



UNIVERSIDAD DE **PAMPLONA**

**Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes del  
Parque Natural Regional (PNR) Sisavita, Cucutilla, Colombia**

**Johanna Katherine Echavarría Becerra**

1.090.497.774

**Programa de Biología**

**Facultad de Ciencias Básicas**

**Universidad de Pamplona**

**Pamplona, Norte de Santander, Colombia**

**2021**



**Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes del  
Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Colombia**

**Estudiante**

Johanna Katherine Echavarría Becerra

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
biólogo**

**Director**

Carlos Herney Cáceres Martínez **B.Sc. M.Sc.**

**Codirector**

Diego Rolando Gutiérrez Sanabria **B.Sc. M.Sc.**

**Programa de Biología  
Facultad de Ciencias Básicas  
Universidad de Pamplona  
Pamplona, Norte de Santander, Colombia**

**2021**

## DEDICATORIA

*A mis padres,  
y a la curiosidad y amor profundo  
que desde niña he sentido por la naturaleza.*

## AGRADECIMIENTOS

A la vida, por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto en lo que siempre desee.

A mis padres, por sus esfuerzos y su apoyo incondicional. A mi familia y en especial a mi prima Karina, por creer en este sueño académico.

A mi director Carlos Cáceres y codirector Diego Gutiérrez, por su apoyo, sus sugerencias y aportes a mi formación académica, profesional y personal y, sobre todo, por la inmensa paciencia.

Al B.Sc. Juanita Barrera por sus aportes al trabajo.

A las señoras Marceli, Ignacia, Demetria, Helena, a sus esposos don Severo, Lizcano, Luis, el señor Gallo y a sus hijos, por toda su hospitalidad y acogida. A Giovanni, David y Toñito, por su guía y acompañamiento en esas caminadas extensas por las montañas.

A Corponor por apoyarme económicamente, con equipos y por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo en el PNR Sisavita.

A Rufino Carvajal por su apoyo en las salidas de campo.

A Daniel, Juliana y Ludy por su apoyo a través de sus palabras y cariño en aquellos momentos donde más los necesité.

A mis compañeros Diego Parada, Julieth Flórez, Carlos Martínez, Paola Duque, Eliana Rivero y Tatiana Zambrano por su compañía en todo este camino lleno de buenos recuerdos. A mis colegas Brayhan Torres y Guillermo Sánchez por su apoyo en los inicios de este proyecto.

A todos los demás que de una u otra forma aportaron en este proceso, mil gracias.

## Resumen

Las áreas protegidas son consideradas como una de las principales medidas para proteger la biodiversidad de amenazas provocadas por las perturbaciones antrópicas, por esta razón, tienen en cuenta especies indicadoras, que permiten generar planes de manejo para el mantenimiento de sus zonas de reserva mediante el conocimiento de la riqueza y la ecología de las especies, que incluye las interacciones entre ellas. Los mamíferos medianos y grandes hacen parte de esta clasificación, al ser considerados como especies carismáticas y ser centrales en diversos procesos ecológicos. Por tal razón, se estimó la composición y riqueza y se determinaron los patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes del Parque Natural Regional Sisavita. Para el cumplimiento de estos objetivos, se instalaron ocho cámaras trampa de febrero a junio y 10 cámaras de junio a noviembre del 2020. El esfuerzo total de fototrampeo se obtuvo multiplicando el número total de cámaras trampa por el total de días de muestreo y se consideró cada 24 horas igual a un evento de muestreo. Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 960 trampas/noche de febrero a junio y 1200 trampas/noche de junio a noviembre del 2020, se obtuvieron 461 registros independientes conformados por 11 especies distribuidas en cuatro órdenes y 9 familias. *Didelphis pernigra*, *Dasyprocta punctata* y *Notosciurus granatensis* fueron las especies con mayor número de registros independientes, siendo las especies dominantes; además se registraron especies bajo categorías de amenaza como *Leopardus tigrinus* (VU), *Mazama rufina* (VU), *Nasuella olivacea* (NT) y *Cuniculus taczanowskii* (NT). El ensamblaje de mamíferos medianos y grandes mostró una actividad predominantemente nocturna y diurna con cierta tendencia crepuscular para algunas especies, entre ellas *Conepatus semistriatus*, *Cuniculus paca*, *Cuniculus taczanowskii*, *Didelphis pernigra*, *Leopardus tigrinus*, *Mazama rufina* y *Nasuella olivacea* como nocturnas y *Dasyprocta punctata*, *Eira barbara* y *Notosciurus granatensis* como diurnas. Los valores altos a moderados de sobreposición fueron entre *L. tigrinus*-*N. olivacea* ( $\Delta = 0.81$ ), *C. semistriatus*-*N. olivacea* ( $\Delta = 0.76$ ) y *L. tigrinus*-*C. taczanowskii* ( $\Delta = 0.74$ ) y los más bajos entre *N. granatensis* y otras especies como *C. taczanowskii* ( $\Delta = 0.03$ ), *D. pernigra* ( $\Delta = 0.05$ ) y *M. rufina* ( $\Delta = 0.05$ ).

