

## PROGRAMA DE ECOLOGÍA

### ACTA DE EVALUACIÓN INTEGRAL DE PROYECTO DE GRADO

En Popayán a los 4 días del mes de julio de 2023, se reunió de manera virtual en el enlace de meet <https://meet.google.com/ksc-fzv-k-bif> el Jurado Evaluador, integrado por:

José Joaquín Varela Restrepo y Carlos Andrés Duran Enríquez, para evaluar al estudiante de Ecología:

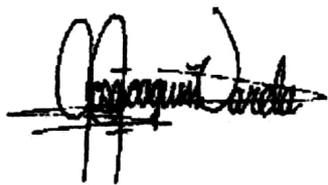
## YURANI NAYIVE PANTOJA DIAZ

El jurado evaluador atendiendo a los reglamentos del programa en Ecología y considerando que la estudiante ha demostrado suficiencia de conocimientos, capacidad analítica y deductiva, adaptación a situaciones nuevas, capacidad para la comunicación escrita y oral, aptitud para el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas, le confiere la calificación de:

ACEPTADO  \_\_\_\_\_

REPROBADO  \_\_\_\_\_

Para optar por el título de profesional en Ecología.



José Joaquín Varela Restrepo



Carlos Andrés Duran Enríquez

**Diversidad y patrones de actividad de pequeños y medianos mamíferos en la Reserva  
Natural y Cascada los Tucanes, del departamento de Boyacá, Colombia**



**FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA DE POPAYÁN**

**Yurani Nayive Pantoja Diaz**

**Fundación Universitaria de Popayán  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrarias  
Programa de Ecología  
Popayán 2023**

**Diversidad y patrones de actividad de pequeños y medianos mamíferos en la Reserva**

**Natural y Cascada los Tucanes, del departamento de Boyacá, Colombia**



**FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA DE POPAYÁN**

**Yurani Nayive Pantoja Díaz**

**Trabajo de investigación para optar por el título de Ecóloga**

**Directora: Nicole Estefanía Ibagón Escobar**

**Codirectora: Angela María Mendoza Henao**

**Fundación Universitaria de Popayán**

**Facultad de Ciencias Ambientales y Agrarias**

**Programa de Ecología**

**Popayán 2023**

## **Agradecimientos**

A la vida, por brindarme grandes oportunidades de aprendizaje y conocimientos que me llevaron a desarrollar este proyecto de investigación, el cual formó parte de mi crecimiento personal, académico y profesional.

A mis padres, por el apoyo incondicional, por haberme regalado la mejor educación y lecciones de vida, por enseñarme que con amor, esfuerzo, dedicación y compromiso es posible culminar las diferentes etapas de la vida.

A mi familia, mis hermanos, mi compañero de vida y todas aquellas personas especiales que me apoyaron en este proceso e hicieron parte de este largo camino de aprendizaje, brindándome la confianza, amor y tiempo necesarios para realizarme profesionalmente.

A mis amigos y compañeros con quienes me formé a lo largo de la carrera por los buenos momentos y aprendizajes compartidos, en particular a Evelyn A. Hoyos Cerón y Gabriel Quira Pizo por ser el reflejo de una buena amistad y grata compañía desde el inicio hasta el final de esta carrera.

A todas las personas que me brindaron sus conocimientos, apoyo y comprensión, resaltando en especial los aportes recibidos por parte de los investigadores del Instituto de Investigación de Recursos Biológicas Alexander von Humboldt, en especial a investigadores de la colección de mamíferos Nicolás Reyes, curador de la colección de mamíferos, y demás investigadores como Julián Lozano, Sebastián Cifuentes, Adriana Reyes, Nathalia Moreno, y mi compañera de práctica Nicolle Murillo como también a investigadores que hacen parte del proyecto LIFEPLAN en especial a Orlando Acevedo-Charry, Mailyn Adriana Gonzales Herrera y Paola Pulido por compartir sus conocimientos y buenas prácticas en campo.

A mi directora de tesis PhD. Nicole Estefanía Ibagón Escobar y en especial a mi codirectora Angela María Mendoza Henao por el compromiso entregado, el tiempo, su dedicación y por compartir conmigo grandes enseñanzas tanto en campo como en la elaboración del documento.

A la Fundación Universitaria de Popayán, al programa de Ecología y a sus docentes por sus consejos, enseñanzas y tiempo que me han otorgado a lo largo de la carrera.

Finalmente agradecerles a la Reserva Natural y Cascada los Tucanes, en particular a Fernando Forero, Pablo Forero y Luz Esmerada Peña por brindarme su apoyo y la confianza necesaria para realizar este proyecto de investigación que fortaleció mis conocimientos y me llevaron a enamorarme más por el campo de la investigación y cuidado de la naturaleza.

## **Dedicatoria**

Este proyecto de investigación va dedicado especialmente a mis padres que han estado siempre brindándome su amor, su tiempo y sabios consejos que han hecho de mí una mejor persona en la actualidad. Resalto que este logro es el resultado de años de esfuerzo y dedicación que sin ustedes no lo hubiese logrado.

A todas esas personas que formaron parte de este proceso, que nunca dudaron en mis capacidades y me abrieron las puertas de grandes oportunidades que fortalecieron mi crecimiento personal y profesional.

## **Contenido**

<b>Artículo</b> .....	1
<b>Resumen</b> .....	2
<b>Abstract</b> .....	4
<b>Introducción</b> .....	5
<b>Materiales y métodos</b> .....	7
<b>Resultados</b> .....	14
<b>Discusión</b> .....	26
<b>Bibliografía</b> .....	34

## Lista de figuras

Figura 1. Mapa de la Reserva Natural y Cascada los Tucanes con su respectiva ubicación de las cinco cámaras trampa. ....	8
Figura 2. Índices de abundancia relativa (IAR) para las especies de la Reserva Natural y Cascada los Tucanes. ....	19
Figura 3. Curva de acumulación de las especies de mamíferos de la Reserva Natural los Tucanes. ....	20
Figura 4. Patrones de actividad de mamíferos medianos más abundantes: <i>Cuniculus paca</i> y <i>Cuniculus taczanowskii</i> (A-B), <i>Didelphis marsupialis</i> (C), <i>Sylvilagus</i> sp. (D), <i>Syntheosciurus granatensis</i> (E) y <i>Dasyprocta punctata</i> (F), presentes en la Reserva Natural y Cascada. ....	24
Figura 5. Coeficiente de solapamiento entre el patrón de actividad de especies de mamíferos. Al eje horizontal se presente en tiempo estimado en 24 h para el eje vertical la densidad de actividad presentada, $\Delta_1$ indica el porcentaje de solapamiento entre especies, junto a los intervalos de confianza, representado por el color gris debajo de las curvas. ....	26

## Lista de Tablas

Tabla 1. Georreferencia de las cinco cámaras instaladas en una hectárea de bosque.....	9
Tabla 2. Valores guía de estimación del coeficiente de sobreposición de patrones de actividad (valores de estimación $\Delta$ ).....	13
Tabla 3. Esfuerzo de muestreo obtenido con las cámaras trampas en la Reserva Natural y Cascada los Tucanes.....	14
Tabla 4. Especies de mamíferos registradas para la Reserva Natural y Cascada los Tucanes y su estatus de conservación UICN 2022 .....	16

## **Artículo**

Trabajo de investigación presentado como opción de grado para el programa de pregrado en Ecología de la Fundación Universitaria de Popayán.

El documento a continuación sigue los lineamientos por los autores de la revista científica *Therya*, Asociación Mexicana de Mastozoología A.C.

**Diversity and Activity patterns of small and medium-sized mammals in the  
Reserva Natural y Cascada los Tucanes, department of Boyacá, Colombia**

**Diversidad y Patrones de actividad de pequeños y medianos mamíferos en la  
Reserva Natural y Cascada los Tucanes, del departamento de Boyacá, Colombia**

**Yurani Pantoja-Diaz<sup>1\*</sup>, Nicole Ibagón-Escobar<sup>1</sup>, and Angela M Mendoza-Henao<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Programa de Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, CP. 190002. Popayán  
Cauca. Email: [ecologia@fup.edu.co](mailto:ecologia@fup.edu.co) (YP-D), (NI-E).

<sup>2</sup> Colecciones Biológicas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander  
von Humboldt, Claustro de San Agustín, CP. 154001 Villa de Leyva, Colombia.  
[coleccionesiologicas@humboldt.org.co](mailto:coleccionesiologicas@humboldt.org.co) (AMM-H)

\*Corresponding author: [yuranypantoja23@gmail.com](mailto:yuranypantoja23@gmail.com)

## **Resumen**

El estudio de los patrones de actividad ofrece información acerca del comportamiento y ecología de los animales, y de este modo permite conocer datos sobre la densidad y abundancia poblacional. Para entender mejor los patrones actividad se implementa el fototrampeo, el cual aporta información en investigaciones de datos biodiversidad, conocimientos en uso de hábitat, horas de mayor y menor actividad y proporciona información sobre características para la identificación de nuevos registros. Con base en lo anterior, esta investigación tiene como objetivo caracterizar la diversidad y los patrones de actividad de mamíferos pequeños y medianos, de igual manera

registrar el índice de sobreposición de las especies presentes en un bosque andino de la cordillera oriental de Colombia, teniendo en cuenta que estos ecosistemas se ven afectados por la fragmentación de bosque como producto de las actividades de ganadería, agricultura, explotación forestal y minería. Por lo anterior se instalaron cinco cámaras trampa en una hectárea bosque y se analizaron los datos por medio de la plataforma Wildlife Insights, y programas estadísticos Rstudio y Past. Se registraron un total de 11 especies de mamíferos de las cuales se escogieron 6 especies, con mayor número de registros independientes para determinar su patrón de actividad. Las especies fueron clasificadas como diurnas, nocturnas, crepusculares/diurnas y crepusculares/nocturnas. Las especies con el mayor número de registros fueron *Dasyprocta punctata*, *Cuniculus paca*, *Cuniculus taczanowskii*, *Sylvilagus* sp., *Syntheosciurus granatensis* y *Didelphis marsupialis*. Con los registros obtenidos se pudo indagar sobre los comportamientos que presenta cada una de las especies, además de conocer las relaciones con otros individuos.

