este marco, la organización de registros de biodiversidad en formatos estandarizados como Darwin Core constituye un paso fundamental, pues no solo facilita el intercambio y la interoperabilidad de la información, sino que además convierte los datos locales en un insumo útil para la investigación, la gestión territorial y la formulación de estrategias de conservación basadas en evidencia.

Con base en lo anterior, el presente estudio consolida y organiza los registros de fototrampeo realizados en la RNSC Refugio del Oso entre 2017 y 2024, documentando la riqueza, calculando tasas de encuentro y describiendo patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en cuatro sectores de muestreo. Con ello, se busca generar una línea base que apoye la gestión de conservación de la reserva y contribuya a la conectividad ecológica, la comparabilidad y el uso efectivo de los datos en la región andina colombiana.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Documentar la riqueza de mamíferos medianos y grandes en las inmediaciones de la Reserva Natural de la Sociedad Civil ‘Refugio del Oso’ mediante el análisis de fototrampeo.

1.2 Objetivos Específicos

- Depurar los archivos y organizar la información en una base de datos.
- Identificar las especies de mamíferos medianos y grandes a partir de las imágenes y videos obtenidos de las cámaras trampa.
- Calcular la tasa de encuentro y patrones de actividad para aquellas especies con registros suficientes.
- Consolidar los registros de los mamíferos medianos y grandes detectados en la RNSC ‘Refugio del Oso’ siguiendo el formato Darwin Core.

2. Competencias

- Desarrolla habilidades en la identificación de especies de mamíferos utilizando el contenido visual proporcionado por las cámaras trampa.
- Aplica análisis de datos que permitan identificar tasa de encuentros y patrones de actividad en las especies de mamíferos registradas.
- Adquiere destrezas en la recopilación, organización y análisis de datos biológicos, asegurando su adecuación al estándar Darwin Core para facilitar su uso y publicación.

3. Metodología

3.1 Zona de origen de los datos

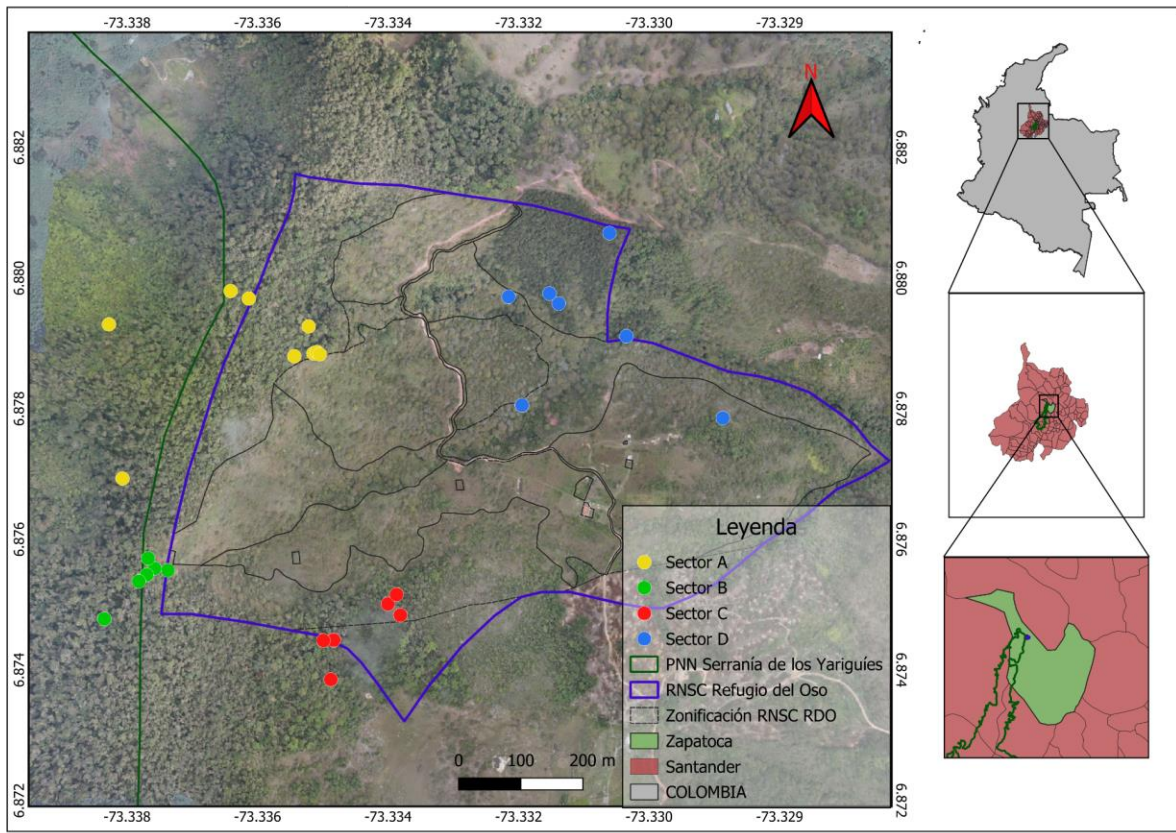
Los datos provienen de la Reserva Natural de la Sociedad Civil ‘Refugio del Oso’, ubicada en la vereda Palo Blanco, municipio de Zapatoca, Santander, Colombia (Figura 1). La reserva se encuentra en el lado nororiental del PNN Serranía de los Yariguíes, con el cual es adyacente, cubre un gradiente altitudinal entre los 1800 y 2200 metros sobre el nivel del mar y abarca aproximadamente 54 hectáreas.

Adicionalmente, algunos registros proceden de zonas aledañas a la reserva, por lo que la figura se presenta como referencia de la procedencia de los datos y no como límite exclusivo de la zona de estudio.

La reserva presenta una zonificación interna definida en su plan de manejo (RNSC Refugio del Oso, 2019): áreas de conservación, agrosistemas, amortiguación y uso intensivo. El ecosistema predominante corresponde a bosque andino en regeneración, bajo un clima templado húmedo con temperaturas entre 16–25 °C y una precipitación bimodal cercana a 2 000 mm anuales (Fick & Hijmans, 2017).

Figura 1

Mapa del área de proveniencia de datos en la RNSC ‘Refugio del Oso’ con las ubicaciones de las cámaras en los cuatro sectores.



3.2 Revisión y depuración de archivos

Se revisaron 18 173 archivos obtenidos mediante cámaras trampa instaladas entre 2017 y 2024 en la Reserva Natural de la Sociedad Civil Refugio del Oso. Estos archivos incluyeron fotografías (JPG) y videos (AVI) capturados con equipos Bushnell Prime® y Moultrie®. La revisión consistió en una inspección visual manual de cada archivo, realizada en el explorador de archivos y el reproductor multimedia predeterminados del sistema operativo de Windows.

Las cámaras estuvieron distribuidas en 27 puntos de muestreo, organizados en cuatro sectores (Figura 1), definidos de acuerdo con la zonificación establecida en el plan de manejo de la reserva (RNSC Refugio del Oso, 2019). El sector A (amarillo) se localiza en el filo norte y se asocia principalmente a la zona de conservación, conformada por bosque andino y secundario en

regeneración, junto con parte de la zona de amortiguación. El sector B (verde) se ubica en el filo sur, también dentro de la zona de conservación y adyacente al PNN Serranía de los Yariguíes. El sector C (rojo) corresponde a áreas de conservación y agrosistemas con bosques secundarios en recuperación. Finalmente, el sector D (azul) se localiza en el extremo oriental de la reserva, caracterizado por bosque secundario de arrayanes en regeneración y una plantación de *Pinus patula* de aproximadamente 20 años. Cabe resaltar que las ubicaciones de las cámaras se establecieron de manera *ad libitum*, sin un diseño sistemático de muestreo. Esta condición limita la representatividad espacial del esfuerzo, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela, reconociendo que los patrones reflejan la disposición particular de las cámaras y no necesariamente la distribución completa de las especies.

Cada archivo fue evaluado para verificar la presencia de mamíferos. Se eliminaron aquellos vacíos, borrosos, duplicados o con errores de activación (p. ej., ramas o variaciones de luz), y los registros válidos se organizaron en una tabla con información de sector, fecha, hora, consecutivo, especie y tipo de archivo. Para evitar pseudorreplicación, se definió un registro independiente como cualquier registro de una misma especie con al menos una hora de diferencia respecto al anterior en la misma cámara, salvo que fuera posible identificar individuos distintos. Este criterio siguió recomendaciones comunes en estudios de fototrampeo (Di Bitetti et al., 2006; Porfirio et al., 2017). Dadas las condiciones del muestreo, no fue posible identificar individuos diferentes de manera confiable. Por esta razón se optó utilizar la tasa de encuentro como medida de análisis como una aproximación de la abundancia relativa (Mandujano, 2024).

3.2 Revisión y depuración de archivos

La identificación de las especies se realizó utilizando como fuente principal la guía ilustrada de Cáceres-Martínez et al. (2018), que provee descripciones morfológicas, ilustraciones

y rangos altitudinales de los mamíferos de Colombia. Para identificaciones en casos específicos, se consultaron trabajos especializados basados en fototrampeo y/o áreas especializadas (p. ej., felinos), como Ramírez-Barajas et al. (2014).

Para la clasificación de las especies registradas en categorías de mamíferos medianos y grandes, se adoptaron los criterios de talla corporal propuestos por Arita y Figueroa (1999) y Ceballos y Oliva (2005), quienes consideran como mamíferos medianos aquellos con un peso mayor a 101 g y menor a 10 kg, y como grandes a los que superan los 10 kg.

3.4 Análisis de datos

3.4.1 Especies registradas

Los registros obtenidos mediante las cámaras trampa fueron analizados para determinar la riqueza de especies de mamíferos presentes en el área de estudio. Una vez completada la revisión y clasificación de los registros con su respectiva identificación, se consolidó una base de datos en formato de hoja de cálculo en Excel. Cada fila representó un registro independiente y se incluyeron las siguientes variables: nombre común, nombre científico, categorías taxonómicas, fecha, hora, sector, cam id, consecutivo, nombre del archivo y tipo de archivo (foto o video). La clasificación taxonómica fue verificada utilizando fuentes como el catálogo de la UICN y el listado de mamíferos de Colombia (Ramírez-Chaves et al., 2024). La base de datos fue estructurada para generar una versión compatible conforme a los estándares del formato Darwin Core (DwC) (Wieczorek et al., 2012), con el fin de prepararla para su futura publicación y puesta a disposición pública a través del portal de datos de biodiversidad de Colombia (SiB Colombia).