**Palabras clave:** Mamíferos medianos y grandes, áreas protegidas, composición, estructura, patrones de actividad, interacciones interespecíficas.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE TABLAS.....	6
LISTADO DE FIGURAS.....	7
LISTADO DE FIGURAS.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. MARCO REFERENCIAL.....	14
2. 1. Importancia de la biodiversidad en áreas protegidas.....	14
2. 2. Mamíferos.....	15
2. 3. Mamíferos medianos y grandes en los bosques andinos de Colombia.....	16
2.4. Mamíferos medianos y grandes en procesos ecológicos.....	18
2. 4. 1. Otros aspectos ecológicos de los mamíferos medianos y grandes.....	19
3. OBJETIVOS.....	22
3. 1. Objetivo general.....	22
3. 2. Objetivos específicos.....	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4. 1. Área de estudio.....	23
4.2. Composición y estructura de los mamíferos medianos y grandes.....	25
4. 3. Análisis de datos.....	27
4.3.1. Análisis estadísticos objetivo 1.....	27
4.3.2. Análisis estadísticos objetivo 2.....	28
5. RESULTADOS.....	30
5. 1. Composición y estructura de mamíferos medianos y grandes.....	30
5. 2. Patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes.....	33
6. DISCUSIÓN.....	45
6. 1. Composición y estructura de los mamíferos medianos y grandes.....	45
6. 2. Patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes.....	48
7. CONCLUSIONES.....	53
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
9. ANEXOS.....	85

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valores guía para la estimación del coeficiente de sobreposición entre especies ( $\Delta$ = Coeficiente de sobreposición) .....	28
<b>Tabla 2.</b> Número de individuos y porcentaje de cada especie registrada en el Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander-Colombia, entre febrero y noviembre de 2020. N: Número de individuos, %: Porcentaje de registros .....	29
<b>Tabla 3.</b> Mamíferos medianos y grandes registrados en el Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander-Colombia. Método: CT: Cámara trampa. Categoría de conservación: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable .....	31
<b>Tabla 4.</b> Período de actividad, estimador de la prueba de Kuiper (* indica diferencias significativas con respecto a la homogeneidad - $P < 0.01$ ) y número de registros de cámaras trampa para los mamíferos medianos y grandes del Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia .....	35