**Palabras clave:** Fototrampeo, índice de solapamiento, mamíferos, patrones de actividad, registros independientes.

## Abstract

The study of activity patterns provides information on behavior and ecology, so that data on population density and abundance can be obtained. To better understand the activity patterns, photo-trapping is implemented, which provides information on biodiversity data research, knowledge on habitat use, hours of peak and off-peak activity and provides information on characteristics for the identification of new records. Based on the above, this research aims to characterize the diversity and activity patterns of small and medium-sized mammals, as well as to record the overlapping index of the species present in an Andean forest of the eastern mountain range of Colombia, taking into account that these ecosystems are affected by forest fragmentation as a result of livestock, agriculture, logging and mining activities. Therefore, five camera traps were installed in one hectare of forest and the data were analyzed using the Wildlife Insights platform and statistical programs Rstudio and Past. A total of 11 species of mammals were recorded for which 6 species were chosen, with the highest number of independent records. The activity pattern was determined by classifying them as diurnal, nocturnal, crepuscular/diurnal and crepuscular/nocturnal. The species with the highest number of records were *Dasyprocta punctata*, *Cuniculus paca*, *Cuniculus taczanowskii*, *Sylvilagus* sp. *Syntheosciurus granatensis* and *Didelphis marsupialis*. With the records obtained, we were able to investigate the behaviors of each of the mammal species, as well as learn about their relationships with other individuals.

**Keywords:** Camera trapping, overlap index, mammals, activity patterns, independent records.

## Introducción

Entre los ecosistemas colombianos, los bosques andinos se ven particularmente afectados debido a los procesos continuos de fragmentación de bosque como producto de las actividades de ganadería, agricultura, la explotación forestal, minería, y en especial el crecimiento de la población humana (Velasco-Linares & Vargas, 2008). La modificación del hábitat ha contribuido a producir fuertes cambios en la estructura de los ecosistemas, aumentando la competencia por espacio y alimento entre las especies que habitan dichos bosques, causando la extinción parcial o total de las mismas (Guido Lemus, 2015). Entre los grupos de organismos más afectados por la pérdida de hábitat y recurso se destacan los mamíferos, al necesitar de espacios amplios y recursos suficientes para poder sobrevivir (Cáceres-Martínez *et al.*, 2016; Santos & Tellería, 2006). Estos organismos también se enfrentan a amenazas como la cacería, la cual tiende a generar desequilibrio en las poblaciones de especies (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2019).

Los mamíferos aportan a la contribución de los procesos ecológicos, es decir en la descomposición y remoción de la materia orgánica, el control de poblaciones, la herbívora, la dispersión de semillas y sobre todo contribuyen a la regeneración de bosques (Monterroso *et al.*, 2014; Rumiz, D. I. 2010). Por esta razón, conocer sus comportamientos diarios o sus patrones de actividad en su búsqueda diaria de alimento, refugio o pareja, contribuye a desarrollar estrategias locales de conservación y aumentar la comprensión básica en competencia y depredación (Mosquera-Guerra *et al.*, 2018).

Los estudios desarrollados sobre los patrones de actividad se han generado como estrategias para conocer los comportamientos y la ecología de los mamíferos, de tal modo que

aportan información relevante la cual permite conocer las especies, datos de abundancia y densidad poblacional, de tal manera que estos estudios se realizan en función a la conservación de la biodiversidad (Bonilla-Sánchez *et al.*, 2020). Además los estudios relacionados con patrones de actividad permiten conocer si una especie ha cambiado su hábito normal, en relación a sus horas de mayor o menor actividad, por lo tanto se puede relacionar con la presión ejercida sobre algún depredador, la cacería, disponibilidad de recurso o de hábitat (Encalada L.M., 2018). En Colombia esta información se ha priorizado en regiones que albergan gran diversidad de especies, y variabilidad de ecosistemas como la región Andina, Amazonía y el Pacífico (Catillo-Figueroa *et al.*, 2021; Cáceres-Martínez *et al.*, 2016; Solari *et al.*, 2013)

El uso de cámaras trampa para el registro de mamíferos aporta información importante en la investigación de la biodiversidad. Esta herramienta provee información sobre la presencia o ausencia de especies y, además, permite registrar la diversidad de especies, estimar su abundancia, conocer sus comportamientos, y ayudar con el monitoreo constante del hábitat y las especies (Díaz-Pulido & Payán-Garrido, 2012). Así mismo, gracias al uso de cámaras trampa se han podido registrar nuevas especies por las características visibles en las fotografías y video como el color, tamaño de las especies y comportamientos (Terrones-Contreras *et al.*, 2008).

De esta manera, este estudio realizado en la Reserva Natural y cascada los Tucanes permitió obtener informaciones relevantes de la ecología del ensamblaje de mamíferos pequeños y medianos, la cual puede dar indicios del posible impacto de alteraciones como la ampliación de la frontera agrícola, incremento de la ganadería, crecimiento de la población, minería y en especial la cacería en la conducta de estas especies. Además, teniendo en cuenta que son pocos los estudios realizados sobre el comportamiento de mamíferos en las zonas andinas, este estudio

también sirvió para conocer cómo pueden variar estos comportamientos respecto a ensamblajes en tierras bajas.

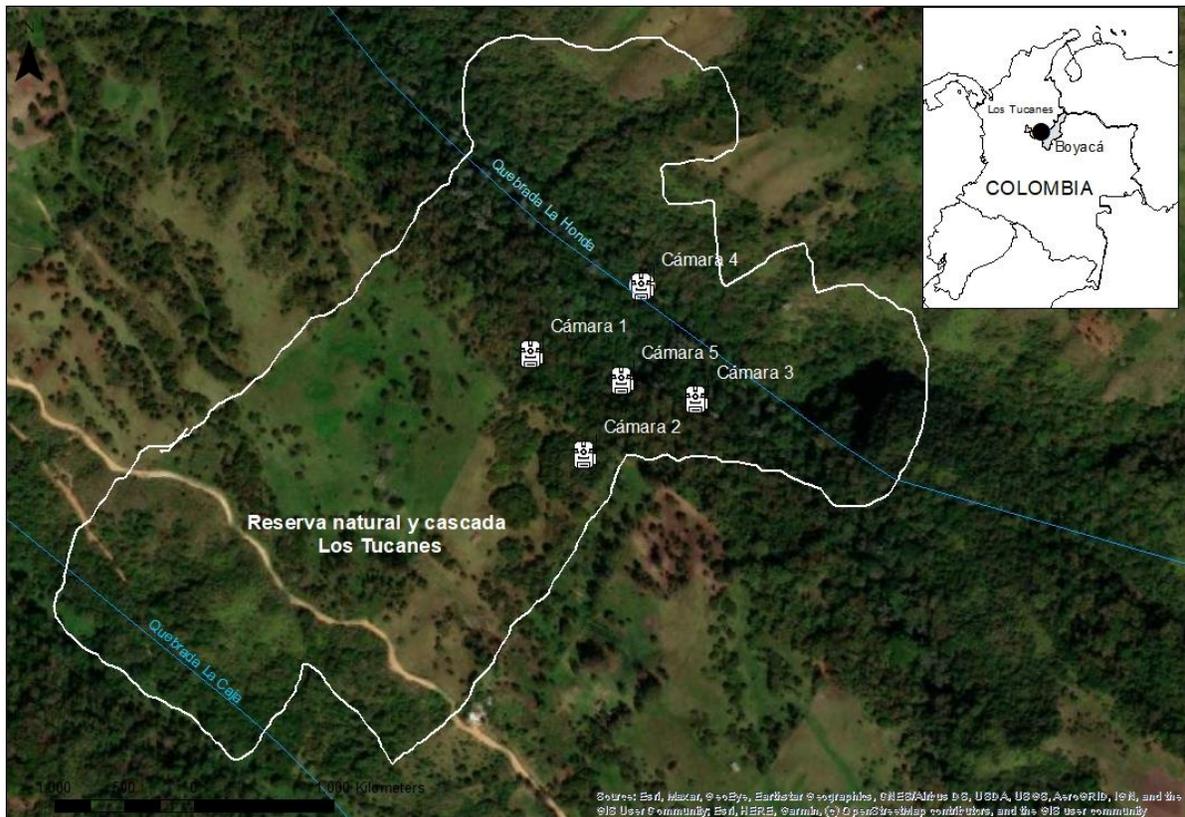
Con base a lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo caracterizar la diversidad y los patrones de actividad de mamíferos pequeños y medianos presentes en un bosque andino de la Cordillera Oriental de Colombia. De tal manera, con este trabajo se proporcionó información que contribuya a fortalecer la conservación de los mamíferos de la Reserva Natural y Cascada los Tucanes. Esta investigación se enmarca en el proyecto global LIFEPLAN (Project LIFE-PLAN – A Planetary Inventory of Life) que tiene como objetivo conocer el estado actual de la biodiversidad en todo el mundo y utilizar la información en generar predicciones precisas en los escenarios futuros; además de mejorar los conocimientos existentes sobre la riqueza de las especies a escalas globales, valorar cuáles son sus tendencias al cambio climático y cómo se estructuran en las comunidades (Universidad de Helsinki, 2020).

## **Materiales y métodos**

### **Área de estudio**

La Reserva Natural y Cascada los Tucanes (RNCT) se localiza en bosque andino, al noreste de los Andes colombianos, específicamente en la Cordillera Oriental, en el departamento de Boyacá, entre los municipios de Gachantivá y Moniquirá, entre las veredas la Caja y Coper a una elevación de 2 340 m s.n.m (Figura. 1). Presenta un clima templado húmedo con temperaturas promedio de 14° y 20° C (Tovar García & Acevedo-Charry, 2021). Se destaca la confluencia de la cascada los Tucanes y la quebrada la Honda, la cual nace en la vereda Tres Llanos y desemboca en el río Moniquirá, y separa a los municipios de Gachantivá y Moniquirá. La RNCT

actualmente cuenta con una extensión de 30 hectáreas, comprende ecosistemas de los bosques andinos, se caracteriza por la presencia de robledales en diferentes etapas de regeneración, y está rodeada de una matriz que incluye potreros, y cultivos agroforestales. Desde el año 2018 hasta la actualidad la RNCT centra sus actividades en la conservación y el turismo ecológico.



*Figura 1. Mapa de la Reserva Natural y Cascada los Tucanes con su respectiva ubicación de las cinco cámaras trampa.*

## **Fototrampeo**

El muestreo se desarrolló durante un periodo de seis meses (enero de 2022 a junio de 2022). El área de estudio fue establecida por parte del proyecto global LIFEPLAN, donde se instalaron

cinco estaciones de muestro en una hectárea de bosque, separadas por distancias mínimas de 100 m (Figura.1). Cada estación fue asignada con un número y georreferenciada con GPS GARMIN 64SX (Tabla 1). Las cámaras trampas usadas para este proyecto son modelos personalizados “4.0 C” de “Wildlife Monitoring Solutions”.