Adicionalmente, se generaron curvas de acumulación de especies por sector utilizando el paquete *vegan* (Oksanen et al., 2025) e *iNext* (Hsieh, Ma, & Chao, 2016). Estas curvas permitieron

evaluar la eficiencia del esfuerzo de muestreo (en días-cámara) y estimar el grado de cobertura del inventario de especies en cada sector, con intervalos de confianza obtenidos a partir de permutaciones del orden de muestreo (Colwell & Coddington, 1994; Chao et al., 2016; S.J. Willott, 2001).

Para complementar el análisis de la composición, se aplicó un análisis de correspondencia (CA) a partir de una matriz de abundancia por sector, utilizando los paquetes *FactoMineR* (Lê, Josse & Husson, 2008) y *factoextra* (Kassambara & Mundt, 2020). Esta técnica permitió visualizar de forma bidimensional la relación entre especies y sectores, identificando posibles agrupamientos y asociaciones diferenciales (Paliy et al., 2016). Se optó por el CA debido a que se ajusta mejor a datos de conteo o frecuencias, como los obtenidos en este estudio mediante fototrampeo, sin requerir supuestos de normalidad. De esta manera, su aplicación no busca comparar estadísticamente los sectores entre sí, sino representar patrones de coocurrencia y asociación entre especies y áreas muestreadas (Camiz, Torres & Pillar, 2014).

3.4.2 Tasa de encuentro

Los registros independientes, sin diferenciación de individuos debido a las limitaciones mencionadas previamente, fueron utilizados para calcular la tasa de encuentro (ER, por sus siglas en inglés) por especie y por sector utilizando el paquete *dplyr* (Wickham et al., 2023). Este índice se calculó como el número de registros independientes por cada 100 días-cámara, siguiendo la fórmula propuesta por Mandujano (2024):

$$ER = \frac{n_{tot}}{dias_{tot}} \times 100 .$$

El resultado se expresa como el número de registros independientes estandarizado por cada 100 días de muestreo con cámaras trampa, lo que permitió comparar la frecuencia relativa de detección entre sectores con diferente esfuerzo de muestreo. Esta normalización fue necesaria, ya que el número de días activos con cámara varió entre sectores, evitando así sesgos en la comparación directa del número de registros. Este método es ampliamente utilizado en estudios de fototrampeo, especialmente útil cuando no es posible estimar densidades absolutas (Mandujano, 2024).

3.4.3 *Patrones de actividad*

Los registros de información horaria fueron utilizados para analizar los patrones de actividad diaria de las especies. Para ello, se utilizó el paquete *overlap* (Meredith, Ridout & Campbell, 2024), que permite generar estimaciones de densidad de actividad mediante funciones de densidad kernel (Ridout & Linkie, 2009).

Se construyeron histogramas circulares para cada especie con al menos 10 registros independientes, tomando como referencia a Cossios & Ricra-Zevallos (2019). Se clasificaron los patrones de actividad en diurnos, nocturnos, crepusculares o catemerales, según la distribución de los registros en el ciclo de 24 horas, se define como diurnas a las especies con mayor actividad entre las 06:00 y las 18:00 h; nocturnas, entre las 18:00 y las 06:00 h; crepusculares, aquellas con actividad concentrada en el amanecer (05:00–07:00 h) y el anochecer (17:00–19:00 h); y catemerales, las que presentaron actividad tanto de día como de noche sin un patrón claro. (Bennie et al., 2014).

Además, se elaboraron gráficos de patrones de actividad mensual en coordenadas polares para representar visualmente la distribución de los registros a lo largo del año, estandarizando

previamente los datos de acuerdo con el tiempo de exposición de las cámaras. Este ajuste permite controlar el esfuerzo de muestreo y, con ello, identificar de manera más precisa las variaciones temporales en la actividad.

Finalmente, se aplicó la prueba de espaciamiento de Rao (`rao.spacing.test`) del paquete *circular* (Agostinelli & Lund, 2024) con el fin de evaluar si la distribución horaria y la frecuencia mensual de los registros de cada especie se ajustan a una distribución no uniforme. Lo que indicaría si una especie presenta un patrón ecológico definido (Fisher, 1993). Todos los análisis fueron realizados en el software para análisis estadísticos R versión 4.3.2.

4. Resultados

Se encuentran en total 1780 archivos de cámaras trampa con registros de mamíferos, de los cuales 916 corresponden a registros independientes. Estos se distribuyen de la siguiente manera: 140 en el sector A (filo norte), 294 en el sector B (filo sur), 304 en el sector C (bosque secundario) y 178 en el sector D (bosque de pinos/arrayanes). En conjunto, se identifican 18 especies pertenecientes a 15 géneros y 11 familias, de las cuales nueve estuvieron presentes en todos los sectores de muestreo. La cobertura de muestreo fue superior al 98% en todos los sectores: el sector A alcanzó el 100%, mientras que los sectores B, C y D registraron coberturas del 99%, 98% y 98%, respectivamente.

4.1 Especies registradas

La mayoría de los registros independientes corresponden a zorros perrunos (*Cerdocyon thous*) (35,15 %), ardillas de cola roja (*Sciurus granatensis*) (15,83 %), ñeques (*Dasyprocta*

punctata) (9,51 %) y tayra (*Eira barbara*) (8,95 %). A su vez, la familia Felidae es la más diversa, con cinco especies, y representa el 17,36 % de los registros independientes (Tabla 1). Dos de las especies registradas se encuentran en estado vulnerable según la UICN.

Tabla 1

Tabla de las especies identificadas, registros, ubicaciones y estado de amenaza según la UICN.

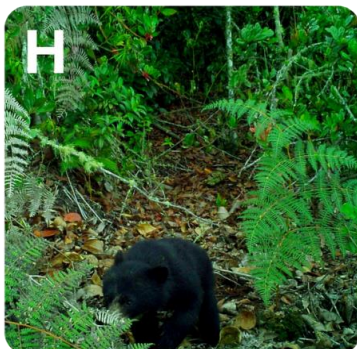
Familia	Especie	NC*	Registros independientes	Sector	Amenaza
Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro perruno	322	A, B, C, D	LC
Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla de cola roja	145	A, B, C, D	LC
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Ñeque	87	A, B, C, D	LC
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Mapuro	21	A, B, C, D	LC
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	62	A, B	LC
	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	59	A, B, C, D	LC
	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Yaguarundí	14	A, B, C	LC
	<i>Leopardus tigrinus</i>	Oncilla	1	C	VU
	<i>Leopardus wiedii</i>	Margay	23	B, C, D	NT
Dasypodidae	<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo coletrapo	4	A, B	LC
	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	30	A, B, C, D	LC

Cuniculidae	<i>Cuniculus taczanowskii</i>	Tinajo	11	B, C	NT
Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Mapache	7	A, C, D	LC
	<i>Nasua nasua</i>	Guache	9	B, C, D	LC
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Fara	9	A, B, C, D	LC
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tayra	82	A, B, C, D	LC
	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja de cola larga	3	B, C	LC
Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos	27	A, B, C, D	VU

Nota. NC = Nombre común; LC = Preocupación menor; NT = Casi amenazado; VU = Vulnerable (UICN, 2024).

Figura 2

Fotografías de los mamíferos registrados durante el monitoreo en la RNSC ‘Refugio del Oso’. Letras A–Q corresponden a las siguientes especies: A) Fara (*Didelphis marsupialis*), B) Tayra (*Eira barbara*), C) Ocelote (*Leopardus pardalis*), D) Mapuro (*Conepatus semistriatus*), E) Yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), F) Armadillo coletrapo (*Cabassous centralis*), G) Zorro perruno (*Cerdocyon thous*), H) Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), I) Tinajo (*Cuniculus taczanowskii*), J) Margay (*Leopardus wiedii*), K) Ñeque (*Dasyprocta punctata*), L) Puma (*Puma concolor*), M) Mapache (*Procyon cancrivorus*), N) Ardilla de cola roja (*Sciurus granatensis*), Ñ) *Dasyopus novemcinctus*, O) Comadreja de cola larga (*Mustela frenata*), P) Guache (*Nasua nasua*), Q) *Oncilla* (*Leopardus tigrinus*).

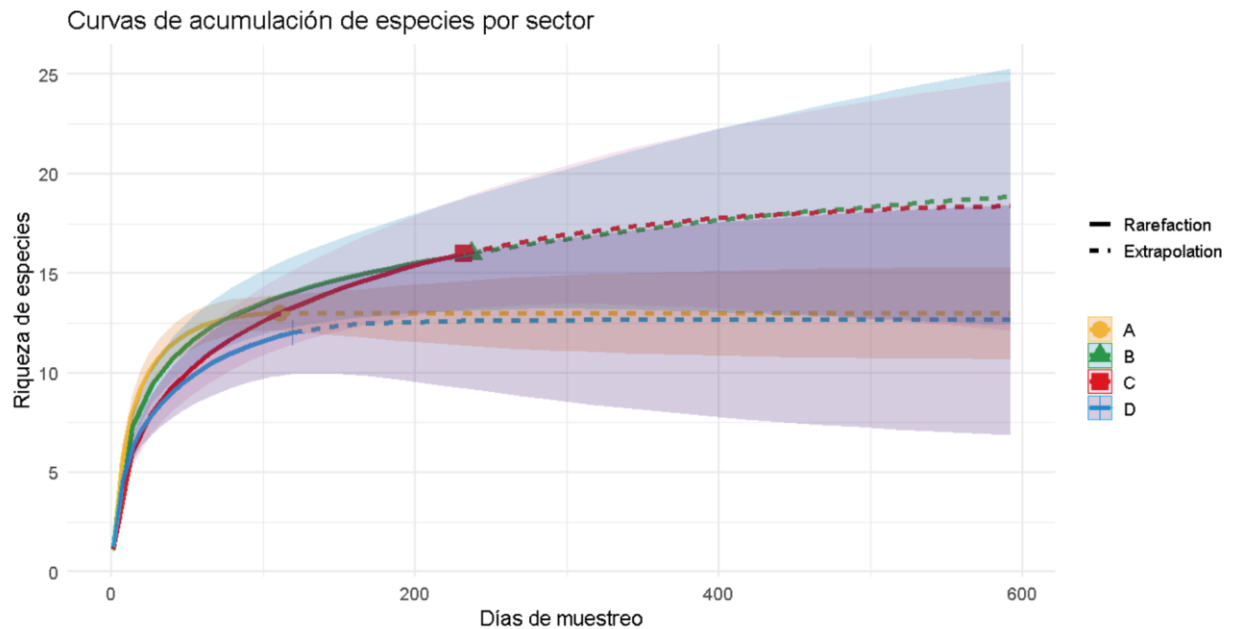




En cuanto a la riqueza, los sectores B (filo sur) y C (bosque secundario) presentan la mayor riqueza observada (16 especies cada uno) y extrapolada, mientras que los sectores A (filo norte) (13 especies) y D (bosque de pinos/arrayanes) (12 especies) muestran una riqueza menor y una curva que tiende a estabilizarse rápidamente. La extrapolación mediante el estimador de Chao no revela diferencias estadísticamente significativas entre sectores, dado que los intervalos de confianza al 95 % se solapan. Sin embargo, los valores puntuales sugieren que los sectores B y C podrían albergar una mayor riqueza real, reflejada en sus estimaciones más altas y errores estándar amplios, lo que indica la presencia de especies raras o aún no detectadas. En contraste, la rápida estabilización de las curvas en los sectores A y D sugiere que en estos sectores ya se han registrado la mayoría de las especies detectables.