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación de las cámaras trampa en el área de estudio. Parque Natural Regional (PNR) Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia.....22
- Figura 2.** Parque Natural Regional Sisavita .....23
- Figura 3.** Instalación de cámaras trampa en el Parque Natural Regional Sisavita. **A, B.** Modelos de las cámaras empleadas, **C, D.** cámaras instaladas .....25
- Figura 4.** Curva de acumulación para las especies de mamíferos medianos y grandes registrados en el Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia .....33
- Figura 5.** Curvas de distribución de abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes en el Parque Natural Regional, Cucutilla, Norte de Santander-Colombia (Rango-abundancia). **A.** *Didelphis pernigra*, **B.** *Dasyprocta punctata*, **C.** *Notosciurus granatensis*, **D.** *Cuniculus taczanowskii*, **E.** *Cuniculus paca*, **F.** *Eira barbara*, **G.** *Nasuella olivacea*, **H.** *Leopardus tigrinus*, **I.** *Conepatus semistriatus*, **J.** *Mazama rufina*, **K.** *Mustela frenata* .....33
- Figura 6.** Densidad de los patrones de actividad diarios de 10 especies de mamíferos en el Parque Natural Regional Sisavita. Densidad de Kernel (líneas continuas), suma trigonométrica (líneas punteadas). Las líneas verticales cortas sobre el eje x son los registros, y las líneas verticales punteadas sobre el eje x indican la hora de salida y puesta del sol. El eje y indica la densidad de la actividad .....36
- Figura 7.** Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando el patrón de actividad diario del tigrillo (*Leopardus tigrinus*) y las posibles presas en el Parque Natural

Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel del Tigrillo (líneas punteadas) y estimaciones de la densidad de Kernel de las posibles presas (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad .....37

**Figura 8.** Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando el patrón de actividad diario de la Tayra (*Eira barbara*) y las posibles presas en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la Tayra (líneas punteadas) y estimaciones de la densidad de Kernel de las posibles presas (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad .....38

**Figura 9a.** Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando los patrones de actividad diarios entre carnívoros y no depredadores en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la especie 1 (líneas punteadas) y estimación de la densidad de Kernel de la especie 2 (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad .....40

**Figura 9b.** Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando los patrones de actividad diarios entre carnívoros y no depredadores en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la especie 1 (líneas punteadas) y estimación de la densidad de Kernel de la especie 2 (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la

densidad de la actividad .....41

**Figura 9c.** Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando los patrones de actividad diarios entre no depredadores en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la especie 1 (líneas punteadas) y estimación de la densidad de Kernel de la especie 2 (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad .....42

**Figura 9d.** Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando los patrones de actividad diarios entre no depredadores en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la especie 1 (líneas punteadas) y estimación de la densidad de Kernel de la especie 2 (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad .....43

## LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1.** Ubicación de las cámaras trampa en el área de estudio. Parque Natural Regional (PNR) Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia .....60
- Anexo 2.** Especies de mamíferos medianos y grandes registrados por las cámaras trampa en el Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia. **A.** *Dasyprocta punctata*, **B.** *Didelphis pernigra*, **C.** *Notosciurus granatensis*, **D.** *Cuniculus paca*, **E.** *Mazama rufina*, **F.** *Cuniculus taczanowskii*, **G.** *Conepatus semistriatus*, **H.** *Eira barbara*, **I.** *Nasuella olivacea*...61

## 1. INTRODUCCIÓN

Las áreas protegidas son consideradas una de las herramientas más importantes para la conservación de la diversidad biológica (Chape *et al.*, 2005; Joppa *et al.*, 2010), y son el último reducto para preservar una representación completa de los ecosistemas del mundo (Powell *et al.*, 2000, Rodríguez *et al.*, 2004, Forero-Medina y Joppa, 2010). Lo anterior es debido a las diferentes amenazas que enfrentan las especies y los ecosistemas por perturbaciones antrópicas, como la fragmentación, la reducción de la extensión de áreas naturales (Terborgh, 1983), el crecimiento de la población humana y una mayor demanda de recursos naturales (Negroes *et al.*, 2011).

En Colombia se han declarado 59 Parques Nacionales, pero la mayoría de ellos carece de información básica o completa sobre inventarios de diversidad, estados de amenaza, distribución y dinámicas ecológicas de las especies, además de información relevante para planes de manejo (Arias Alzate *et al.*, 2012, Solari *et al.*, 2013; Roncancio-Duque y Vélez-Vanegas, 2019). La mayoría de trabajos son enfocados a mamíferos pequeños, voladores o de una sola especie (Sánchez *et al.*, 2004; Prado y Bonilla, 2009; Rodríguez, 2010), situación similar para la Región Nororiental de Colombia, en el departamento de Norte de Santander, para el cual se han declarado tres Parques Nacionales Naturales (Tamá, Catatumbo, Estoraques) y cinco Parques Naturales Regionales y la mayoría de estudios publicados se han desarrollado en el PNN Tamá y su zona de amortiguación (Cáceres-Martínez y Acevedo, 2014; Cáceres-Martínez *et al.*, 2015, 2016, 2017, 2018; Pacheco *et al.*, 2018; Cáceres-Martínez *et al.*, 2020; Púlido y Cáceres-Martínez, 2020; Ruiz-García *et al.*, 2020).