*Tabla 1. Georreferencia de las cinco cámaras instaladas en una hectárea de bosque.*

Sitio	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
Cámaras 1	5°47'22.44" N	73°33'01.70 W
Cámaras 2	5°47'19.52" N	73°33'0.16 W
Cámaras 3	5°47'21.10 N	73°32'56.86" W
Cámaras 4	5°47'24.38 N	73°32'58.49" W
Cámaras 5	5°47'21.67 N	73°32'59.07" W

Dichas cámaras se colocaron a una altura promedio de 0,4 m del suelo, fueron configuradas con fechas y horas UTC-0, debido a esto se realizó de manera manual una reducción de menos cinco horas para definir la hora local colombiana. Estas cámaras permanecieron activas durante 24 horas, programadas para registrar fotografías a partir del estímulo de activador, el sensor infrarrojo se activa cada vez que detecta individuos cercanos en movimiento, generando fotografías con un intervalo de 0,6 s mientras siga el estímulo al frente del activador. Siguiendo las especificaciones del proyecto LIFEPLAN, las estaciones de muestreo fueron revisadas semanalmente, con el fin de verificar las baterías, descargar las imágenes capturadas, y sobre todo evitar margen de error con respecto a los daños técnicos.

## **Análisis de datos**

Las condiciones de amenaza de los mamíferos registrados se consultaron en el libro rojo de mamíferos de Colombia (Alberico *et al.*, 2006), las características de amenaza adoptadas por la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (UICN), consignadas en The UICN Red List Of Threatened Species (UICN, 2022) y la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bajo estos criterios, las especies son categorizadas en peligro crítico (CR) cuando se enfrenta a un riesgo extremadamente alto de extinción, en peligro (EN) cuando enfrenta un riesgo de extinción o deterioro poblacional en su estado silvestre, en estado vulnerable (VU) se enfrentan a un moderado riesgo de extinción, casi amenazada (NT) las especies pueden enfrentarse a un riesgo de extinción a futuro, se considera a las especies en preocupación menor (LC) cuando no están consideradas en ningún de los rangos anteriores bajo los criterios de la lista roja. De esta misma manera se tiene en cuenta rangos en categoría de Extintos (EX), especies No evaluadas (NE) y especies con datos insuficientes (DD) (UICN, 2022).

De igual manera, se relacionó a las especies de mamíferos presentes en la zona de acuerdo con la categoría de gremios tróficos en herbívoros, insectívoros, frugívoros, carnívoros, u omnívoros (Tirira, 2007), y las diferencias en los hábitos de vida (terrestres y arborícolas) (Mora-Benavides, 2008; Mosquera-Guerra *et al.*, 2018; Tirira, 2007).

Los registros de campo obtenidos de las cámaras trampa del área de estudio fueron cargados en la plataforma Wildlife Insights (Wildlife Insights, 2022), con la que se realizó una primera identificación de las especies registradas de mamíferos en la zona en cada uno de los puntos de muestreo. A partir de esta primera identificación de los mamíferos se obtuvo una base de datos que después fue revisada y corregida siguiendo la taxonomía de la lista actualizada de

especies de mamíferos de Colombia (Ramírez-Chaves *et al.*, 2021) y la colaboración del grupo de expertos de la colección de mamíferos del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Los datos arrojados por la plataforma fueron descargados y organizados de forma que permitió identificar la información de fechas y horas local (hora colombiana). Para la asignación de registros independientes, se consideraron fotografías consecutivas con diferentes especies, fotografías independientes por cámaras, y fotografías de la misma especie tomada en intervalos de 3 h. Todo esto para evitar pseudo-replicación debido a la cercanía de las cámaras y los movimientos de las especies en la zona (Lira-Torres & Briones-Salas, 2012).

El esfuerzo de muestreo presente en este estudio se obtuvo multiplicando del número total de cámaras trampa, por el total de días que permanecieron activas (Hernández-Pérez *et al.*, 2015). Igualmente se realiza un análisis del índice de abundancia relativa (IAR) de especies, el cual se estimó a partir del número de registros independientes en relación con el esfuerzo de muestreo  $IAR = C/EM * 100$  (Lira-Torres & Briones-Salas, 2012; Mandujano, 2019; Mosquera-Guerra *et al.*, 2018), donde C = capturas o eventos fotografiados independientes, EM = esfuerzo de muestreo (N°. de cámaras \* días de monitoreo) multiplicado por 100 (unidad estándar). Los valores IAR obtenidos se tuvieron en cuenta para el análisis de las especies presentes en la Reserva.

La curva acumulación se realizó a partir de los registros independientes de las especies, mediante el paquete BiodiversityR de programa “R versión 4.2.1” el cual permite estimar la riqueza promedio de las especies y el margen de error estándar mediante el método “exact” (Pérez-Solano, 2017). Por otra parte. Se uso el programa estadístico “Past versión 4.09” (Hammer *et al.*, 2001), para estimar los índices de Shannon-Wiener (H) y Simpson (D), y de tal

manera tener indicios sobre la diversidad presente en la zona (Espinosa, 2019). Para resaltar mejor los resultados de la diversidad obtenida se tiene presente los valores establecidos. Para Shannon-Wiener los valores van entre 1 y 4,5 donde los valores por encima de 3 son interpretados como “diverso”. Este se basa en una medición de incertidumbre, es decir la probabilidad que puede existir a que un individuo seleccionado aleatoriamente se relacione con una comunidad. Para el caso del índice de Simpson el máximo valor es tomado es con el logaritmo de S “número de especies,” sus valores varia de 0 a 1 donde 0 se representa como diversidad infinita y 1 no representa ninguna diversidad, de este modo el índice de Simpson (1-D) mide la probabilidad que dos individuos seleccionados aleatoriamente pertenezcan a la misma especie (Espinosa, 2019).

Para determinar el patrón de actividad de los mamíferos pequeños y medianos presentes en la RNCT, se realizó el filtro de las especies con mayores registros fotográficos y se escogieron seis especies que presentaran el mayor número de registros independientes. Se elaboraron histogramas circulares por medio del paquete “ggplot2” en el programa Rstudio para representar los patrones de actividad de cada una de las especies, donde se observa las horas de actividad y los picos de mayor actividad en cada una de las especies, se determinó al eje Y para los registros de especies, y el tiempo estimado por horas al eje X. Los patrones de actividad se clasificaron en, diurnos: cuando se observaba luz solar (8:00 - 18:00 horas), nocturnos: cuando no se observaba luz solar (20:00 - 06:00 horas), periodos crepusculares/diurnos (6:00 - 8:00) y crepusculares/nocturnos (18:00 - 20:00 horas) (Barrezueta, 2021; Lira-Torres & Briones-Salas, 2012; Van Schaik, 1996).

Para estimar la superposición de los patrones de actividad entre las especies de mamíferos más abundantes, se usó el paquete “overlap” en el programa Rstudio (Meredith &

Ridout, 2021). Se estimó el coeficiente de densidad de los registros de especies basado en la superposición delta ( $\Delta$ ) por medio el análisis de Kernel (DK) (Echavarría-Becerra, 2021; Ridout & Linkie, 2008). Igualmente se determinó el nivel de confianza y la densidad de la actividad con el coeficiente de superposición delta ( $\Delta$ ), basados en el área sombreada formada a partir de la unión de las dos funciones de los patrones de actividad indicando  $\Delta=0$  no hay superposición, mientras que  $\Delta=1$  corresponde a una superposición completa (Echavarría-Becerra, 2021). El cálculo se realizó usando el parámetro  $\Delta 1$  para indicar muestras pequeñas (Linkie & Ridout, 2011; Ridout & Linkie, 2009), La densidad de Kernel (KD) se estima bajo un intervalo de confianza *bootstrap* 95% de 1.000 repeticiones en relación a la actividad en horas día (Linkie & Ridout, 2011; Meredith et al., 2018; Monterroso et al., 2014) . Para ampliar el índice de incertidumbre se considera valores de superposición bajo, medio y alto (Tabla 2), según lo sugerido por Monterroso et al., (2014).

*Tabla 2. Valores guía de estimación del coeficiente de sobreposición de patrones de actividad (valores de estimación  $\Delta$ ).*

<b>Nivel de sobreposición</b>	<b>Estimación</b>	<b>%</b>
Baja	$\Delta \leq 0,5$	< 50
Moderada	$0,5 < \Delta \leq 0,75$	50 - 75
Alta	$\Delta > 0,75$	> 75

## Resultados

### Riqueza de especies

El esfuerzo total de muestreo fue 180 días / cámara, se obtuvieron 886 fotografías de las cuales 147 fueron efectivas para el registro de las especies de fauna silvestre (Tabla 3). Se registraron un total de 11 especies de mamíferos pertenecientes a cinco órdenes, ocho familias, ocho géneros, nueve especies. El orden mejor representado fue Rodentia, con cuatro familias, tres géneros, cuatro especies y una identificación sólo hasta género, Para el orden Didelphimorphia se identificaron tres familias, tres géneros, dos especies, y una especie no identificada correspondiente al subgénero (*Micoureus* sp.) (Tabla 4).

*Tabla 3. Esfuerzo de muestreo obtenido con las cámaras trampas en la Reserva Natural y Cascada los Tucanes.*

Cámaras	5
Instalación	1/01/2022
Último Registro	30/06/2022
Días de muestreo	180
Esfuerzo de muestreo Día/cámara	900
Número total de Registros	5 .162
Número Registros Efectivos	886
% Efectividad muestreo	17,16
Registros Efectivos Cámara/día	0,98

Las especies mejor representadas son *Dasyprocta punctata* Gray, 1842 (n = 42), *Cuniculus paca* Linnaeus, 1766 (n = 34), *Sylvilagus* sp. (n = 29), y *Syntheosciurus granatensis* Humboldt, 1811 (n = 11), las especies con registros más bajos fueron *Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758 (n = 7) y *Didelphis pernigra* JA Allen, 1900 (n = 3) y *Cuniculus taczanowskii* Stolzmann, 1865 (n = 7). Las demás especies solo se registraron una sola vez, y se resalta a especies poco comunes para la zona como es el caso de *Tamandua mexicana* Saussure, 1860 (n = 1, Tabla 4).

Entre los registros de especies identificados, una de ellas se categoriza como casi amenazadas (NT) *C. taczanowskii* (UICN, 2022). También se encuentra el género *Sylvilagus* cuyas especies están como No Evaluadas (NE), así mismo las especies de la familia Cricetidae. Las demás especies se encuentran en preocupación menor (LC), bajo lo estipulado por la UICN (2022). Los hábitos más comunes registrados para estos mamíferos son terrestres y arborícolas, siendo el hábito terrestre el principal, seguido del hábito de vida arborícola. Sus tipos de alimentación varían siendo la especies omnívoras y herbívoras con mayor dominancia que las insectívoras y frugívoras (G-BIF, 2022) (Tabla 4).