Figura 3

Curvas de acumulación de especies por sector, mostrando la riqueza observada (líneas continuas) y la riqueza extrapolada (líneas punteadas) en función del esfuerzo de muestreo (días-cámara). Las bandas sombreadas representan los intervalos de confianza.

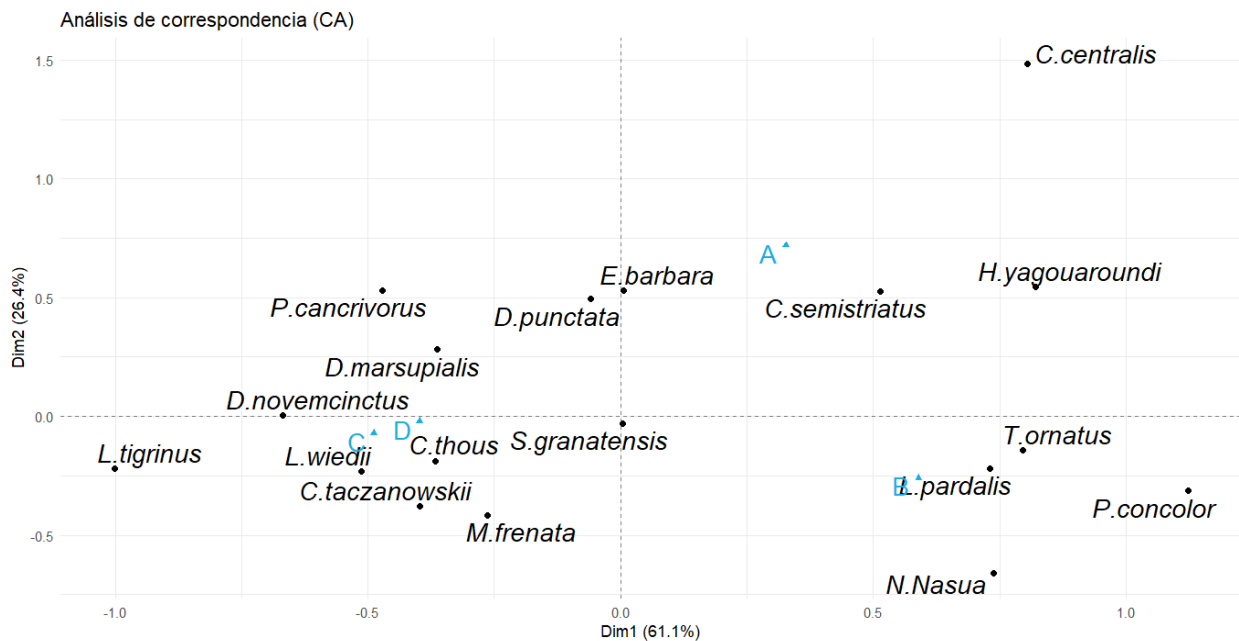


El análisis de correspondencia permitió explorar la estructura de la comunidad de mamíferos y su relación con los diferentes sectores de la reserva (Figura 3). Este análisis muestra una diferenciación en la composición de especies entre sectores. Por ejemplo, el sector B (filo sur) se asocia con mamíferos de mayor tamaño como el puma (*Puma concolor*), el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), junto con algunas especies generalistas. En contraste, especies como la oncilla (*Leopardus tigrinus*) y la comadreja de cola larga (*Mustela*

frenata) tienen una asociación marcada con el sector C (bosque secundario). Este último aparece como un punto intermedio, compartiendo especies tanto con el sector B como con el sector D (bosque de pinos/arrayanes), y también con el sector A (filo norte). Finalmente, el sector A se caracteriza por la presencia de especies más generalistas como el zorro perruno, la ardilla de cola roja, el ñeque y la tayra.

Figura 4

Análisis de correspondencia (CA) basado en la matriz de abundancia de especies por sector. Los símbolos azules representan los sectores y los puntos negros las especies, mostrando agrupamientos.



4.2 Tasa de encuentro

Para cada uno de los cuatro sectores de muestreo, se identificaron las especies con mayor y menor frecuencia relativa de detección o tasa de encuentro (Figura 4). Se identifica que el zorro

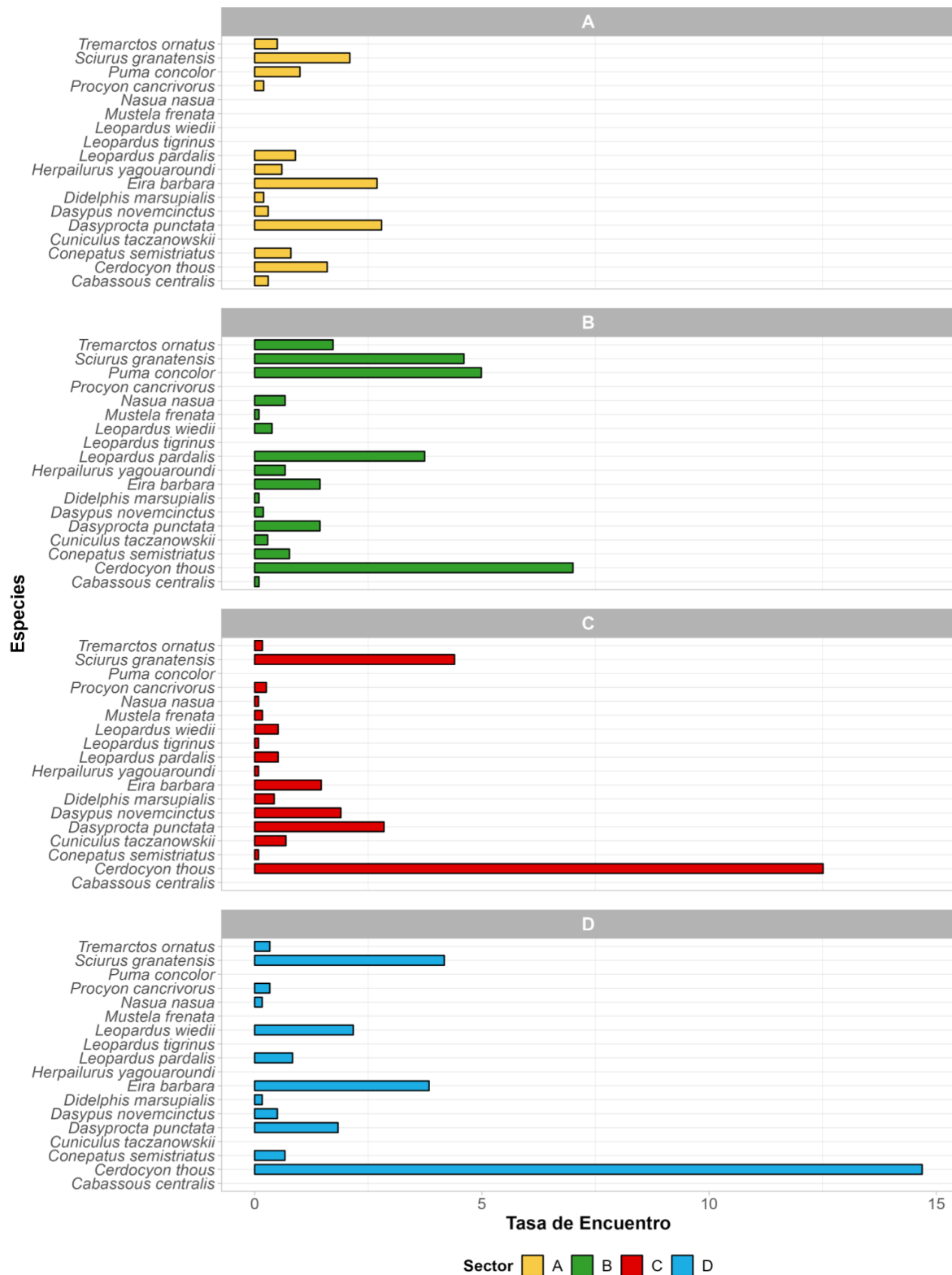
perruno es la especie con las tasas de encuentro más altas registradas: 14,69 registros/100 días-cámara en el sector D (bosque de pinos/arrayanes), 11,99 registros/100 días-cámara en el sector C (bosque secundario) y 7,58 registros/100 días-cámara en el sector B (filo sur), exceptuando el sector A (filo norte) con 1,59 registros/100 días-cámara. No obstante, esta especie muestra una presencia generalizada y una alta actividad en toda el área de estudio. Le siguen la ardilla de cola roja (*Sciurus granatensis*), con valores que fluctúan entre 2,2 registros/100 días-cámara y 5,1 registros/100 días-cámara, el ñeque (*Dasyprocta punctata*), con un rango aproximado de 1,5 registros/100 días-cámara y 2,9 registros/100 días-cámara, y la tayra (*Eira barbara*), con registros que varían entre 1,4 registros/100 días-cámara y 3,2 registros/100 días-cámara. Estas especies generalistas alcanzan frecuencias relativamente altas en comparación con la mayoría del ensamblaje.