El Parque Natural Regional Sisavita posee una extensión total de 121.31 Km<sup>2</sup>, distribuido en biomas de bosque subandino, bosque andino, bosque altoandino y paramo, hace parte del nudo

de Santurbán (Corponor, 2011) y alberga el 14% de la diversidad de Los Andes colombianos (IAvH, 2002). Teniendo en cuenta la función y los vacíos de información existentes en ellas, las corporaciones ambientales usan planes de manejo basados en datos de inventarios (Boshoff *et al.*, 2002), donde un adecuado conocimiento de la presencia y distribución de especies es crucial para planificar y evaluar las estrategias de conservación de una región (Tobler *et al.*, 2008). Los mamíferos son usados en planes de conservación (Naranjo *et al.*, 2010), en particular los mamíferos medianos y grandes, al ser considerados como especies carismáticas, indicadoras, bandera, focales o sombrilla para criterios de selección (Isasi, 2011).

Este grupo de mamíferos es central en varios procesos ecológicos mediante su contribución a la descomposición de materia muerta, el reciclaje de nutrientes, la herbivora, el control de poblaciones de presas y la dispersión de semillas (Rumiz, 2010). Su ausencia altera la estructura, dinámica y diversidad de los distintos tipos de vegetación, el flujo de nutrientes y la composición de especies del ecosistema (Dirzo y Gutiérrez, 2006; Rumiz, 2010; Mendoza y Camargo, 2014; Ripple *et al.*, 2014; Camargo y Mendoza, 2016). Por esta razón, son susceptibles a las interacciones con otras especies y a las presiones ambientales a las que se encuentren expuestos, incluso en áreas cercanas a zonas protegidas, donde se incrementan las posibilidades de interacciones negativas con las comunidades que habitan la zona (Crooks, 2002; Cardillo *et al.*, 2004; Ripple *et al.*, 2014).

Para entender mejor estas interacciones entre especies, por medio de los patrones de actividad (Halle y Stenseth, 2000; Morris, 2011) se conoce su estructura a partir del patrón individual y comparaciones entre picos de actividad a lo largo del ciclo de 24 horas, donde se evidencia una segregación temporal de la competencia y depredación de las especies (Blake *et al.*, 2012). Estudiar el comportamiento y la ecología de los mamíferos, partiendo de sus horarios de actividad, provee información relevante sobre su historia natural y nicho ecológico (Blake *et al.*,

2012), para entender los mecanismos de coexistencia y la respuesta de las especies a los efectos producidos por la actividad humana (Morris, 2003) con el fin de conservar especies amenazadas (Mueller *et al.*, 2018).

La obtención de datos sobre la diversidad biológica, la ecología y las interacciones de las especies (Galetti *et al.*, 2009; Rumiz 2010; Bogoni *et al.*, 2016) brindan información básica necesaria para la creación e implementación de planes de manejo más específicos (Castaño *et al.*, 2002; Verweij *et al.*, 2003; Medina *et al.*, 2015), con el fin de proteger el hábitat de especies de fauna amenazadas de extinción, vulnerables, endémicas, raras y optimizar el uso de recursos y la obtención de bienes y servicios ambientales (Corponor, 2015).