Tabla 4. Especies de mamíferos registradas para la Reserva Natural y Cascada los Tucanes y su estatus de conservación UICN 2022

LC: preocupación menor, NT: casi amenazada, NE: no evaluado. Gremio trófico Omn = Omnívoro, Ins = Insectívoro, Fru = Frugívoro, Herb = Herbívoro Arb = Arborícola, Ter = Terrestre.

Orden	Familia	Genero	Nombre científico	Nombre común	Registros	Gremio trófico	UICN 2022	Habito de Vida
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta</i>	<i>Dasyprocta punctata</i> Gray, 1842	Guatin-Agutí centroamericano	42	Fru	LC	Ter
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus</i>	<i>Cuniculus taczanowskii</i> Stolzmann, 1865	Paca de tierras bajas-Tinajo	7	Herb	NT	Ter
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus</i>	<i>Cuniculus paca</i> Linnaeus, 1766	Paca de montaña-Tinajo	34	Herb	LC	Ter
Rodentia	Cricetidae	-	-	Ratón	9	Herb	-	Ter

---

Rodentia	Sciuridae	<i>Syntheosciurus</i>	<i>Syntheosciurus</i>	Ardilla cola roja	11	Omn	LC	Arb
			<i>granatensis</i>					
			Humboldt, 1811					
Didelphimor phia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>Didelphis</i>	Zarigüeya de	7	Omn	LC	Ter
			<i>marsupialis</i>	orejas negra-fara				
			Linnaeus, 1758					
Didelphimor phia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya de	3	Omn	LC	Ter
			JA Allen, 1900	orejas blancas- fara				
Didelphimor phia	Didelphidae	<i>Marmosa</i>	<i>Marmosa</i>	Raposa peluda	3	Omn	LC	Arb
			( <i>Micoureus</i> sp)					
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>Sylvilagus</i> sp	Conejos	29	Herb	-	Ter
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus</i>	<i>Dasyopus</i>	Armadillo	1	Ins	LC	Ter
			<i>novemcinctus</i>					
			Linnaeus, 1758					

---

---

Pilosa	Myrmecophagi	<i>Tamandua</i>	<i>Tamandua</i>	Oso hormiguero	1	Ins	LC	Arb-
	dae		<i>mexicana</i>					Ter
			(Saussure, 1860)					

---

## Abundancia relativa de especies

A partir de los registros independientes de cada una de las especies de mamíferos, se evaluó la abundancia relativa de las especies presentes en la RNCT. Tres especies presentaron valores altos de IAR: se consideran a *D. punctata* (IAR = 4,67) seguido de *C. paca* (IAR = 3,78) y *Sylvilagus* sp. (IAR = 3,22), como los registros más altos. Se considera también a registros de *S. granatensis* (IAR = 1,22), como registros moderados en abundancia, y finalmente se tiene presente valores que corresponden a las especies menos abundantes de la Reserva, *Rodentia* (IAR = 1,00) *D. marsupialis* en (IAR = 0,78) y *T. mexicana* (IAR = 0,11) (Figura 2).

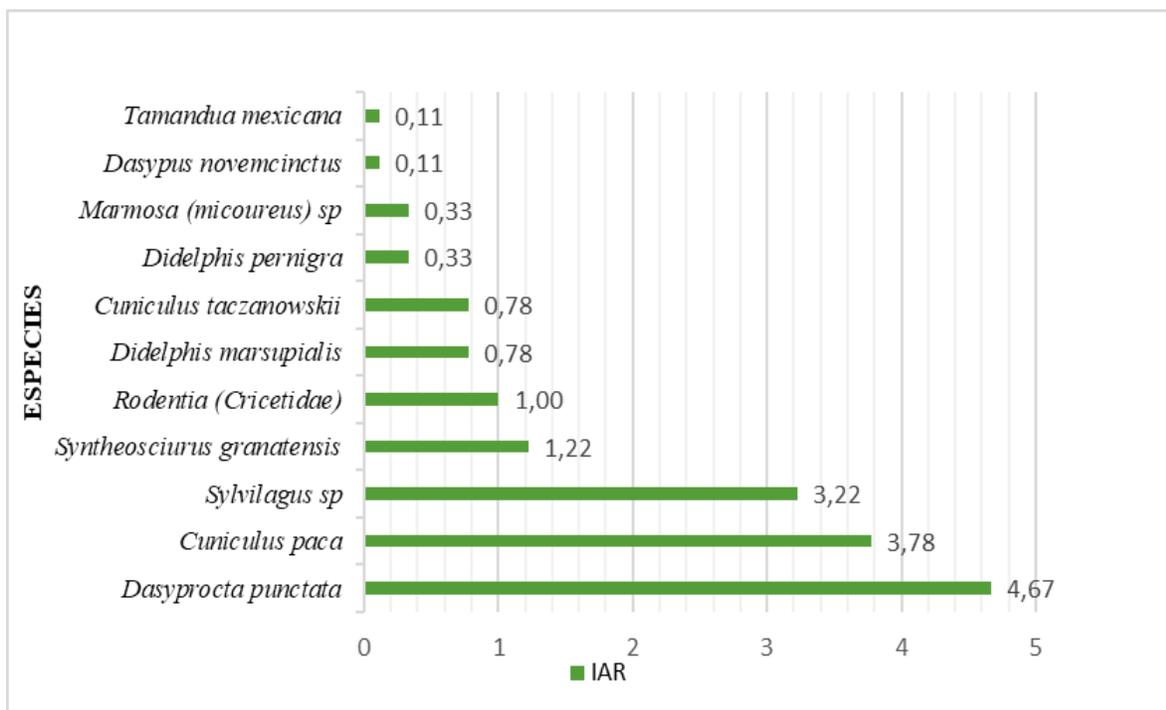


Figura 2. Índices de abundancia relativa (IAR) para las especies de la Reserva Natural y Cascada los Tucanes.

### Curva de acumulación

Tomando en consideración la curva de acumulación de las 11 especies registradas, se muestra un comportamiento asintótico, lo que indica que son muy pocas las especies que faltan por registrar. Se toma en cuenta también, que el muestreo se realizó en una hectárea del bosque, por lo tanto, las cinco cámaras fueron suficientes para registrar los mamíferos en este sector de la Reserva (Figura 3).

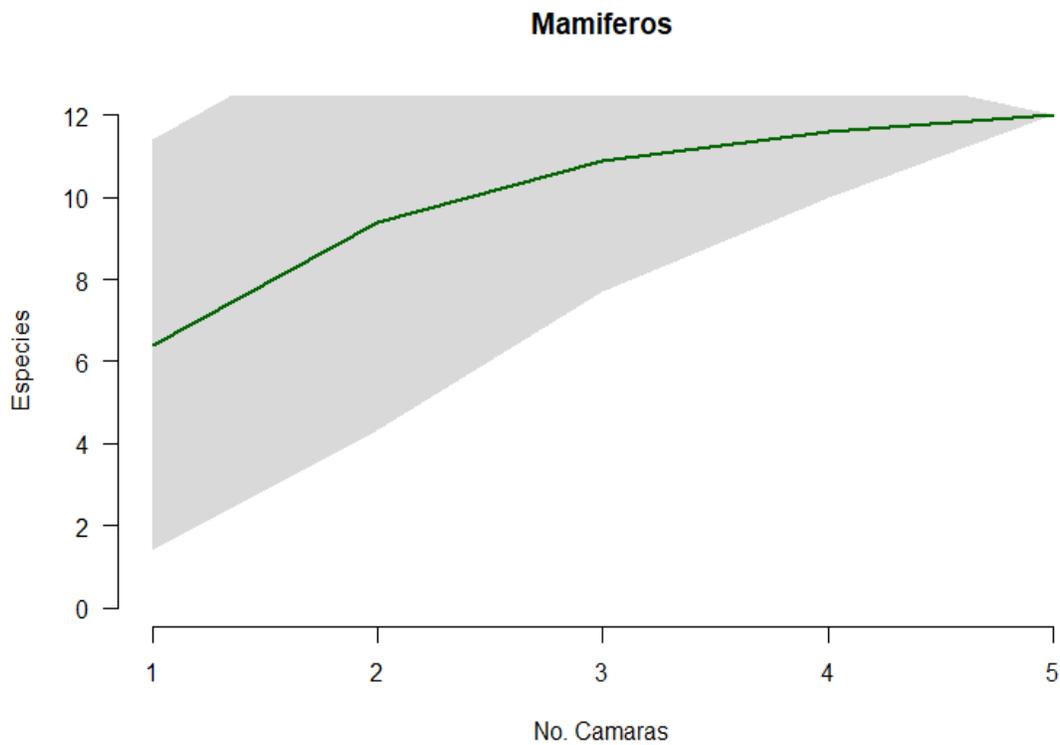


Figura 3. Curva de acumulación de las especies de mamíferos de la Reserva Natural los Tucanes.

## Diversidad de Especies

El análisis de diversidad, de las 11 especies de mamíferos registrados, muestra una diversidad con tendencia moderada, para el índice de Shannon-Wiener ( $H = 1,932$ ). Mientras tanto el índice de Simpson (1-D) muestra una diversidad alta en un rango de  $1-D = 0,8167$ .

## Patrones de actividad

De los patrones de actividad diaria evaluados para las especies más abundantes se encontró que dichos grupos tienen clasificaciones de hábitos diurno, nocturno, crepusculares/diurnos y crepusculares nocturnos. Los mamíferos con hábitos diurnos fueron *D. punctata*, y *S. granatensis*. Las especies con hábito nocturno fueron *C. paca*, *C. taczanowskii*, *Sylvilagus* sp. y *D. marsupialis*. Finalmente se identifican con periodos crepusculares-nocturnos a *C. paca*, *D. punctata*, *Sylvilagus* sp. y *D. marsupialis*. la especie *S. granatensis* fue la única con hábito enteramente diurno (Figura 4).

En cuanto a las horas de actividad se encontró que *C. paca* ( $n = 34$ ) y *C. taczanowskii* ( $n = 7$ ) tuvieron horas de actividad similares entre la 01:00 y 02:00 horas (Figura. 4, A-B), sin embargo, *C. paca*, su periodo de actividad comienza desde las 18:00 horas y se mantiene hasta las 05:00 horas, con mayor actividad entre las 18:00 - 19:00, y de 01:00 – 04:00 horas, mientras que *C. taczanowskii* sus horarios de actividad comienza desde las 20:00 hasta las 02:00 horas de la noche, y los picos altos de actividad fueron entre 20:00 -22:00 y 01:00 – 02:00 horas. Hay que resaltar que, bajo estos criterios, *C. paca* se considera también como una especie crepuscular/nocturna al tener actividad entre las 18:00 -19:00 horas.