En contraste, los grandes carnívoros presentaron valores más bajos: el puma (*Puma concolor*) exhibió tasas de 1,5 registros/100 días-cámara y 4,9 registros/100 días-cámara, el ocelote (*Leopardus pardalis*) promedió 3,7 registros/100 días-cámara, mientras que el oso andino (*Tremarctos ornatus*) alcanzó en torno a 1,8 registros/100 días-cámara en el sector más detectado. El armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*) registró valores entre 0,2 registros/100 días-cámara y 2,0 registros/100 días-cámara según el sector. Finalmente, la oncilla (*Leopardus tigrinus*) mostró la tasa de encuentro más baja, con apenas 0,008 registros/100 días-cámara. En general, la mayoría de las especies presentaron tasas inferiores a 1 registro/100 días-cámara, lo que sugiere baja frecuencia de detección.

Figura 5

Tasa de encuentro por especie y sector en la RNSC 'Refugio del Oso'. La tasa de encuentro (ER)

representa el número de registros independientes por cada 100 días/cámara. Los colores corresponden a los cuatro sectores establecidos (A, B, C y D).



4.3 Patrones de actividad

De las 18 especies se obtuvieron 12 con suficientes registros para analizar sus patrones de actividad diaria (Figura 5). Algunas son activas principalmente durante la noche, otras durante el día, y unas pocas muestran un comportamiento crepuscular.

Las especies nocturnas son las más comunes en el conjunto de datos. El zorro perruno exhibe un patrón claramente nocturno, con alta concentración de registros entre las 19:00 h y las 04:00 h. El margay (*Leopardus wiedii*), aunque menos frecuente, presenta una actividad igualmente restringida a la noche, al igual que el armadillo de nueve bandas, el mapuro (*Conepatus semistriatus*), el ocelote y el tinajo (*Cuniculus taczanowskii*).

En contraste, se identifican cuatro especies con actividad diurna predominante: la ardilla de cola roja, la tayra, el yaguarundí (*Herpailurus yagouaroundi*) y el oso de anteojos. En particular, la ardilla manifiesta una distribución muy regular durante las horas de luz, mientras que la tayra y el yaguarundí concentran su actividad entre las 08:00 h y las 16:00 h. El oso de anteojos señala una distribución más amplia dentro del periodo diurno.

Por otra parte, una especie, el puma, presenta un patrón crepuscular-nocturno, con actividad principalmente en la noche; sin embargo, hay algunas observaciones durante el día. Esto podría reflejar flexibilidad en el uso del hábitat o estrategias para evitar encuentros con competidores. Finalmente, el ñeque manifiesta un patrón crepuscular, con picos de actividad alrededor del amanecer y al final de la tarde.

La prueba de espaciamiento de Rao confirma estadísticamente estos patrones, mostrando que las distribuciones horarias difirieron significativamente de una distribución uniforme (Tabla

2). Esto indica que la actividad de las especies no ocurre al azar durante las 24 horas, sino que sigue ritmos definidos, probablemente asociados con su ecología, comportamiento y estrategias de uso del tiempo.

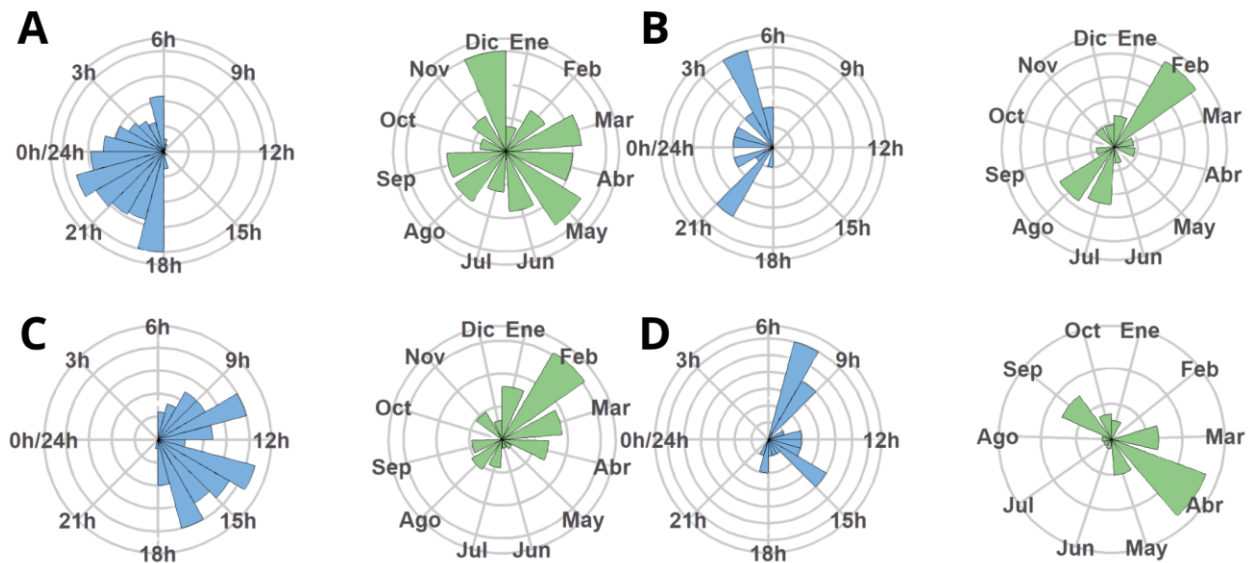
En cuanto a la actividad mensual, las especies nocturnas exhiben las siguientes tendencias: el zorro perruno se registra de manera relativamente constante durante todo el año, con un mayor incremento en mayo y diciembre. El mapuro presenta picos de actividad en febrero, julio y agosto, mientras que el ocelote se detecta principalmente en mayo, septiembre y octubre. El margay concentra su actividad principalmente entre enero y septiembre, con un descenso destacado en mayo y agosto. El armadillo de nueve bandas presenta un patrón concentrado principalmente en abril, mayo y junio, y la paca de montaña se registró mayormente en abril.

Entre las especies diurnas, la tayra expone una mayor frecuencia de registros entre enero y abril, con un pico destacado en febrero. Por su parte, la ardilla de cola roja muestra una destacable presencia durante los últimos 7 meses, exceptuando octubre, en comparación con los primeros 5 meses. El oso de anteojos se observa en distintos momentos del año, con un incremento notable en abril y nuevamente en septiembre. El yaguarundí presenta picos en abril, septiembre, octubre y diciembre.

Por otra parte, las dos especies que demuestran patrones crepusculares/crepusculares nocturnos: el puma registra a lo largo de todo el año, con una mayor frecuencia relativa en enero, abril, mayo y octubre, lo que refleja un uso constante pero variable de la reserva. Finalmente, el ñeque también presenta un patrón similar durante todo el año, aunque con mayor actividad los primeros 6 meses.

Figura 6

Patrones de actividad diaria (azul) y frecuencia mensual (verde) de las 12 especies con ≥ 10 registros independientes. Cada par de gráficos circulares representa una especie, con la actividad horaria a la izquierda (formato de 24 horas) y la frecuencia mensual a la derecha (de enero a diciembre, en sentido horario). Letras A–L identifican a las siguientes especies: A) Zorro perruno (*Cerdocyon thous*), B) Mapuro (*Conepatus semistriatus*), C) Tayra (*Eira barbara*), D) Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), E) Puma (*Puma concolor*), F) Ocelote (*Leopardus pardalis*), G) Margay (*Leopardus wiedii*), H) Yaguarundí (*Herpailurus yagouaroundi*), I) Ñeque (*Dasyprocta punctata*), J) Ardilla de cola roja (*Sciurus granatensis*), K) Armadillo de nueve bandas (*Dasyurus novemcinctus*), L) Tinajo (*Cuniculus taczanowskii*).



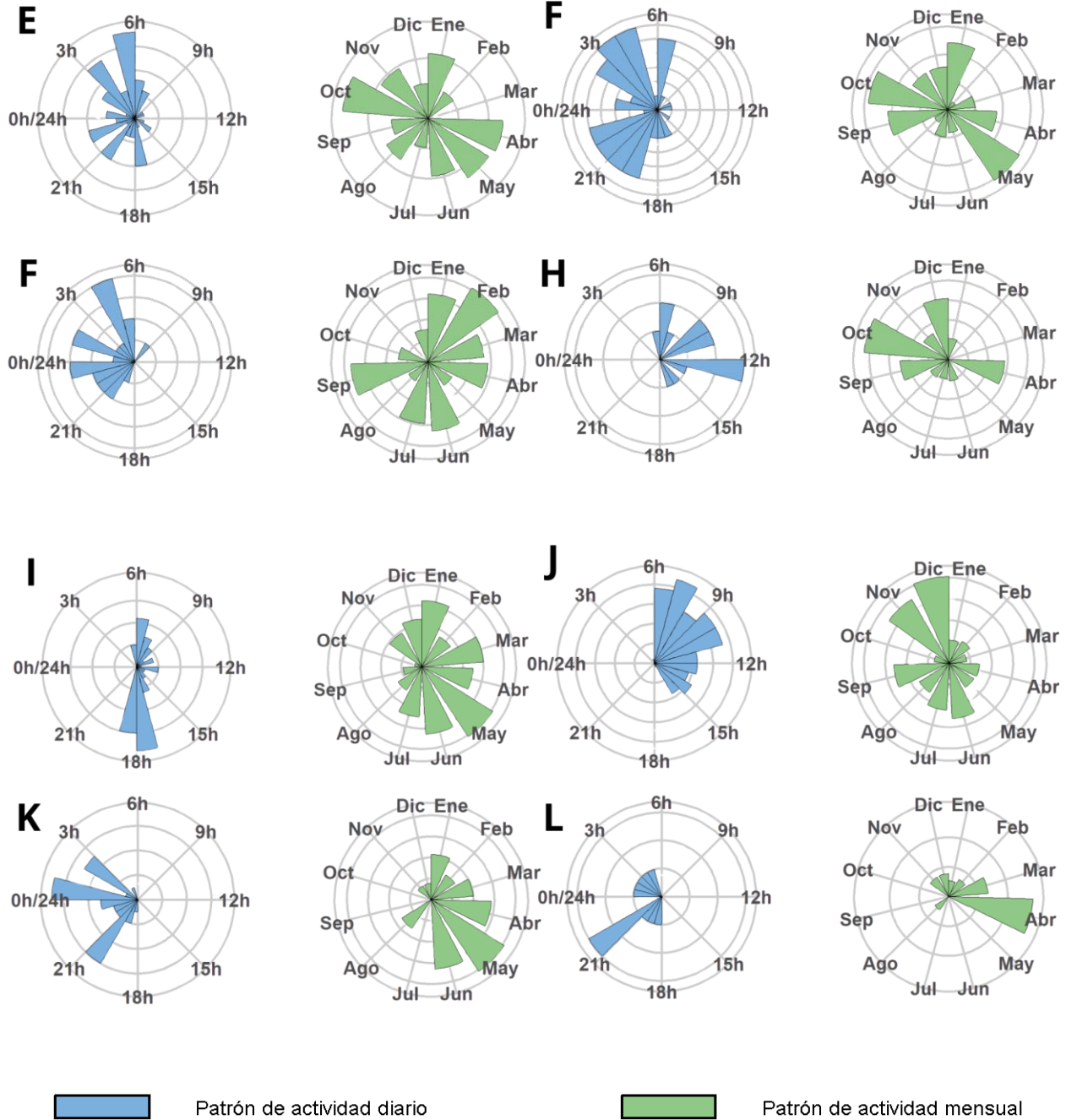


Tabla 2

Valores obtenidos para la prueba de Rao y valores de significancia (*p*) para cada especie