Por lo cual, estimar la riqueza y comparar los patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes del PNR Sisavita, es vital para la construcción del plan de manejo de la biodiversidad y los recursos naturales de dicha área protegida, debido a la falta de información disponible sobre estas especies en el área y a la ausencia de un plan de manejo que garantice su permanencia a largo plazo.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2. 1. Importancia de la biodiversidad en áreas protegidas

Las áreas protegidas representan una de las principales medidas de conservación utilizadas para evitar la extinción de especies y la pérdida de hábitat debido a las crecientes amenazas que enfrenta la diversidad (Cardillo *et al.*, 2004; Joppa *et al.*, 2010), que incluyen el crecimiento de la población humana y una mayor demanda de recursos naturales (Negroes *et al.*, 2011). La función estratégica de estas áreas permite contener la máxima diversidad biológica bajo planes de conservación basados en datos de inventarios sólidos (Boshoff *et al.*, 2002), donde un adecuado conocimiento de la presencia y distribución de especies es crucial para planificar y evaluar las estrategias de conservación de una región (Tobler *et al.*, 2008).

Las autoridades ambientales y entidades de apoyo realizan ejercicios de selección de objetos sustitutos, denominados objetos de conservación o valores objeto de conservación en algunos casos. Para esto, se tiene en cuenta conceptos de especies sombrillas, claves, indicadoras, focales o bandera (Branton y Richardson, 2011; Fleishman *et al.*, 2000; Roberge y Angelstam, 2004; Wilcox, 1984, Lambeck, 1997) basados en especies con distribución restringida, con bajas densidades, carismáticas y vulnerables (Caro y O'Doherty, 1999; Kaplin y Feinsinger, 2002).

Los inventarios de especies usadas como objetos de conservación como en el caso de los mamíferos, han aumentado en la última década, especialmente en Parques Nacionales Naturales; sin embargo, en Colombia existen 59 Parques Nacionales declarados y la información disponible de estudios se centra en la región Amazónica (Polanco-Ochoa *et al.*, 2000; Mantilla-Meluk *et al.*, 2018), en la Región Caribe (Jiménez-Alvarado *et al.*, 2015; García *et al.*, 2020) y en la región Andina, en inventarios (Vásquez-Palacios *et al.*, 2019; Ramírez-Chaves *et al.*, 2021) y trabajos

específicos sobre grandes mamíferos carismáticos como el puma (*Puma concolor*) y el oso andino (*Tremarctos ornatus*) (Hernández-Guzmán *et al.* 2011; Cáceres-Martínez *et al.* 2020).

Norte de Santander, ubicado en la región noreste de los Andes montañosos, cuenta con tres áreas protegidas dentro del Sistema Natural Nacional: Parque Nacional Natural (PNN) Catatumbo-Bari, Área Natural Única Los Estoraques (ANULE) y PNN Tamá, además de cinco Parques Naturales Regionales: El Bojoso, Sisavita, Santurbán-Salazar de Las Palmas, Santurbán-Arboledas, Mutiscua- Pamplona) (SINAP, 2019). En estas zonas se reportan estudios específicos en una sola especie, además de trabajos en diversidad (Cáceres-Martínez y Acevedo 2014; Cáceres-Martínez *et al.*, 2015, 2016, 2017, 2018; Pacheco *et al.*, 2018; Cáceres-Martínez *et al.*, 2020; Púlido y Cáceres-Martínez, 2020; Ruiz-García *et al.*, 2020).

## 2. 2. Mamíferos

Pertenecen a la clase Mammalia, debido a que se nutren de leche por medio de glándulas mamarias y se caracterizan por ser endotermos, es decir, pueden mantener su cuerpo a una temperatura metabólicamente favorable. Poseen una articulación mandibular entre dos huesos (dentario y escamoso) y tres huesecillos auditivos en el oído medio (martillo, yunque y estribo) (Mora, 2000). Aparte de la endotermia, su éxito evolutivo radicó en los métodos de alimentación y pautas de conducta, al presentar una variedad de dietas con adaptaciones en la dentición y una alta eficiencia reproductiva (Mora, 2000).

A nivel mundial se reportan 6.495 especies de mamíferos, sin embargo, el número de órdenes, familias y géneros, se encuentran como información dispersa (Burgin *et al.*, 2018). Para Colombia se registran actualmente 543 especies (Ramírez-Chaves *et al.*, 2021), equivalente al 10% del total descritas para el mundo (Alberico *et al.*, 2000), estos están distribuidos en 14 ordenes, 44

familias y 215 géneros (SCMas, 2017). Lo anterior representa un incremento de 9 y 36 especies respecto a lo publicado previamente por Ramírez *et al.* (2016) y Solari *et al.* (2013), permitiéndole posicionarse como el cuarto país en diversidad de mamíferos (Andradre & Gonzalo, 2011; Ramírez *et al.*, 2016). También se registran 58 especies endémicas y 70 en estado de amenazada (UICN, 2019).