Por otro lado, *D. marsupialis* (n = 7), (Figura 4, C) fue registrada exclusivamente durante un periodo nocturno y un horario crepuscular/ nocturno entre las 18:00 y 19:00 horas, resaltando la actividad más alta entre las 22:00 y 23:00, horas, Finalmente, *Sylvilagus* sp. (n = 29) (Figura 4, D) presenta horarios de actividad relativamente nocturnos y crepusculares, iniciando con registros entre las 18:00 y 05:00 horas, donde se presenta un mayor registro en la jornada crepuscular (18:00-19:00 horas).

Para los registros diurnos se encontró que *S. granatensis* (n = 11) (Figura 4, E) fue registrada desde las 7:00 - 9:00 horas, e iniciando nuevamente actividad desde las 12:00 hasta las 16:00 horas, registrando la mayor actividad entre las 08:00 y 09:00 horas, y señalando un periodo crepuscular diurno de una hora entre las 07:00 y 08:00 horas.

*Dasyprocta punctata* (n = 42) (Figura. 4, F) se registra mayormente en los horarios diurnos, desde las 09:00 y 19:00 horas, teniendo picos de mayor actividad entre las 17:00 y 18:00 horas, se tiene en cuenta que los registros durante el día son constantes, y se identifica la presencia de registros crepusculares/nocturnos entre 18:00 y 19:00 horas.

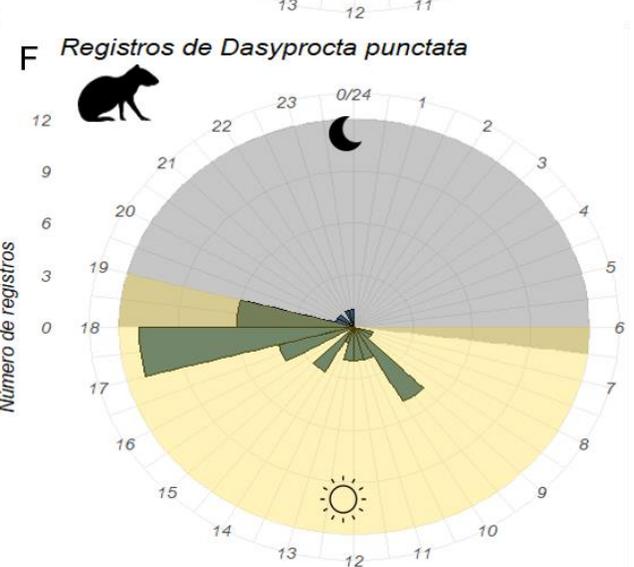
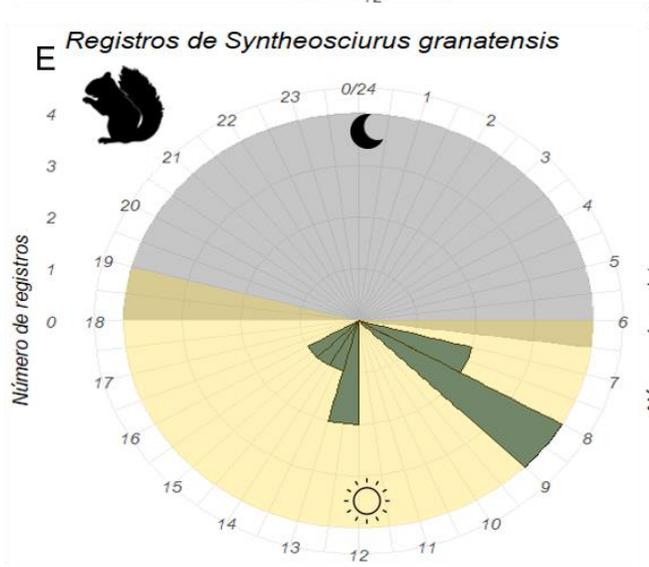
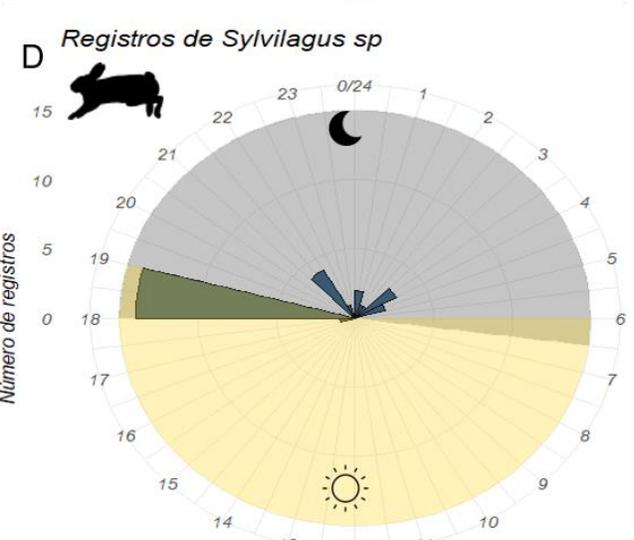
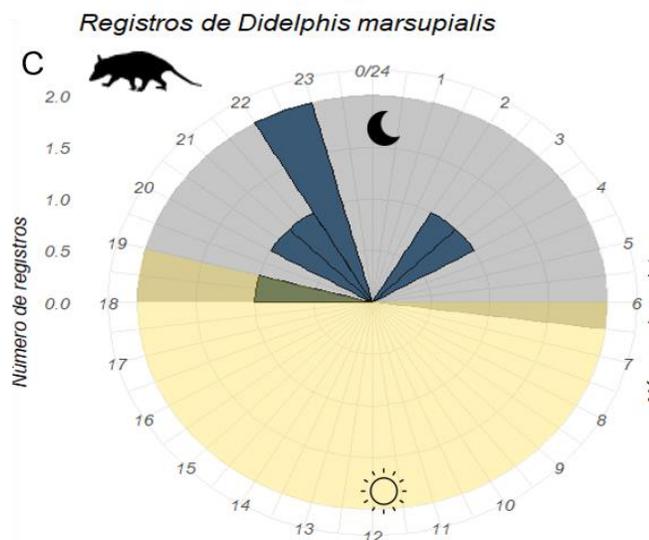
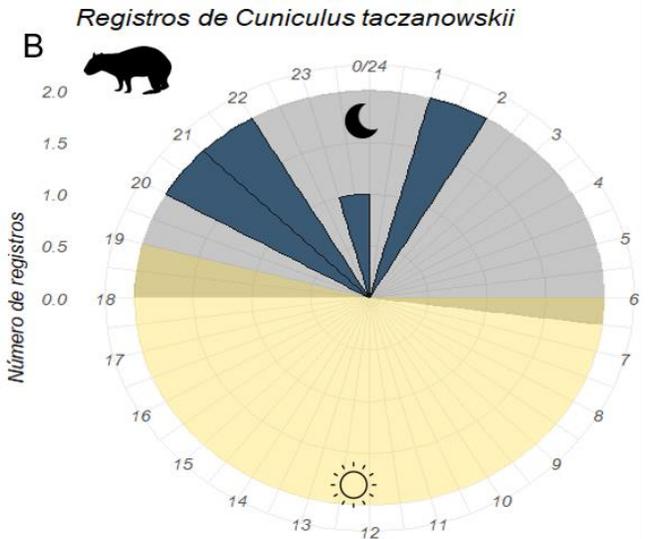
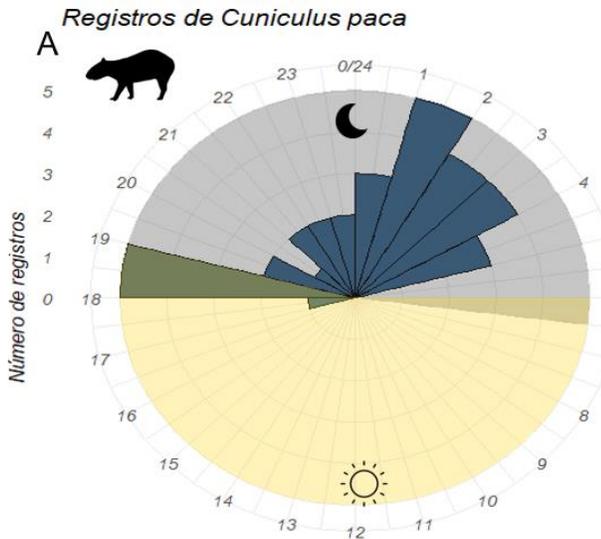
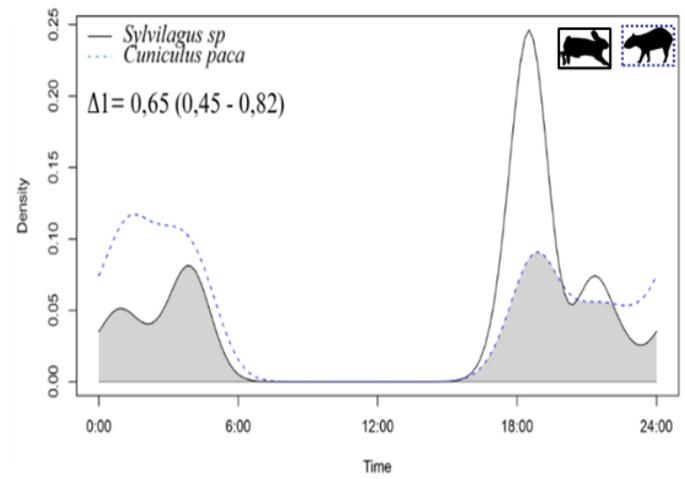
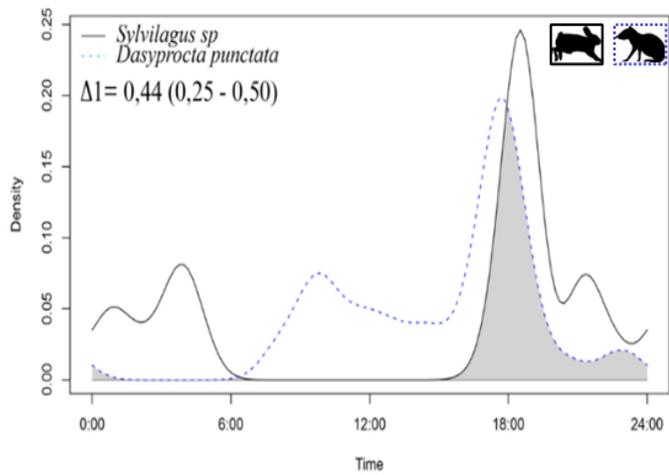
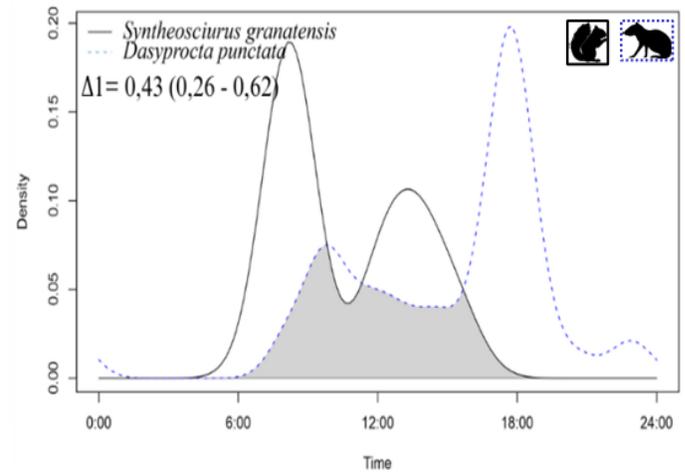
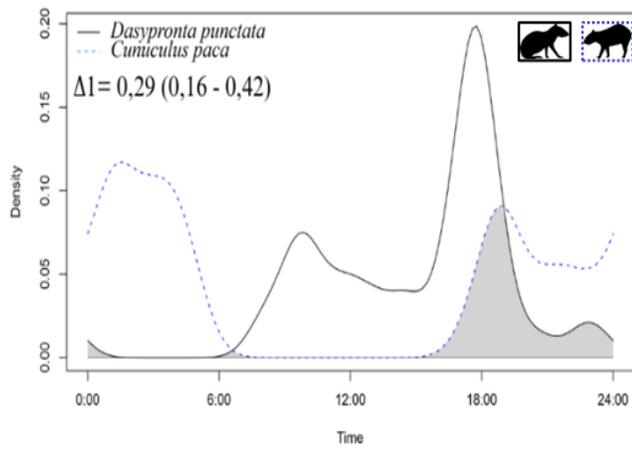
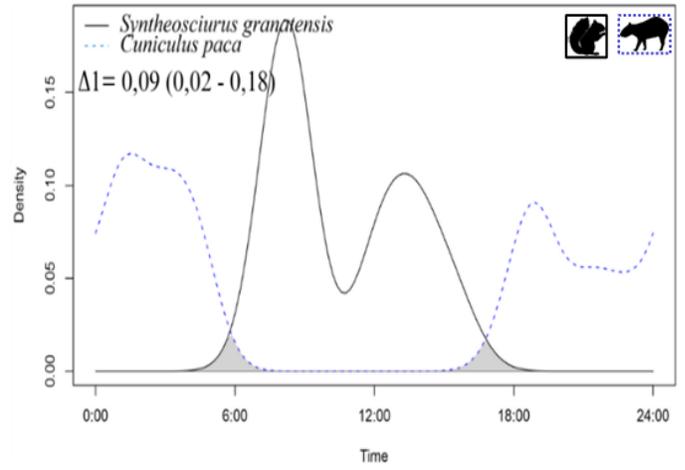
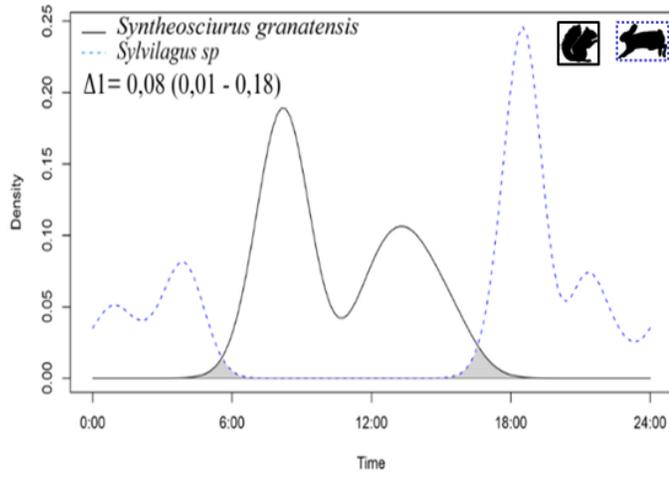