Especie	Estadístico observado (U)	p
<i>Cerdocyon thous</i>	189.06	< 0.001
<i>Conepatus semistriatus</i>	207.78	< 0.001
<i>Cuniculus taczanowskii</i>	181.54	< 0.05
<i>Dasyprocta punctata</i>	222.56	< 0.001
<i>Dasypus novemcinctus</i>	223	< 0.001
<i>Eira barbara</i>	211.70	< 0.001
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	334.23	< 0.01
<i>Leopardus pardalis</i>	167.62	< 0.01
<i>Leopardus wiedii</i>	188.04	< 0.01
<i>Puma concolor</i>	164.67	< 0.01
<i>Sciurus granatensis</i>	218.06	< 0.001
<i>Tremarctos ornatus</i>	193.75	< 0.001

5. Discusión

Los resultados de este estudio documentan la presencia de 18 especies de mamíferos medianos y grandes en la RNSC ‘Refugio del Oso’, lo que representa una riqueza significativa para una reserva privada de este tamaño, el promedio para mamíferos no voladores proporcionado por López-Arévalo, Liévano-Latorre y Montenegro (2021) es de 23,7. La composición de especies incluye tanto generalistas abundantes, como el zorro perruno, la ardilla de cola roja y el ñeque, así como especies de interés para la conservación como el oso de anteojos y la oncilla, lo que resalta el papel de la RNSC ‘Refugio del Oso’ como refugio y corredor biológico. Estos resultados son consistentes con lo reportado en fragmentos andinos y no andinos de tamaño similar, donde la riqueza varía entre 14 y 18 especies (Bonilla-Sánchez et al., 2020; Castillo-Figueroa et al., 2021).

El hecho de que una reserva de pequeña extensión registre una riqueza comparable a áreas mayores sugiere que factores externos potencian la diversidad local. En particular, la proximidad con el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes asegura continuidad de hábitat y tránsito para especies de amplio rango de hogar, lo cual coincide con lo señalado por López-Arévalo, Liévano-Latorre y Montenegro (2021), quienes destacan que las reservas privadas, a pesar de su tamaño reducido, funcionan como nodos de conectividad y aportan hasta un 26% de la conectividad del sistema nacional de áreas protegidas. De igual manera, la detección de especies vulnerables como el oso de anteojos y la oncilla en reservas privadas ha sido documentada en Antioquia (Bonilla-Sánchez et al., 2020), donde incluso se han reportado juveniles de oso de anteojos como indicio de reclutamiento poblacional. En este estudio, la detección de oseznos mediante fototrampeo aporta evidencia directa de esa función reproductiva, reforzando la idea de que la RNSC ‘Refugio del Oso’ no solo sostiene el tránsito de fauna, sino que también provee condiciones para la crianza de especies de gran interés para la conservación. En este sentido, la riqueza registrada en el área resalta su importancia como espacio de conservación y refuerza el papel estratégico de las reservas privadas andinas en mantener la conectividad ecológica y complementar la función de los parques nacionales.

En términos de riqueza por sector, los resultados demuestran que los sectores B (filo sur) y C (bosque secundario) concentran la mayor diversidad, mientras que los sectores A (filo norte) y D (bosque de pinos/arrayanes) registran menor número de especies y curvas con tendencia a la saturación. Estas diferencias pueden estar relacionadas tanto con la variación del esfuerzo de muestreo, que condiciona la probabilidad de detección en estudios de mamíferos (Suárez-Tangil & Rodríguez, 2021), como con la heterogeneidad del hábitat disponible. El sector B (filo sur), ubicado en el filo sur y en conexión directa con el PNN Serranía de los Yariguíes, se asocia a

bosques mejor conservados y por ello presenta la mayor riqueza, incluyendo especies de gran tamaño y de rangos de hogar amplios como el puma y el oso de anteojos. El sector A (filo norte), aunque también en la zona de conservación, se sitúa mayormente hacia la franja de amortiguación, además de que la mayoría de los registros allí corresponden al esfuerzo concentrado entre 2017 y 2019, lo que puede explicar su menor diversidad. El sector C (bosque secundario) combina bosques secundarios en recuperación con zonas de agrosistemas, lo que refleja cómo la heterogeneidad y los procesos de regeneración pasiva pueden sostener un ensamble diverso, mientras que el sector D (bosque de pinos/arrayanes), caracterizado por un bosque de arrayanes en regeneración y una plantación de pino (*Pinus patula*) de aproximadamente 20 años, además de un mayor contacto con áreas productivas, presentó menor riqueza y estuvo dominado por especies generalistas. Estos patrones coinciden con lo descrito para paisajes andinos fragmentados, donde la proximidad a áreas núcleo y la heterogeneidad del hábitat incrementan la diversidad local, mientras que la presión antrópica limita la ocurrencia de especies más sensibles (Carmignotto et al., 2021). La elevada riqueza registrada en los sectores B (filo sur) y C (bosque secundario), incluyendo la detección de especies crípticas como la oncilla, sugiere que estos sectores cumplen un papel estratégico como corredor ecológico, facilitando el tránsito de fauna entre fragmentos boscosos. Este hallazgo refuerza la importancia de las reservas privadas en la conectividad de los Andes nororientales, pues complementan el rol de los parques nacionales y grandes áreas protegidas en la conservación de especies sensibles (López-Arévalo, Latorre y Montenegro, 2021).

En el caso de las tasas de encuentro, se evidencia una marcada dominancia de especies generalistas como el zorro perruno, la ardilla de cola roja, el ñeque y la tayra, lo cual concuerda con la plasticidad ecológica que caracteriza a estos mamíferos y que les permite adaptarse a paisajes intervenidos o fragmentados (Arroyo-Arce et al., 2016; Viscarra et al., 2022). En este

estudio el zorro perruno presenta los valores más altos, que oscilaron entre 1,59 y 14,69 registros/100 días-cámara según el sector, mientras que la ardilla de cola roja fluctuó entre 2,2 y 5,1 registros/100 días-cámara, el ñeque entre 1,5 y 2,9 registros/100 días-cámara y la tayra entre 1,4 y 3,2 registros/100 días-cámara. Esta dominancia no solo refuerza su rol como componentes resilientes en ecosistemas fragmentados, sino que también evidencia un patrón común en reservas privadas de pequeña escala, donde suelen ser las especies mejor representadas frente a depredadores de gran tamaño (Bonilla-Sánchez et al., 2020).

En contraste, para este estudio, la mayoría de las especies registran tasas inferiores a 1 registro/100 días-cámara, umbral que suele interpretarse en la literatura como una baja frecuencia de detección (Mandujano, 2024). Sin embargo, es importante resaltar que la baja detectabilidad no necesariamente implica baja abundancia real, sino que puede estar influenciada por factores como los hábitos crípticos o nocturnos, la necesidad de grandes rangos de hogar o limitaciones metodológicas asociadas al diseño del muestreo (Ahumada et al., 2013; Sollmann et al., 2013). Este es el caso de felinos como el puma y el ocelote, aunque alcanzan valores intermedios en algunos sectores (1,5–4,9 y 3,7 registros/100 días-cámara, respectivamente), siguen reflejando poblaciones de baja densidad en comparación con las especies generalistas, lo que concuerda con reportes previos en otros paisajes neotropicales (Pérez-Irineo & Santos-Moreno, 2016).

Finalmente, especies de especial interés para la conservación como la oncilla y el oso de anteojos exhiben patrones contrastantes: mientras la oncilla registra la tasa más baja de todo el ensamble de este estudio (0,008 registros/100 días-cámara), evidenciando los desafíos de detección para especies crípticas y de distribución restringida, en línea con lo documentado en la Mata Atlántica brasileña (Oliveira-Santos et al., 2012), el oso de anteojos para este estudio alcanza valores intermedios, con un promedio cercano a 1,8 registros/100 días-cámara en el sector de

mayor actividad, comparables a estimaciones en otras áreas andinas (Rodríguez et al., 2020; Cáceres-Martínez et al., 2016). Aunque más bajos que los de los generalistas, estos registros subrayan la importancia del área como refugio y espacio de tránsito para una especie de amplio rango de hogar y alto interés de conservación. En conjunto, estas diferencias refuerzan la idea de que las tasas de encuentro del presente estudio deben interpretarse con cautela, considerando tanto la ecología propia de cada especie como las condiciones metodológicas y de paisaje en las que se desarrolla el monitoreo.

En cuanto a los patrones de actividad, las 12 especies analizadas exhiben distribuciones temporales claras. Entre los carnívoros estrictos, el margay presenta hábitos predominantemente nocturnos, en concordancia con lo reportado en Belice y otras regiones neotropicales (Harmsen et al., 2011; Marques & Fábian, 2018). El ocelote también se comporta como una especie nocturna, lo cual coincide con lo descrito para poblaciones andinas en Colombia (García-R. et al., 2019) y en Brasil (Marques & Fábian, 2018); no obstante, Albanesi et al. (2016) reportan actividad catemeral con tendencia a las horas nocturnas, lo que sugiere que este felino podría exhibir flexibilidad en su actividad. El puma, por su parte, demuestra un patrón crepuscular-nocturno con cierta flexibilidad diurna, similar a lo señalado en otros estudios donde se describe como crepuscular-nocturno (Cepeda-Duque et al., 2021; Marques & Fábian, 2018). Sin embargo, estudios como Albanesi et al. (2016) y Viscarra et al. (2022) reportan actividad catemeral, lo que podría indicar que esta especie tiene flexibilidad a la hora de su actividad diaria. Finalmente, el yaguarundí se comporta principalmente como una especie diurna, lo cual ha sido interpretado como una estrategia de segregación temporal frente a felinos nocturnos, como lo reportan anteriormente (Maffei et al., 2007; Marques & Fábian, 2018).