De acuerdo a Arita y Figueroa (1999), y Ceballos y Oliva (2005) se consideran las tallas de los mamíferos medianos y grandes con un peso mayor a 101 g y menor a 10 kg (mamíferos medianos) y mayores de 10 kg (mamíferos grandes), otros autores como Reid (2009) y Chavez *et al.* (2013), describen como mamíferos medianos aquellos que tienen un peso entre 1.3 a 6.8 kg y mamíferos grandes aquellos con un peso mayor a 6.9 kg.

### **2. 3. Mamíferos medianos y grandes en los bosques andinos de Colombia**

La gran biodiversidad de los Andes del norte de Suramérica hace de esta región uno de los principales centros de especiación y endemismo para la conservación mundial (Churchill *et al.*, 1995; Brown y Kappelle, 2001; Hamilton, 2001; Kappelle y Brown 2001; Ulloa y Jorgensen, 2005), donde Colombia es considerada el segundo país megadiverso del continente y sus mayores niveles de biodiversidad se concentran en los biomas de montaña de acuerdo a Gentry (1991), Van der Hammen y Rangel (1997), estos se caracterizan por la presencia de vegetación paramuna, bosques altoandinos y andinos que, en su mayoría están incluidos dentro de áreas protegidas, y bosques subandinos, que se ven afectados por la actividad humana (Trujillo *et al.*, 2010).

No obstante, según Abrahamczyk *et al.* (2014), Young y Leon (1999) existen vacíos de conocimiento sobre la ecología base y biogeografía de estos bosques. El enfoque a la investigación de su conservación se hace vital, debido a que actualmente solo se cuenta con una décima parte de

la que fue su extensión original (Quintero *et al.*, 2017), encontrándose principalmente restringidos a fragmentos de diferentes tamaños y grados de aislamiento (Henderson *et al.*, 1991; Carrizosa, 1990, Cavelier *et al.*, 2001), y a su aporte a la mitigación del cambio climático mediante los contenidos de carbono en la biomasa aérea y en el suelo. Además, de la provisión de beneficios para las poblaciones que viven en la cercanía de sus paisajes, entre estos beneficios, la regulación de agua para distintos usos (Girardin *et al.*, 2013; Spracklen y Righelato 2013).

La fauna de los bosques andinos es diferenciada por el gradiente altitudinal, donde su diversidad disminuye con la elevación debido a la productividad de los bosques, que, al cambiar la complejidad de la vegetación, disminuye la diversidad y, por lo tanto, se reduce el aprovechamiento de nichos ecológicos por parte de las especies (Alvear y Betancur, 2010). En el caso de los mamíferos de alta montaña, son el resultado de factores bióticos y abióticos que afectan la distribución altitudinal y latitudinal de estas especies, como sucede con las barreras de dispersión y microclimas; que alteran principalmente el grado de humedad, tipo de hábitat y temperatura (Muñoz, 2015). Debido a esto, son sensibles a los efectos del cambio climático (Laurance *et al.*, 2011), ocasionados por procesos de degradación, donde se separan los remanentes de bosque disminuyendo la posibilidad de conectar poblaciones naturales e incrementando su probabilidad de extinción. Botero *et al.* (2017) reportan que especies de mamíferos grandes como el puma (*Puma concolor*) con rangos de hogar de más de 10 km, requieren bosques continuos para mantener poblaciones viables.