Figura 4. Patrones de actividad de mamíferos medianos más abundantes: *Cuniculus paca* y *Cuniculus taczanowskii* (A-B), *Didelphis marsupialis* (C), *Sylvilagus* sp. (D), *Syntheosciurus granatensis* (E) y *Dasyprocta punctata* (F), presentes en la Reserva Natural y Cascada.

### Solapamiento temporal de especies

El índice de sobreposición de dos especies se indica a partir del área sombreada de cada gráfico (Fig. 5), en donde se presentaron índices de sobreposición que van desde  $\Delta \geq 0,01$ , bajo hasta  $\Delta \leq 0,82$ , siendo este último un índice de sobreposición relativamente alto para las especies.

Se obtuvo un índice bajo de superposición entre especies de hábito diurno y nocturno como *S. granatensis* - *Sylvilagus* sp. ( $\Delta_1 = 0,08$ ) y *S. granatensis* - *C. paca* ( $\Delta_1 = 0,09$ ), lo que indica que no existe sobreposición temporal para estos pares de especies. Entre las especies que presentan superposición en algún momento del día se estima a *D. punctata* con hábitos diurnos y *C. paca* nocturnos, para los cuales se obtuvo un índice de superposición moderado ( $\Delta_1 = 0,29$ ), dado que comparten un periodo de actividad en los horarios crepusculares. Las especies *S. granatensis* y *D. punctata* presentan una superposición moderada ( $\Delta_1 = 0,43$ ), con una superposición parcial en horarios diurnos. La relación entre *Sylvilagus* sp. con hábito nocturno y *D. punctata* diurno presenta un índice de superposición moderada ( $\Delta_1 = 0,44$ ) con solapamiento en horarios crepusculares. Finalmente para el caso de *Sylvilagus* sp. y *C. paca*, las cuales son especies con hábitos nocturnos, presentan relación de superposición moderada con una mínima relación tendencia a una superposición alta ( $\Delta_1 = 0,65$ ) se resalta los hábitos de encuentro crepusculares (Figura 5). Por lo tanto, la superposición de horas de actividad entre pares de especies fue altamente heterogénea, con relación a encontrar índices bajos moderados y relativamente altos sobre todo con superposiciones en los horarios crepusculares.



*Figura 5. Coeficiente de solapamiento entre el patrón de actividad de especies de mamíferos. Al eje horizontal se presente en tiempo estimado en 24 h para el eje vertical la densidad de actividad presentada,  $\Delta_1$  indica el porcentaje de solapamiento entre especies, junto a los intervalos de confianza, representado por el color gris debajo de las curvas.*

## **Discusión**

En esta investigación se desarrolló la primera caracterización de las especies de mamíferos registrados para la Reserva Natural y Cascada los Tucanes. Los mamíferos presentes corresponden a especies con un alto nivel de tolerancia a ambientes perturbados y fragmentados, esto concuerda con las condiciones de la RNCT, ubicada en un área afectada por procesos de ampliación agrícola, ganadería, minería, y tala de bosque (Azevedo-Ramos *et al.*, 2006; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2019). Este resultado coincide con lo encontrado en otros estudios sobre la resiliencia que presentan algunos mamíferos en estos ambientes, ya que se ven beneficiados por los cuerpos de agua introducidos, refugio temporal o parcial, la diversidad de recursos alimenticio proporcionado, y la aparición de los hábitat de borde o ausencia de los depredadores (Garcés-Restrepo *et al.*, 2016; Santos & Tellería, 2006). Bajo estas circunstancias, las especies como los Didelfimorfos y Cingulados se ven altamente beneficiados por la ausencia de depredadores, por tener la capacidad de forrajear en parches de potreros y fragmentos de bosques pequeños, y así mismo tienden a mantener poblaciones densas en su reproducción (Garcés *et al.*, 2016; Vélez-García & Pérez-Torres, 2010). Se tiene en cuenta también que estos mamíferos de talla pequeña y mediana ayudan a la regeneración del bosque en las áreas fragmentadas por ser los principales depredadores y dispersores de semillas al igual de aportar en

la remoción de suelo y materia orgánica, considerándose que este proceso es fundamental para la regeneración de los bosques (Monroy-Vilchis *et al.*, 1999).

En cuanto a las especies registradas se confirma la presencia de mamíferos en estado de amenaza *C. taczanowskii*, el cual actualmente se encuentra en criterio casi amenaza (NT), según la UICN. Cabe mencionar que varios autores resaltan que esta especie es encontrada en los ecosistemas de alta montaña en la región andina, con una baja densidad poblacional debido a las afectaciones de amenaza que presentan (Guiza Quiroga, 2019; Pérez-Torres, 2002). Con el fin de brindar protección a esta y las demás especies que se registraron en la RNCT, se plantearon estrategias de conservación como buenas prácticas agroforestales, una agricultura sustentable, concientización ambiental a visitantes como personas nativas de la región y además de involucrase activamente en planes de investigación que permiten aportar información sobre la biología y la ecología las diferentes especies que se registran para la zona.

Este estudio permitió obtener información sobre los mamíferos pequeños y medianos que ocurren en la zona, incluye a las especies de mamíferos más abundantes y las menos distribuidas para la RNCT. Al compararse esta información con otros estudios, se resalta que estos ecosistemas, son considerados como los principales centros de diversidad y endemismos, para estudios relacionadas con la conservación, a pesar de las transformaciones ambientales que se han visto enfrentados con la ampliación agrícola, minería, crecimiento humano y demás actividades antrópicas (Alvear *et al.*, 2010; Cortés-Ballén *et al.*, 2020).

Pese a que esta área de estudio es relativamente pequeña, pues sólo abarcó una hectárea de bosque, el esfuerzo de muestreo fue representativo y se pudo conocer la biodiversidad de mamíferos presente. A través de la curva de acumulación de las especies, se puede resaltar que la

intensidad del muestro fue suficiente, y se logró que la asíntota pueda estabilizarse con el número de especies registradas, por lo tanto, lo que sugieren Díaz-Pulido & Payán Garrido, (2012) es que hay muy poca probabilidad de detectar una especie nueva y el muestreo estaría completo en zona. Al relacionarse con otros estudios, se sugiere que estos datos son suficientes para análisis posteriores de la diversidad de mamíferos presentes en la Reserva (Hernández Rodríguez, 2020).

### **Diversidad de especies**

La diversidad de mamíferos medianos registrados es moderada según los resultados obtenidos por medio de los índices de Shannon (H) y Simpson (1-D). Esta estimación numérica nos permite hacer comparaciones rápidas de diversidad presente en distintas localidades. Un ejemplo es el área intervenida de la cuenca del canal de Panamá, donde los resultados de diversidad obtenidos para las diferentes coberturas de estudio están alrededor de 0,91 y 0,93 para reflejar el índice de Simpson, de igual manera el índice de Shannon (H) varían de 1,73 a 2,89 según la cobertura del estudio. Según lo anterior y siguiendo los rangos establecidos sobre índice de diversidad se pudo estimar que los resultados del área intervenida de la cuenca del canal de Panamá son mayores a nuestros resultados, y ambos sitios se relacionan por tener una diversidad moderada (Natera, 2018).