Entre los omnívoros, el zorro perruno exhibe un patrón claramente nocturno, en concordancia con lo descrito en el Cerrado brasileño (Santiago et al., 2019). Sin embargo, cabe destacar que en estudios como Marques & Fábian (2018) y Albanesi et al. (2016) presenta tendencias a ser crepuscular o catemeral, lo que indica una flexibilidad en su comportamiento, posiblemente asociado a competencia o presencia de depredadores. De manera similar, el mapuro restringe su actividad a la noche, lo que concuerda con registros previos (Dias et al., 2017). La tayra, en cambio, presenta un comportamiento mayormente diurno, semejante a lo observado en Costa Rica, Brasil y Colombia (González-Maya et al., 2016; Marques & Fábian, 2018). El oso de anteojos también se comporta como una especie predominantemente diurna, en concordancia con lo señalado en estudios de Bolivia y en áreas protegidas de Colombia (Paisley & Garshelis, 2006; Bonilla-Sánchez et al., 2020). Finalmente, el armadillo de nueve bandas presenta un patrón nocturno, lo cual coincide con lo reportado en Brasil (Ribeiro et al., 2025; Marques & Fábian, 2018).

Por su parte, los herbívoros y frugívoros muestran patrones igualmente consistentes. El tinajo se registra como nocturno, en línea con lo observado en los Andes centrales (Viscarra et al., 2022). El ñeque exhibe un patrón crepuscular, con picos de actividad al amanecer y al atardecer, semejante a lo descrito en la región andina (Telles-Ospina et al., 2024). Sin embargo, estudios como Marques & Fábian (2018) y Albanesi et al. (2016) reportan esta especie como diurna, aunque con picos de actividad crepuscular apreciables. Esta divergencia podría indicar diferencias en las presiones de depredación, la disponibilidad de recursos o las condiciones ambientales específicas de cada sitio. Por último, la ardilla de cola roja se observa estrictamente diurna, lo cual es coherente con sus hábitos de forrajeo visual (Ramírez-Mejía & Sánchez, 2016).

En general, la prueba de Rao confirma que la actividad de las especies no es aleatoria, sino que sigue ritmos definidos. La coexistencia de especies diurnas, nocturnas, catemerales y crepusculares sugiere una partición temporal del nicho que contribuye a reducir la competencia, particularmente entre carnívoros con requerimientos ecológicos similares. Este patrón es coherente con lo descrito en Colombia y otras regiones de Latinoamérica, en particular, con estudios en mesomamíferos donde se ha documentado la segregación temporal como un mecanismo clave para facilitar la coexistencia entre especies (Arroyo-Arce et al., 2016; Cáceres-Martínez et al., 2016; García-R. et al., 2019; Cossios & Ricra-Zevallos, 2019; Castillo-Figueroa et al., 2021; Cepeda-Duque et al., 2021; Viscarra et al., 2022; Barrera-Vargas et al., 2023).

La actividad mensual registrada para algunas especies sugiere posibles dinámicas estacionales. En el caso del oso de anteojos, los picos de actividad que se observan podrían responder a la fructificación de especies arbóreas y a la disponibilidad de bromelias, recursos fundamentales en su dieta que varían a lo largo del año. Se ha documentado que la dieta del oso andino incluye al menos 298 especies de plantas superiores pertenecientes a 78 familias. Dentro de esta diversidad, las bromelias se encuentran entre los recursos más consumidos, mientras que los frutos carnosos adquieren relevancia en épocas de fructificación. En el área de estudio resulta particularmente importante considerar el arrayán (*Calycolpus moritzianus*), un árbol característico de bosques secundarios andinos cuyo fruto carnoso es aprovechado por diversas aves y mamíferos (Anteliz-Pallares et al., 2019). Aunque no existen registros específicos que confirmen su consumo por el oso en la región, la familia Myrtaceae, a la que pertenece el arrayán, ha sido señalada como parte de su dieta en distintos sectores de los Andes (Figueroa, 2013). Esto sugiere que el arrayán podría constituir un recurso complementario a las bromelias en los periodos de fructificación. Adicionalmente, la especie puede ajustar su actividad según la disponibilidad de presas, como lo

señalan Paisley & Garshelis (2006). El mapuro muestra una mayor actividad en el mes de febrero en comparación con los demás meses, este mes corresponde a la estación seca. Este hallazgo concuerda con lo reportado por Dias et al. (2017), quienes encontraron que la detectabilidad de la especie se ve influenciada por la estacionalidad y, en particular, por la proximidad a fuentes de agua. La tayra, según González-Maya et al. (2016), presenta picos de actividad durante la estación seca que se dan en las primeras horas de la mañana (08:00-10:00 h), mientras que en la estación lluviosa concentra más actividad en horas de la tarde. Estos resultados reflejan su plasticidad conductual para adaptarse a las condiciones locales. En el presente estudio, más del 50% de los registros ocurrieron durante la estación seca, a pesar de ser la menos duradera, lo que explicaría por qué la actividad diaria puede mantenerse relativamente estable entre la mañana y la tarde. Para el ocelote, Albanesi, Jayat & Brown (2016) reportaron que durante la estación húmeda presenta un comportamiento catemeral, con un pico de actividad al amanecer, mientras que en la estación seca es predominantemente nocturno. Esto podría explicar por qué algunos registros en la reserva corresponden a horas de la mañana y el mediodía, dado que cerca del 28% de ellos ocurrieron durante la estación seca. Por último, el puma muestra una presencia relativamente constante durante todo el año. No obstante, su amplia área de acción y su capacidad de desplazarse en busca de presas sugieren que la reserva constituye solo una parte de su rango de hogar. Albanesi, Jayat & Brown (2016) señalan que los patrones de actividad del puma varían entre regiones y en función de distintos niveles de protección, lo que resalta su flexibilidad comportamental frente a las condiciones locales.

Finalmente, este trabajo presenta limitaciones metodológicas que deben ser consideradas: la colocación de cámaras no fue sistemática y el esfuerzo varió entre sectores, lo cual puede subestimar especies raras o sesgar las tasas de encuentro. Adicionalmente, no fue posible

diferenciar individuos, lo que puede introducir cierto sesgo en la propia tasa de encuentro. A su vez, el tiempo efectivo de grabación con registros (≈ 5 horas dentro de unas 50 horas en total) pudo haber restringido la detección de especies poco frecuentes. No obstante, los resultados constituyen una línea base valiosa para la RNSC ‘Refugio del Oso’ y resaltan la importancia de este tipo de reservas privadas como zonas de amortiguación y conectividad ecológica para las áreas protegidas públicas con las que limita. Al albergar tanto especies generalistas como de interés para la conservación, como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y la oncilla (*Leopardus tigrinus*), la RNSC ‘Refugio del Oso’ se consolida como un espacio clave para la conectividad y el mantenimiento de la biodiversidad en la región andina. No obstante, es importante señalar que durante la revisión también se registraron pequeños mamíferos, como roedores y murciélagos, que no fueron incluidos en este análisis debido a que el método de fototrampeo está orientado principalmente a mamíferos medianos y grandes.

Si bien el diseño de muestreo no fue sistemático y el esfuerzo varió entre sectores, los resultados constituyen una línea base útil para futuros programas de monitoreo. Se recomienda fortalecer la continuidad del esfuerzo de fototrampeo bajo esquemas estandarizados, así como integrar variables ambientales y de presión antrópica que permitan explicar con mayor detalle los patrones de distribución y actividad de las especies registradas.

6. Conclusiones y recomendaciones

El presente estudio documentó 18 especies de mamíferos medianos y grandes en la RNSC ‘Refugio del Oso’, confirmando el papel de esta reserva como un espacio relevante para la conservación en la región andina de Santander. La composición incluyó tanto especies generalistas de alta detección, como *Cerdocyon thous* y *Sciurus granatensis*, así como especies de importancia para la conservación, entre ellas *Tremarctos ornatus* y *Leopardus tigrinus*, lo que refuerza el valor de este tipo de áreas privadas como complemento a los parques nacionales.

Si bien el diseño de muestreo no fue sistemático y el esfuerzo varió entre sectores, los resultados constituyen una base útil para futuros programas de monitoreo. Se recomienda fortalecer la continuidad del esfuerzo de fototrampeo bajo esquemas estandarizados, así como integrar variables ambientales y de presión antrópica que permitan explicar con mayor detalle los patrones de distribución y actividad de las especies registradas.

En conjunto, este trabajo resalta la importancia de la RNSC ‘Refugio del Oso’ como corredor ecológico y como escenario estratégico para la conservación de mamíferos andinos, contribuyendo al conocimiento de la biodiversidad en reservas privadas de Colombia.

Referencias bibliográficas

- Agostinelli, C., & Lund, U. (2024). *Circular: Circular Statistics* (versión 0.5-1) [Paquete de software].
<https://CRAN.R-project.org/package=circular>
- Ahumada, J. A., Hurtado, J., & Lizcano, D. (2013). Monitoring the Status and Trends of Tropical Forest Terrestrial Vertebrate Communities from Camera Trap Data: A Tool for Conservation. *PLoS ONE*, 8(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073707>
- Ahumada, J. A., Silva, C. E. F., Gajapersad, K., Hallam, C., Hurtado, J., Martin, E., McWilliam, A., Mugerwa, B., O'Brien, T., Rovero, F., Sheil, D., Spironello, W. R., Winarni, N., & Andelman, S. J. (2011). Community structure and diversity of tropical forest mammals: Data from a global camera trap network. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1578), 2703–2711. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0115>
- Albanesi, S. A., Jayat, J. P., & Brown, A. D. (2016). Patrones de actividad de mamíferos de medio y gran porte en el pedemonte de Yungas del noroeste argentino. *Mastozoología Neotropical*, 23(2), 335-358.
- Alves-Costa, C. P., & Eterovick, P. C. (2007). Seed dispersal services by coatis (*Nasua nasua*, Procyonidae) and their redundancy with other frugivores in southeastern Brazil. *Acta Oecologica*, 32, 77–92. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2007.03.004>

Andrew, C., Islam, S., Weiland, C., & Endresen, D. (2024). Biodiversity data standards for the organization and dissemination of complex research projects and digital twins: a guide. arXiv preprint arXiv:2405.19857.