Se han reportado estudios en los Andes colombianos que incluyen mamíferos medianos y grandes, pero orientados a una especie en específico (Rodríguez *et al.*, 1986; Rodríguez, 1991; Ramos, 1995, Acosta *et al.*, 1996; Núñez, 1996; Cadena *et al.*, 1998; Rodríguez, Cadena *et al.*, 2000). Cáceres-Martínez *et al.* (2016) menciona la falta de estudios para los departamentos de

Santander, Norte de Santander y Boyacá, debido a que la mayoría se han centrado en Cauca, Nariño, Cundinamarca, Caldas y Antioquia (Castaño *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2004; Ramírez y Noguera, 2010; Solari *et al.*, 2013).

#### **2.4. Mamíferos medianos y grandes en procesos ecológicos**

Los mamíferos cumplen un papel ecológico notable en diversos ecosistemas, ya sea como consumidores, depredadores, dispersores de semillas o polinizadores, debido a su alto metabolismo, que ha sido producto de un largo proceso evolutivo de millones de años (Vaughan y Czaplewski, 2000). Estas funciones ecológicas se ven representadas en diferentes procesos, como la descomposición de materia muerta y reciclaje de nutrientes, donde en el transporte de nutrientes entre ambientes acuáticos y terrestres, participan carnívoros como la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*), el mapache (*Procyon cancrivorus*), el jaguar (*Panthera onca*) y herbívoros como el tapir (*Tapirus terrestres*) (Beck *et al.*, 1999).

La carnívora y el control de herbívoros, es realizada por los grandes félidos y cánidos, importantes al generar un impacto en las poblaciones de presas e incrementar de forma indirecta la diversidad por efectos de cascada (Terborgh, 1992; Schmitz, 2008). Otros se alimentan de insectos, como los marsupiales, como los osos hormigueros y armadillos, que sobresalen en los distintos estratos de los bosques (Rumiz, 2010). Algunas especies del Orden Carnívora con hábitos herbívoros u omnívoros se encargan de la frugivora y dispersión de semillas en la mayoría de bosques tropicales, entre ellos los prociónidos y en menor grado los cánidos y mustélidos (Stoner *et al.*, 2007). También se ha comprobado que varias especies de marsupiales omnívoros (Cáceres, 2004; Lessa y da Costa, 2010) como pecaríes, venados y roedores grandes, se destacan como depredadores de semillas y como dispersores (Bodmer, 1991; Beck, 2005, 2006), no obstante, los

grandes herbívoros terrestres son los que ejercen el mayor impacto sobre la abundancia y distribución de la vegetación (Fragoso, 1994; Terborgh, 2005; Beck, 2005, 2006).

Debido a sus múltiples funciones ecológicas, los mamíferos medianos y grandes representan un grupo animal vulnerable al cambio de uso de la tierra (Davidson *et al.*, 2009), aunque estos respondan a las perturbaciones, presentando cambios en la dieta, especialización hacia algunos recursos en particular, y cambios en la estructura social y del comportamiento (Cruz, 2002). Diversos autores como Galetti y Dirzo (2013), reportan estos cambios en la dinámica y estructura de las especies, provocando alteraciones en el funcionamiento del ecosistema, mientras que Dirzo *et al.* (2014) mencionan la defaunación como un importante impulsor del cambio ecológico global, ocurriendo incluso en hábitats protegidos, siendo difícil de cuantificar sin estudios intensivos debido a la persistencia a estos hábitats altamente modificados, aunque se reportan estudios como los de Osuri *et al.* (2020), donde se evaluó el efecto de la caza y la modificación forestal en mamíferos y aves, teniendo grandes consecuencias para las interacciones y funciones de las especies.

Lo mencionado anteriormente permite clasificar y categorizar especies o grupos de ellas con fines de investigación y conservación, de acuerdo al valor funcional que ejercen los mamíferos medianos y grandes en la regulación de otras poblaciones y la dinámica del ecosistema (Mills *et al.*, 1993; Sinclair, 2003; Dalerum *et al.*, 2008; Sergio *et al.*, 2008).