De este mismo modo la diversidad expresada por el índice de Shannon en este estudio se considera moderada, en comparación con otras zonas de selva mediana al noreste de Oaxaca, Mexico, donde la diversidad de mamíferos carnívoros fue baja con un valor de  $H' = 0,49$  (Pérez-Irineo & Santos-Moreno, 2010). En comparación con un estudio realizado sobre la diversidad de mamíferos y preferencias de tipos de hábitats en la cuenca del río Itaya, en la Amazonia Peruana, se obtuvo una diversidad moderada con rangos estimados en  $H = 2,52$  y  $H=2,68$  y valores 1-D entre 0,89 y 0,91), según los relacionado con los índices de Shannon y Simpson, estos

resultados concuerdan con lo investigado en este estudio donde se presente una diversidad moderada con valores más bajos para el índice de Shannon (H) (Aquino *et al.*, 2012).

Por otro lado, se tiene presente otros estudios de mamíferos en la Cordillera Oriental exactamente en la Reserva Rogitama en Arcabuco, Boyacá donde se puede reflejar que comparten similitudes con nuestra área de estudio con características como el clima, vegetación, fauna, también se considera que estos ecosistemas han sufrido efectos de la deforestación, la ganadería, minería y quemadas. Uno de los aspectos importantes a considerar es la fauna con la cual tiene relación, por lo tanto, se considera que tiene registro de mamíferos similares (Medina *et al.*, 2021). Se tiene presente que estos resultados al igual que los obtenidos en nuestra zona de estudio son a través del uso de trampas, por el cual se relaciona con la información relevante con la diversidad de las especies de mamíferos.

### **Composición y estructura del ensamblaje de mamíferos**

En cuanto al IAR se observó variaciones en los resultados para las diferentes especies, donde se destacó principalmente a *D. punctata*, *C. paca* y *Sylvilagus* sp.; estas especies son las más abundantes para la RNCT en comparación con el resto de especies registradas. Esto concuerda con los análisis realizados por Mandujano (2019) sobre el IAR, donde estima que las especies presentes en densidades poblacionales altas, se deben por las condiciones del hábitat, la disponibilidad del recurso, la cercanía a cuerpos de agua y principalmente por ser especies tolerantes a ambientes transformados, además esto concuerda con lo mencionado por otros autores que estas especies pueden usar diferentes recursos para asegurar continuamente su supervivencia (Barragán-Montenegro, 2017; Didham *et al.*, 1998).

Roedores tales como *D. punctata* y *S. granatensis* cumplen una función ecológica importante en los diferentes tipos de hábitats, debido a la dispersión de semillas que contribuye con la composición y estructura de los bosques (Arcos, 2010; Echavarría-Becerra, 2021). Se resalta que en esta investigación no se logró evidenciar las posibles interacciones entre depredador-presa, de acuerdo a lo mencionado por Rengifo Castro *et al.*, (2019) en el que en basa al modelo Lotka-Volterra para interpretar las interacciones entre presa-depredador, es decir que los depredadores influyen con el número de presas, por ser este el alimento exclusivo, mientras que las presas tienen recursos suficientes, de acuerdo a lo anterior el crecimiento de presas en esta zona es exponencial por la ausencia del depredador. Aunque no se descarta la existencia de depredadores en esta zona se registra una abundancia considerable de presas debido al recurso y hábitat suficiente (Rengifo Castro *et al.*, 2019).

### **Patrones de actividad**

Las especies de mamíferos mostraron un patrón de actividad que comprende horas diurnas, nocturnas y crepusculares. En esta investigación se resalta que las horas de mayor actividad fueron en horas de la noche con tendencia crepuscular. Con respecto a este análisis se tomaron como referencia estudios que mencionan que el tamaño corporal de las especies está relacionado con el patrón de actividad (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Van Schaik & Griffiths, 1996), es decir que a mayor tamaño corporal (> 10kg) mayor requerimiento energético, lo que los lleva a forrajear durante más tiempo, de manera que se mantienen activos durante el día como la noche, mientras que las especies de hábitos nocturnos son más pequeñas (< 10kg) y se relacionan con la evasión a los depredadores.

Según lo anterior se tiene presente que patrón de actividad relacionado con mamíferos *C. paca*, *C. taczanowskii*, *D. marsupialis* y *Sylvilagus* sp. corresponde a hábitos nocturnos, según lo

sugerido anteriormente por Van Schaik (1996). Por lo tanto, se estima que este factor se refleja en los resultados obtenidos por los patrones de actividad de estas especies registradas en la RNCT. Otro de los factores importantes a resaltar en este estudio es que estas especies en particular han sido registradas en la región andina, y distribuidas en bosques de montaña, además se considera que se han adaptados ambientes perturbados y fragmentados según lo mencionado en estudios de patrones de actividad de estas especies (Osbahr *et al.*, 2007; Saldaña *et al.*, 2019)

De esta misma manera el patrón de actividad para *S. granatensis* y *D. punctata* fue principalmente durante el día, estos resultados coinciden con lo mencionado por Monroy-Vilchis *et al.*, (2011) cuando plantean que predomina el periodo de actividad diurna para estos roedores, y en algunos casos puede verse modificado por factores como la disponibilidad de alimento y el riesgo de depredación, como es el caso de *D. punctata* donde también se detectó actividad en horas nocturnas cercanos al atardecer. Por lo tanto, según lo reportado en diferentes estudios estas especies también pueden llegar a tener comportamientos nocturnos crepusculares con el fin de mantener equilibrada su población (Fonseca-Prada *et al.*, 2023). Esta investigación aporta conocimientos no solo de los comportamientos sino también de la ecología de las diferentes especies registradas. El patrón de actividad realizado por las diferentes especies registradas puede variar a lo largo del año según la disponibilidad del recurso, cambios ambientales en el hábitat y perturbaciones antrópicas, según lo analizado en este estudio esta información puede servir de base fundamental para monitoreos futuros de la fauna de mamíferos asociada a la RNCT, e indagar sobre cambios asociados al patrón de actividad y de tal manera mejorar las condiciones de la RNCT a futuro (Lavariega *et al.*, 2019; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011).

## El índice de sobreposición

Los índices de superposición de las especies registradas en la RNCT fueron altamente variables, es decir se encuentran índices bajos y algunos índices altos en relación a las horas del día y sus respectivos comportamientos como diurnos, nocturnos y crepusculares. Las relaciones presentadas con un índice de sobreposición moderada y relativamente alto fueron dominantes para esta investigación, de tal manera que nos permite relacionar esta información con lo mencionado por Echavarría-Becerra (2021) quien sugiere que los índices de sobreposición podrán estar relacionados con la segregación espacial de nicho, como por ejemplo al compartir algunos recursos alimenticios (Leão *et al.*, 2022).

Se destacan las relaciones entre especies con diferentes comportamientos, y otras relaciones donde se ve reflejado que comparten especialmente sus dietas y horas de actividad. Estos resultados se reflejan principalmente con un índice de sobreposición heterogéneo, de estos resultados se resalta que la mayoría de los valores de sobreposición son moderados, aunque también existen relaciones con un índice bajo, sugiriendo una segregación temporal del nicho o debido a que comparten el mismo recurso Echavarría Becerra y Osbahr *et al.*, (2021, 2007).

Se ve reflejado el índice de solapamiento temporal bajo entre especies *S. granatensis* y *C. paca*, que a pesar que comparten recursos similares, no tiene relación en sus comportamientos en horas del día, de manera que esta información coincide con datos reportados previamente para *S. granatensis* donde mantiene hábitos diurnos con registros particulares en horas de la mañana y *C. paca* comprende comportamientos generalmente nocturnos (Fonseca-Prada *et al.*, 2023). De esta misma manera, presentan registros relativamente altos entre *Sylvilagus* sp. y *C. paca*, ya que estas especies comparten el mismo hábito nocturnos y en particular con altos indicios en horas crepusculares nocturnas, además de compartir el mismo hábitat y recurso alimenticio, este

resultado de esta investigación concuerda con lo sugerido en las investigaciones realizadas por Guzmán Pacheco, y Muñoz et al., (2019, 2002)

Al describir los patrones de actividad de las seis de mamíferos pequeños y medianos, se evidencia que estos comportamientos son propios para especies por su adaptabilidad a las intervenciones antrópicas, además la mayor parte de estos registros fueron detectados en horarios nocturnos, lo que indica que estos comportamientos pueden variar de acuerdo a las condiciones del hábitat, recurso disponible, y factores como la depredación, cacería, y cambios ambientales (Garcés-Restrepo *et al.*, 2016).

Finalmente, los estudios de patrones de actividad en mamíferos contribuyen a un componente fundamental sobre la ecología y el comportamiento de los mamíferos, de modo que amplía la comprensión básica entre las relaciones existente con otros individuos, y los factores bióticos y abióticos presentes en los diferentes ecosistemas. Al haber evidenciado la abundancia relativa, diversidad, patrones de actividad y índices de sobreposición. De modo que esta investigación abre el camino para nuevos estudios sobre algunas especies de mamíferos se permite contribuir con investigaciones valiosas para la conservación de mamíferos y el manejo de esta y demás área protegida. y a su vez impulsar alternativas viables que reduzcan el impacto de las actividades humanas sobre las especies y su hábitat.

## Bibliografía

- Alberico, M., Rodríguez-Mahecha, J. V., Trujillo, F., & Jorgenson, J. (2006). *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*. 255–259.
- Alvear, M., Betancur, J., & Franco-Rosselli, P. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural los Nevados, Cordillera central Colombiana. *Caldasía*, 32(1), 39–63.
- Aquino, R., Tuesta, C. ., & Rengifo, E. (2012). Diversity of mammals and its preferences for the habitats types in the upper Itaya river basin, Peruvian Amazon. *Revista Peruana de Biología*, 19(1), 035–042.
- Arcos, R. G. (2010). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos en la Cordillera Oriental Yacuambi, en el suroriente ecuatoriano. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 6(9), 147–161.
- Azevedo-Ramos, C., de Carvalho Jr, O., & do Amaral, B. D. (2006). Short-term effects of reduced-impact logging on eastern Amazon fauna. *Forest Ecology and Management*, 232(1–3), 26–35.
- Barragán-Montenegro, D. A. (2017). Impacto de la transformación de un bosque seco andino sobre la composición, estructura y usos locales de los mamíferos medianos y grandes.
- Barrezueta, M. B. M. (2021). Solapamiento de nicho ecológico temporal entre perros ferales y mamíferos nativos en el Suroccidente de Ecuador. *Mammalia Aequatorialis*, 3, 103–104.