Anteliz-Pallares, I., Sánchez, A. T., & Sánchez-Londoño, J. D. (2021). Dieta de murciélagos frugívoros y su efecto sobre la germinación de dos especies en el Área Natural Única Los Estoraques, Norte de Santander, Colombia. *Caldasia*, 43(2), 310-319.

Arita, H. T., & Figueroa, F. (1999). Geographic Patterns of Body-Mass Diversity in Mexican Mammals. *Oikos*, 85(2), 310. <https://doi.org/10.2307/3546497>

Arroyo-Arce, S., Thomson, I., & Salom-Pérez, R. (2016). Relative abundance and activity patterns of terrestrial mammalian species in Barra del Colorado Wildlife Refuge, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 8(2), 131-137.

Barrera-Vargas, J., Delgado-V, C. A., & Arias-Alzate, A. (2023). Mesocarnivores activity patterns in the Northern Colombian Andes. *Therya*, 14(3), 371–382. <https://doi.org/10.12933/THERYA-23-1243>

Bennie, J. J., Duffy, J. P., Inger, R., & Gaston, K. J. (2014). Biogeography of time partitioning in mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(38), 13727–13732. <https://doi.org/10.1073/pnas.1216063110>

Bonilla-Sánchez, A., Gómez-Ruíz, D. A., Botero-Cañola, S., Rendón-Jaramillo, U., Ledesma-Castañeda, E., & Solari, S. (2020). Richness and monitoring of mammals in private protected areas in Antioquia, Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 27(2), 266–281. <https://doi.org/10.31687/saremMN.20.27.2.0.11>

- Cáceres-Martínez, C. H., & Armesto, O. (2018). *El oso andino y otros mamíferos del PNN Tamá : una guía ilustrada de los medianos y grandes mamíferos terrestres del área protegida y la importancia del monitoreo del oso andino como especie clave, Norte de Santander, Colombia*. Universidad de Pamplona ; Corponor.
- Cáceres-Martínez, C. H., Rincón, A. A. A., & González-Maya, J. F. (2016). Terrestrial medium and large-sized mammals diversity and activity patterns from tamá national natural park and buffer zone, Colombia. *Therya*, 7(2), 285–298. <https://doi.org/10.12933/therya-16-397>
- Calbi, M., Fajardo-Gutiérrez, F., Posada, J. M., Lücking, R., Brokamp, G., & Borsch, T. (2021). Seeing the wood despite the trees: Exploring human disturbance impact on plant diversity, community structure, and standing biomass in fragmented high Andean forests. *Ecology and Evolution*, 11(5), 2110–2172. <https://doi.org/10.1002/ece3.7182>
- Camiz, S., Torres, P., & Pillar, V. D. (2014). Recoding and multidimensional analyses of vegetation data: A comparison. *Community Ecology*, 15(2), 246–259. <https://doi.org/10.1556/ComEc.15.2014.2.11>
- Carmignotto, A. P., Pardini, R., & de Vivo, M. (2021). Habitat heterogeneity and geographic location as major drivers of Cerrado small mammal diversity across multiple spatial scales. *PLoS ONE*, 16(7), e0254243. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254243>
- Castillo-Figueroa, D., Martínez-Medina, D., & Rodríguez-Posada, M. E. (2021). Activity patterns of medium and large mammals in two savanna ecosystems in the Colombian Llanos. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(177), 1071–1083. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1461>

- Castillo, L. S., Ayram, C. A. C., Tobón, C. L. M., Corzo, G., Areiza, A., González-M., R., Serrano, F., Briceño, L. C., Puertas, F. S., More, A., Franco, O., Bloomfield, H., Orrury, V. L. A., Canedo, C. R., Morón-Zambrano, V., Yerena, E., Papadakis, J., Cárdenas, J. J., Kroner, R. E. G., & Godínez-Gómez, O. (2020). Connectivity of protected areas: Effect of human pressure and subnational contributions in the ecoregions of tropical andean countries. *Land*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/LAND9080239>
- Cavalcanti, G. N., Alfaro-Alvarado, L. D., & Rodrigues, F. H. G. (2014). Home range and activity patterns of *Conepatus semistriatus* (Carnivora, Mephitidae) in Emas National Park, Brazil. *Animal Biology*, 64(2), 151–162. <https://doi.org/10.1163/15707563-00002436>
- Ceballos, G., & Oliva, G. (Eds.). (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO, UNAM, & Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- Cepeda–Duque, J. C., Gómez–valencia, B., Alvarez, S., Gutiérrez–sanabria, D. R., & Lizcano, D. J. (2021). Daily activity pattern of pumas (*Puma concolor*) and their potential prey in a tropical cloud forest of colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 44(2), 267–278. <https://doi.org/10.32800/abc.2021.44.0267>
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118.
- Correa Ayram, C. A., Etter, A., Díaz-Timoté, J., Rodríguez Buriticá, S., Ramírez, W., & Corzo, G. (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic

impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106630>

Cossios, E. D., & Ricra-Zevallos, A. (2019). Diversidad y actividad horaria de mamíferos medianos y grandes registrados con cámaras trampa en el Parque Nacional Tingo María, Huánuco, Perú. *Revista peruana de biología*, 26(3), 325-332.

De Vega, J. J., Davey, R. P., Duitama, J., Escobar, D., Cristancho-Ardila, M. A., Etherington, G. J., Minotto, A., Arenas-Suarez, N. E., Pineda-Cardenas, J. D., Correa-Alvarez, J., Camargo Rodriguez, A. V., Haerty, W., Mallarino-Robayo, J. P., Barreto-Hernandez, E., Muñoz-Torres, M., Fernandez-Fuentes, N., Di Palma, F., & the Colombian Cyberinfrastructure Consortium for Biodiversity. (2020). Colombia's cyberinfrastructure for biodiversity: Building data infrastructure in emerging countries to foster socioeconomic growth. *Plants, People, Planet*, 2(3), 229–236.
<https://doi.org/10.1002/ppp3.10086>

Di Bitetti, M. S., Paviolo, A., & de Angelo, C. (2006). Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. In *Journal of Zoology* (Vol. 270, Issue 1, pp. 153–163). <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00102.x>

Dias, D. D. M. (2017). Spatiotemporal ecology of the striped hog-nosed skunk *Conepatus semistriatus* (Carnivora, Mephitidae) in a seasonally dry forest of northeastern Brazil. *Animal Biology*, 67(2), 119–131. <https://doi.org/10.1163/15707563-00002525>

Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J. B., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195), 401–406. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>

- Etter, A., & van Wyngaarden, W. (2000). Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. *Ambio*, 29(7), 432–439. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-29.7.432>
- Etter, A., McAlpine, C., Wilson, K., Phinn, S., & Possingham, H. (2006). Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114(2–4), 369–386. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.013>
- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Figueroa, J. (2013). Composición de la dieta del oso andino *Tremarctos ornatus* (Carnivora: Ursidae) en nueve áreas naturales protegidas del Perú. *Therya*, 4(2), 327-359.
- Fisher, N. I. (1993). *Statistical analysis of circular data*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511564345>
- Fonseca Prada, K. A., Botero Henao, N., Mendoza Mora, A., & Tunarroza Echeverría, E. M. (2022). Patrones de actividad de mamíferos medianos en fragmentos de bosque de Marquetalia (Caldas, Colombia). *Revista Mutis*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.21789/22561498.1852>
- García-R, S., Botero-Cañola, S., Sánchez-Giraldo, C., & Solari, S. (2019). Habitat use and activity patterns of *Leopardus pardalis* (Felidae) in the Northern Andes, Antioquia, Colombia. *Biodiversity*, 20(1), 5–19. <https://doi.org/10.1080/14888386.2019.1590235>

GBIF.org. (2025a). *GBIF Occurrence Download*. Consultado el 2 de octubre de 2025, en <https://doi.org/10.15468/dl.dkhy4m>

GBIF.org. (2025b). *GBIF Occurrence Download*. Consultado el 2 de octubre de 2025, en <https://doi.org/10.15468/dl.9y23dv>

González-Maya, J. F., Zárrate-Charry, D., Vela-Vargas, I. M., Jiménez-Alvarado, J. S., & Gómez-Hoyos, D. (2015). Activity patterns of *Tayra Eira barbara* populations from Costa Rica and Colombia: evidence of seasonal effects. *Revista Biodiversidad Neotropical*. <https://doi.org/10.18636/rebioneo2jd20152>

Harmsen, B. J., Saville, N., & Foster, R. J. (2021). Long-term monitoring of margays (*Leopardus wiedii*): Implications for understanding low detection rates. *PLoS ONE*, *16*(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247536>

Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, *7*(12), 1451–1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>

Jennelle, C. S., Runge, M. C., & MacKenzie, D. I. (2002). The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals: A comment on misleading conclusions. *Animal Conservation*, *5*(2), 119–120. <https://doi.org/10.1017/S1367943002002162>

Kassambara, A., & Mundt, F. (2020). *factoextra: Extract and visualize the results of multivariate data analyses* (versión 1.0.7) [Paquete de software]. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>

- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). *FactoMineR: An R package for multivariate analysis*. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- López-Arévalo, H., Fernanda Liévano-Latorre, L., & Lucía Montenegro Díaz, O. (2021). CALDASIA The role of small reserves on mammal conservation in Colombia. *Caldasia*, 43(2). <https://doi.org/10.15446/caldasia>
- Mandujano, S. (2024). Índice de abundancia relativa y tasa de encuentro con trampas cámara. *Mammalogy Notes*, 10(1), 389. <https://doi.org/10.47603/mano.v10n1.389>
- Marques, R. V., & Fábian, M. E. (2018). Daily activity patterns of medium and large neotropical mammals during different seasons in an area of high altitude Atlantic rain forest in the South of Brazil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 19(3), 38-64.
- Mattey Trigueros, A. J., Mattey Trigueros, D., Navarro Picado, J., & Piedra-Castro, L. (2022). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos terrestres medianos y grandes en el Refugio de Vida Silvestre Lapa Verde, Heredia, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(1), 242–258. <https://doi.org/10.15359/rca.56-1.12>
- Meredith, M., Ridout, M., & Campbell, L. A. D. (2024). *overlap: Estimates of Coefficient of Overlapping for Animal Activity Patterns* (versión 0.3.9) [Paquete de software]. <https://CRAN.R-project.org/package=overlap>
- Maffei, L., Noss, A., & Fiorello, C. (2007). The jaguarundi (Puma yagouaroundi) in the kaa-iyá del gran Chaco National Park, Santa Cruz, Bolivia. *Mastozoología neotropical*, 14(2), 263-266.