- Bonilla-Sánchez, A., Gómez-Ruíz, D. A., Botero-Cañola, S., Rendón-Jaramillo, U., Ledesma-Castañeda, E., & Solari, S. (2020). Riqueza y monitoreo de mamíferos en áreas protegida privadas en Antioquia, Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 27(2), 266–281.
- Cáceres-Martínez, CH., Acevedo-Rincón, A., & González-Maya, J. (2016). Terrestrial medium and large-sized mammal's diversity and activity patterns from Tamá National Natural Park and buffer zone, Colombia. *Therya*, 7(2), 285–298.
- Castillo-Figueroa, D., Martínez-Medina, D., & Rodríguez-Posada, ME (2021). Patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en dos ecosistemas de sabana en los Llanos colombianos. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(177): 1071-1083
- Cortés-Ballén, L., Camacho-Ballesteros, S., & Matoma-Cardona, M. (2020). Estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1).
- Díaz-Pulido, A., & Payán Garrido, E. (2012). Manual de fototrampeo Una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. *Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia*.
- Didham, R. K., Hammond, P. M., Lawton, J. H., Eggleton, P., & Stork, N. E. (1998). Beetle Species Responses to Tropical Forest Fragmentation. *Ecological Monographs*, 68(3), 295–323.
- Echavarría-Becerra, J. k. (2021). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes del Parque Natural Regional (PNR) Sisavita, Cucutilla, Colombia.

- Encalada, L. M. (2018). Patrones de actividad diaria de mamíferos medianos y grandes de la Reserva Biológica Uyuca mediante fototrampeo.
- Espinosa, C. I. (2019). *Medidas de Alpha Diversidad*. Universidad Tecnica Particular de Loja (UTPL). <https://ciespinosa.github.io/AlphaDiversidad/index.html>
- Fonseca-Prada, K. A., Botero-Henao, N., Mendoza-Mora, A., & Tunarrosa-Echeverría, E. (2023). Medium-Sized Mammals Activity Patterns in Forest Fragments from Marquetalia (Caldas, Colombia). *Revista Mutis*, 13(1), 1–13.
- Garcés Retrepo, M. F., Cuéllar, N., & Giraldo, A. (2016). Mammal Diversity in an Area with Relicts of Dry Forest in the Mid-Magdalena Valley (Caldas, Colombia). *Revista de Ciencias*, 20(spe), 147–160.
- G-BIF. (2022). *Acceso libre y gratuito a los datos de biodiversidad*. <https://www.gbif.org>
- Guido Lemus, D. (2015). Riqueza, abundancia y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes, en diferentes condiciones de manejo en la región del Bajo Balsas, Michoacán.
- Guiza Quiroga, Y. E. (2019). Análisis de la distribución del borugo de montaña (*Cuniculus taczanowskii*; *Agouti taczanowskii*) (Stolzmann, 1865) en Colombia mediante el uso de un sistema de información geográfica (SIG) para planteamiento de una posible estrategia para su conservación.
- Guzmán-Pacheco, H. M. (2019). Determinación de la abundancia relativa, distribución de indicios, patrones de actividad y composición de la dieta de perros ferales (*Canis lupus familiaris*) en el Parque Nacional Huatulco.

- Hammer, Ø., Harper, DA., & Ryan, PD. (2001). PASADO: Paquete de software de estadísticas paleontológicas para educación y análisis de datos. *Paleontología Electrónica*, 9(1), 4.
- Hernández Rodríguez, J. S. (2020). Patrones de actividad y ocupación de mamíferos y aves terrestres en bosque secos y húmedos en la cuenca del río Magdalena.
- Hernández-Pérez, E., Reyna-Hurtado, R., Castillo Vela, G., Sanvicente Lopez, M., & Moreira-Ramirez, J. F. (2015). Fototrampeo de Mamíferos terrestres medianos y grandes asociados a Petenes del Noroeste de la Península de Yucatan, Mexico. *Therya*, 6(3), 559–574.
- Hernández-Rodríguez, E., Escalera-Vázquez, L., Calderón-Patrón, J. M., & Mendoza, E. (2019). Medium and large mammals in reduced-impact logging and conservation sites in Sierra Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90.
- Lavariéga, M. C., Monroy-Gamboa, A. G., Padilla-Gómez, E., & Olivera-Martínez, U. (2019). Activity patterns of West Mexican Chachalaca (*Ortalis poliocephala*). *Huitzil*, 20(2).
- Leão, C., Meri-Leão, R. M., & Grelle, C. E. (2022). Segregación temporal y espacial entre mamíferos depredadores y sus presas en una Unidad de Conservación Brasileña (PARNASO). *Mammalogy Note*, 7(2).
- Linkie, M., & Ridout, S. M. (2011). Assessing tiger–prey interactions in Sumatran rainforests. *Journal of Zoology*, 284(3), 224–229.
- Lira-Torres, I., & Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoologica Mexicana*, 28(3), 566–585.
- Mandujano, S. (2019). *Indice de abundancia relativa (RAI)*. Xapala, Mexico.

- Medina, W., Chavarro-Tulcán, G. I., Chavarro, R., & Sánchez, F. (2021). Mamíferos de la Reserva Rogitama Biodiversidad(Arcabuco, Boyacá): un hogar en rehabilitación en la Cordillera Oriental de Colombia. *Mammalogy Notes*, 7(2), 258–258.
- Meredith, M., & Ridout, M. (2021). Overview of the overlap package. In *R-Overlap*.
- Meredith, M., Ridout, M., & Meredith, M. M. (2018). *Estimates of Coefficient of Overlapping for Animal Activity Patterns*. 3–1.
- Monroy-Vilchis, O., Rangel-Cordero, H., Aranda, M., Velázquez, A., & Romero, F. J. (1999). Los mamíferos de hábitat templados del sur de la Cuenca de México. *Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Secretaría de Medio Ambiente. México*, 141–159.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L., & Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 373–383.
- Monterroso, P., Alves, P. C., & Ferreras, P. (2014). Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe: implications for species coexistence. *Ecología Conductual y Sociobiología*, 68, 1403-1417.
- Mora, J. M. (2000). Los Mamíferos Silvestres de Costa Rica. *EUNED*.
- Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Diaz-Pulido, A. P., & Mantilla-Meluk, H. (2018). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes,

- asociados a los bosques riparios del río Bitá, Vichada, Colombia. *Biota Colombiana*, 19(1), 202-218.
- Muñoz, J., Betancur, O., & Duque, M. (2002). Patrones de actividad y de actividad nocturna de Agouti paca en el Parque Nacional Natural Utría (Chocó Colombia). *Actualidades Biológicas*, 24(76), 75–85.
- Natera, D. (2018). Diversity of mammals in an intervened area of the Panama Canal Watershed. *Scientia Revista de Investigación*, 28(2), 23–50.
- Osbahr, K., Ortiz Montero, J. D., & Pérez-Torres, J. (2007). Niche breadth and dietary selectivity of the mountain paca (*Cuniculus taczanowskii*) (stolzmann 1885) in an andean cloud forest (zipacón, cundinamarca). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 10(2), 105–114.
- Pérez-Irineo, G., & Santos-Moreno, A. (2010). Diversidad de una comunidad de mamíferos carnívoros en una selva mediana del Noreste de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(3), 721–736.
- Pérez-Solano, L. (2017). Taller: Foto-trampeo en R, Curvas de acumulacion de especies. *RPubs by Rstudio*.
- Pérez-Torres, J. (2002). Un índice para la evaluación del hábitat de *Agouti taczanowskii* en el área de bosque andino nublado. *Universitas Scientiarum*, 7(1), 51–60.

- Ramírez-Chaves, H. E., Morales-Martínez, D. M., Rodríguez-Posada, M. E., & Suárez-Castro, A. Felipe. (2021). Lista de cotejo de los mamíferos (Mammalia) de Colombia: Cambios taxonómicos en un país altamente diverso. *Mammalogy Notes*, 7(2).
- Rengifo Castro, J. D., Arango Restrepo, I., & Gómez Piedrahita, M. (2021). El modelo de predador-presa de Lotka-Volterra en las especies de lince canadiense y liebres raqueta de nieve. *Cuadernos de Ingeniería Matemática*, 1(01), 1–11.
- Resolución 1912 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en Colombia, del 15 de septiembre del 2017
- Ridout, M. S., & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14, 322–327.
- 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.
- Saldaña, I., Cadavid, A., & Gómez, D. (2019). Abundancia relativa y patrones de actividad de *Didelphis marsupialis* en un área periurbana de Medellín, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 24(3), 7366–7371.
- Santos, T., & Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Revista Científica de La Ecología y Medio Ambiente*.
- Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez-Chaves, H. E., & Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20(2), 301–365.

- Terrones-Contreras, B., Bonet Jornet, A., & Cantó Corchado, J. L. (2008). El uso de cámaras trampa en estudio de la fauna: primeros resultados obtenidos en el P. N. de la Font Roja.
- Tovar García, J. D., & Acevedo-Charry, O. (2021). Conjunto de datos de monitoreo acústico pasivo en la Reserva Natural Los Yátaros, Gachantivá, Boyacá, Colombia. *Biota Colombiana*, 22(1), 200–208.
- UICN. (2022). The UICN Red List of Threatened Species. *Categorías y Criterios de La Lista Roja de La UICN*. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)
- Universidad de Helsinki. (2020). *Project Lifepan - a planetary inventory of life*.  
<https://www.helsinki.fi/en/projects/lifeplan>
- Van Schaik, C. P., & Griffiths, M. (1996). Activity Periods of Indonesian Rain Forest Mammals. *Biotrópica*, 105–112.
- Velasco-Linares, P., & Vargas, O. (2008). Problemática de los bosques altoandinos. Estrategias para la restauración ecológica del bosque alto andino (El caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca).
- Vélez-García, F., & Pérez-Torres, J. (2010). Seed removal by rodents in a fragment of dry tropical forest (Risaralda-Colombia). *Revista MVZ Córdoba*, 15(3), 2223–2233.
- Walker, L. A., Simpson, V. R., Rockett, L., Wienburg, C. L., Kosnipata, C., & Tirira, D. (2007). Guía de campo de los Mamíferos del Ediciones Murciélago Blanco, Quito, Ecuador. *Boletín de La Red Latinoamericana y Del Caribe Para La Conservación de Los Murciélagos*, 9.
- Wildlife Insights. (2022). *Wildlife Insights*. In 2022. <https://www.wildlifeinsights.org>