OECD (2018), *Biodiversity Conservation and Sustainable Use in Latin America: Evidence from Environmental Performance Reviews*, OECD Environmental Performance Reviews, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264309630-en>.

Oliveira, T. (2005). *Ecology of the oncilla (Leopardus tigrinus) at Serra do Tabuleiro*. <https://www.researchgate.net/publication/305114466>

Oliveira-Santos, L. G. R., Graipel, M. E., Tortato, M. A., Zucco, C. A., Cáceres, N. C., & Goulart, F. V. B. (2012). Abundance changes and activity flexibility of the oncilla, *Leopardus tigrinus* (Carnivora: Felidae), appear to reflect avoidance of conflict. *Zoologia*, 29(2), 115–120. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702012000200003>

Oksanen, J., Simpson, G., Blanchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., O'Hara, R., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E., Wagner, H., Barbour, M., Bedward, M., Bolker, B., Borcard, D., Carvalho, G., Chirico, M., De Cáceres, M., Durand, S., Evangelista, H., FitzJohn, R., Friendly, M., Furneaux, B., Hannigan, G., Hill, M., Lahti, L., McGlenn, D., Ouellette, M., Ribeiro Cunha, E., Smith, T., Stier, A., Ter Braak, C., Weedon, J., & Borman, T. (2025). *vegan: Community Ecology Package* (versión 2.6-10) [Paquete de software]. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

Paisley, S., & Garshelis, D. L. (2006). Activity patterns and time budgets of Andean bears (*Tremarctos ornatus*) in the Apolobamba Range of Bolivia. *Journal of Zoology*, 268(1), 25–34. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2005.00019.x>

- Paliy, O., & Shankar, V. (2016). Application of multivariate statistical techniques in microbial ecology. In *Molecular Ecology* (Vol. 25, Issue 5, pp. 1032–1057). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/mec.13536>
- Pérez-Irineo, G., & Santos-Moreno, A. (2016). Southwestern Association of Naturalists ABUNDANCE AND ACTIVITY PATTERNS OF MEDIUM-SIZED FELIDS (FELIDAE, CARNIVORA) IN SOUTHEASTERN MEXICO. *Source: The Southwestern Naturalist*, 61(1), 33–39. <https://doi.org/10.2307/26748477>
- Porfirio, G., Sarmiento, P., Foster, V., & Fonseca, C. (2017). Activity patterns of jaguars and pumas and their relationship to those of their potential prey in the Brazilian Pantanal. *Mammalia*, 81(4), 401–404. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2015-0175>
- Ramírez-Barajas, P. J., Poaquiza Alava, D., & Espinoza Moreira, S. (2014). *Parecidos pero no iguales: Ocelote y tigrillo, ¿cómo diferenciarlos con foto-capturas? / Similar but not the same: How to distinguish ocelot from margay with photographic captures?* *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, (4), 8–11.
- Ramírez-Chaves, H., Morales-Martínez, D. M., Rodríguez-Posada, M. E., & Suárez-Castro, A. F. (2022). Checklist of the mammals (Mammalia) of Colombia. *Mammalogy Notes*, 7(2), 253. <https://doi.org/10.47603/mano.v7n2.253>
- Ramírez-Mejía, A. F., & Sánchez, F. (2016). Activity patterns and habitat use of mammals in an Andean forest and a Eucalyptus reforestation in Colombia. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 27(2).

- Renison, D., Quispe-Melgar, H. R., Erica Cuyckens, G. A., & Cingolani, A. M. (2023). Setting large- and medium-sized mammal restoration goals in a last mountain Chaco remnant from central Argentina. *Ecological Processes*, *12*(1). <https://doi.org/10.1186/s13717-023-00434-z>
- Ribeiro, P., Gallo, J. A., Abba, A. M., Sánchez-Lalinde, C., Vélez-García, F., del Valle Álvarez, M. R., & Schiavetti, A. (2025). Unveiling the activity patterns and burrowing ecology of armadillos in the Atlantic Rainforest of Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. <https://doi.org/10.1080/01650521.2025.2487364>
- Ridout, M. S., & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, *14*(3), 322–337. <https://doi.org/10.1198/jabes.2009.08038>
- Ripple, W. J., Estes, J. A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M. P., Schmitz, O. J., Smith, D. W., Wallach, A. D., & Wirsing, A. J. (2014). Status and ecological effects of the world’s largest carnivores. In *Science* (Vol. 343, Issue 6167). American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.1241484>
- Ripple, W. J., Newsome, T. M., Wolf, C., Dirzo, R., Everatt, K. T., Galetti, M., Hayward, M. W., Kerley, G. I. H., Levi, T., Lindsey, P. A., Macdonald, D. W., Malhi, Y., Painter, L. E., Sandom, C. J., Terborgh, J., & van Valkenburgh, B. (2015). Collapse of the world’s largest herbivores. In *Science Advances* (Vol. 1, Issue 4). American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400103>

- Rodríguez, D., Reyes, A., Quiñones-Guerrero, A., Poveda-Gómez, F. E., Castillo-Navarro, Y., Duque, R., & Reyes-Amaya, N. R. (2020). Andean bear (*Tremarctos ornatus*) population density and relative abundance at the buffer zone of the Chingaza National Natural Park, cordillera oriental of the Colombian Andes. *Papeis Avulsos de Zoologia*, *60*, 1–7. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2020.60.30>
- Rodríguez Eraso, N., Armenteras-Pascual, D., & Alumbremos, J. R. (2013). Land use and land cover change in the Colombian Andes: Dynamics and future scenarios. *Journal of Land Use Science*, *8*(2), 154–174. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2011.650228>
- Rovero, F., & Meek, P. D. (2013). Which camera trap type and how many do I need? A review of camera features and study designs for a range of wildlife research applications. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, *24*(2), 148–156. <https://doi.org/10.4404/hystrix-24.2-8789>
- Rumiz, D. I. (2010). Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia, *2*, 53-73.
- Salom-Perez, R., Corrales-Gutierrez, D., Araya-Gamboa, D., Espinoza-Muñoz, D., Finegan, B., & Petracca, L. S. (2021). Forest cover mediates large and medium-sized mammal occurrence in a critical link of the Mesoamerican Biological Corridor. *PLoS ONE*, *16*(3 March). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249072>
- Santiago, W. T. V., Fonseca, C., da Silva Zanzini, A. C., Machado, F. S., de Moura, A. S., & Fontes, M. A. L. (2019). Activity pattern for medium and large mammals from the Cerrado domain. *Natureza Online*, *17*(2), 016-025.

- Santos, T., Marinho, P. H., Venticinque, E. M., & Fonseca, C. R. (2024). Spatial and temporal ecology of *Cerdocyon thous*: a mesopredator canid coping with habitat loss, fragmentation, and chronic anthropogenic disturbances. *Landscape Ecology*, *39*(8). <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01913-0>
- Sollmann, R., Mohamed, A., Samejima, H., & Wilting, A. (2013). Risky business or simple solution - Relative abundance indices from camera-trapping. *Biological Conservation*, *159*, 405–412. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.12.025>
- Suárez-Tangil, B. D., & Rodríguez, A. (2021). Estimates of species richness and composition depend on detection method in assemblages of terrestrial mammals. *Animals*, *11*(1), 186.
- Telles-Ospina, S., Quintero-López, E. E., & Grajales-Suaza, E. (2024). Patrones de actividad diaria de *Dasyprocta punctata* (Rodentia: Dasyproctidae) en sitios con y sin fuentes artificiales de alimento en la ciudad de Armenia, Quindío. *Mammalogy Notes*, *10*(2), 440. <https://doi.org/10.47603/mano.v10n2.440>
- Tobler, M. W., Carrillo-Percastegui, S. E., & Powell, G. (2009). Habitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern Peru. *Journal of Tropical Ecology*, *25*(3), 261–270. <https://doi.org/10.1017/S0266467409005896>
- Usiña, J. F., Castañeda-Chávez, A., Martín-Francisco, A., & Sánchez-Amaña, J. (2025). Ciclo de actividad de *Conepatus semistriatus* (Carnivora, Mephitidae) en una zona de valle interandino al oriente de Pifo, Pichincha, Ecuador. *Mammalia Aequatorialis*, *7*(2), 43–50. <https://doi.org/10.59763/mam.aeq.v7i2.122>

- Villafañe-Trujillo, Á. J., Kolowski, J. M., Cove, M. v., Medici, E. P., Harmsen, B. J., Foster, R. J., Hidalgo-Mihart, M. G., Espinosa, S., Ríos-Alvear, G., Reyes-Puig, C., Reyes-Puig, J. P., da Silva, X. M., Paviolo, A., Cruz, P., & López-González, C. A. (2021). Activity patterns of tayra (*Eira barbara*) across their distribution. *Journal of Mammalogy*, *102*(3), 772–788. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyaa159>
- Viscarra, M. E., Ayala, G. M., Ticona, H., & Wallace, R. B. (2022). Relative abundance and activity patterns of mesomammals in central Andes. *Therya*, *13*(2). <https://doi.org/10.12933/therya-22-11>
- Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K., & Vaughan, D. (2023). *dplyr: A grammar of data manipulation* (versión 1.1.3) [Paquete de software]. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>
- Wieczorek, J., Bloom, D., Guralnick, R., Blum, S., Döring, M., Giovanni, R., ... & Vieglais, D. (2012). Darwin Core: an evolving community-developed biodiversity data standard. *PloS one*, *7*(1), e29715.
- Willott, S. J. (2001). Species accumulation curves and the measure of sampling effort. *Journal of applied ecology*, *38*(2), 484-486.
- WeatherSpark. (s. f.). Clima promedio en Zapatoca, Colombia, durante todo el año. Recuperado el 11 de septiembre de 2025, de <https://es.weatherspark.com/y/24360/Clima-promedio-en-Zapatoca-Colombia-durante-todo-el-año>

Apéndices

Apéndice A

Mosaico de comportamientos reproductivos (oso en embarazo y oseznos) en la reserva.