#### **2. 4. 1. Otros aspectos ecológicos de los mamíferos medianos y grandes**

Los datos temporales obtenidos de cámaras trampa permiten abordar preguntas de investigación sobre la ecología de las especies y las interacciones en una comunidad, como las variaciones en sus patrones de actividad y la división a lo largo del nicho temporal, es decir,

cuantificar cómo las especies distribuyen su actividad durante el día para conocer la relación entre el tiempo que un individuo pasa en actividad y en reposo (Rowcliff *et al.*, 2014). Lo anterior genera información respecto al comportamiento de los individuos y las características que comparte con otras especies (Schoener 1974; Marques, 2004), como los mecanismos que facilitan la coexistencia (Carothers y Jaksi, 1984; Kronfeld-Schor y Dayan, 2003), sobre todo de especies similares ecológicamente (Di Bitetti *et al.*, 2010; Monterroso *et al.*, 2014; Sunarto *et al.*, 2015).

Los estudios sobre patrones de actividad y diferenciación de nichos temporales con cámaras trampa han aumentado a través de los años, con metodologías en desarrollo para su análisis mediante coeficientes de sobreposición (Ridout y Linkie, 2009; Rowcliffe *et al.*, 2014; Monterroso *et al.*, 2014; Tian *et al.*, 2020) para la estimación de las relaciones interespecíficas entre especies (Ahumada *et al.*, 2013; Ferregueti *et al.*, 2015). Los datos temporales presentan desafíos analíticos, pero son fundamentales para desarrollar una comprensión más completa de la dinámica de las poblaciones y las comunidades (Monterroso *et al.* 2014; Tian *et al.*, 2020).

Si bien los estudios de cámaras trampa se han centrado principalmente en los aspectos espaciales y numéricos de la ecología de las especies y las poblaciones, los patrones de actividad de muchos mamíferos en el Neotrópico se conocen en términos generales (es decir, si una especie es principalmente nocturna o diurna) (Emmons y Feer, 1997; Maffei *et al.*, 2004; Gómez *et al.*, 2005; Blake *et al.*, 2012; Albanesi *et al.*, 2016; Rutherford & Chu Foon, 2016; Huck *et al.*, 2017; Hernández *et al.* 2018; Marques y Fábian, 2018). No obstante, los detalles de estos patrones están menos estudiados (Blake *et al.*, 2012), aunque se reportan algunos estudios como los de Ávila-Nájera *et al.* (2016) entre grandes felinos y sus presas; Espinosa y Salvador (2017), relacionando la accesibilidad paisajística de cazadores y la actividad diaria de ungulados y Massara *et al.*, (2018) estimando el efecto de humanos y pumas sobre la actividad temporal de ocelotes en áreas

protegidas. Para Colombia, Ramírez-Mejía y Sánchez (2016) realizaron un estudio relacionando los patrones de actividad y el uso de hábitat de mamíferos en un bosque andino y una reforestación de eucaliptos en el departamento de Caldas y Cáceres-Martínez *et al.* (2016) estimó la diversidad y los patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes del PNN Tamá en el Nororiente del país.

### 3. OBJETIVOS

#### 3. 1. Objetivo general

- Estimar la diversidad alfa y los patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes del Parque Natural Regional (PNR) Sisavita, en el municipio de Cucutilla, Norte de Santander, Colombia.

#### 3. 2. Objetivos específicos

- Estimar la composición y estructura de mamíferos medianos y grandes del Parque Natural Regional (PNR) Sisavita, municipio de Cucutilla, Norte de Santander, Colombia.
- Determinar los patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes del Parque Natural Regional (PNR) Sisavita, municipio de Cucutilla, Norte de Santander, Colombia.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4. 1. Área de estudio

El estudio se realizó en el Parque Natural Regional Sisavita ( $7^{\circ}21'30,21''$  -  $7^{\circ}31'34,22''$  N y  $72^{\circ}47'8,58''$  -  $72^{\circ}54'5,35''$  W, WGS84) perteneciente al municipio de Cucutilla, departamento de Norte de Santander, Colombia (figura 1). Se encuentra ubicado en la parte alta de la cuenca del río Zulia y limita con Mutiscua, Pamplona y Arboledas. Posee una extensión total de 121.31 Km<sup>2</sup>, que abarca el rango altitudinal del parque desde 1845 a 4232 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.), cubriendo ecosistemas de bosques andinos y páramos, en parte del nudo de Santurbán (Useche y López, 2006).

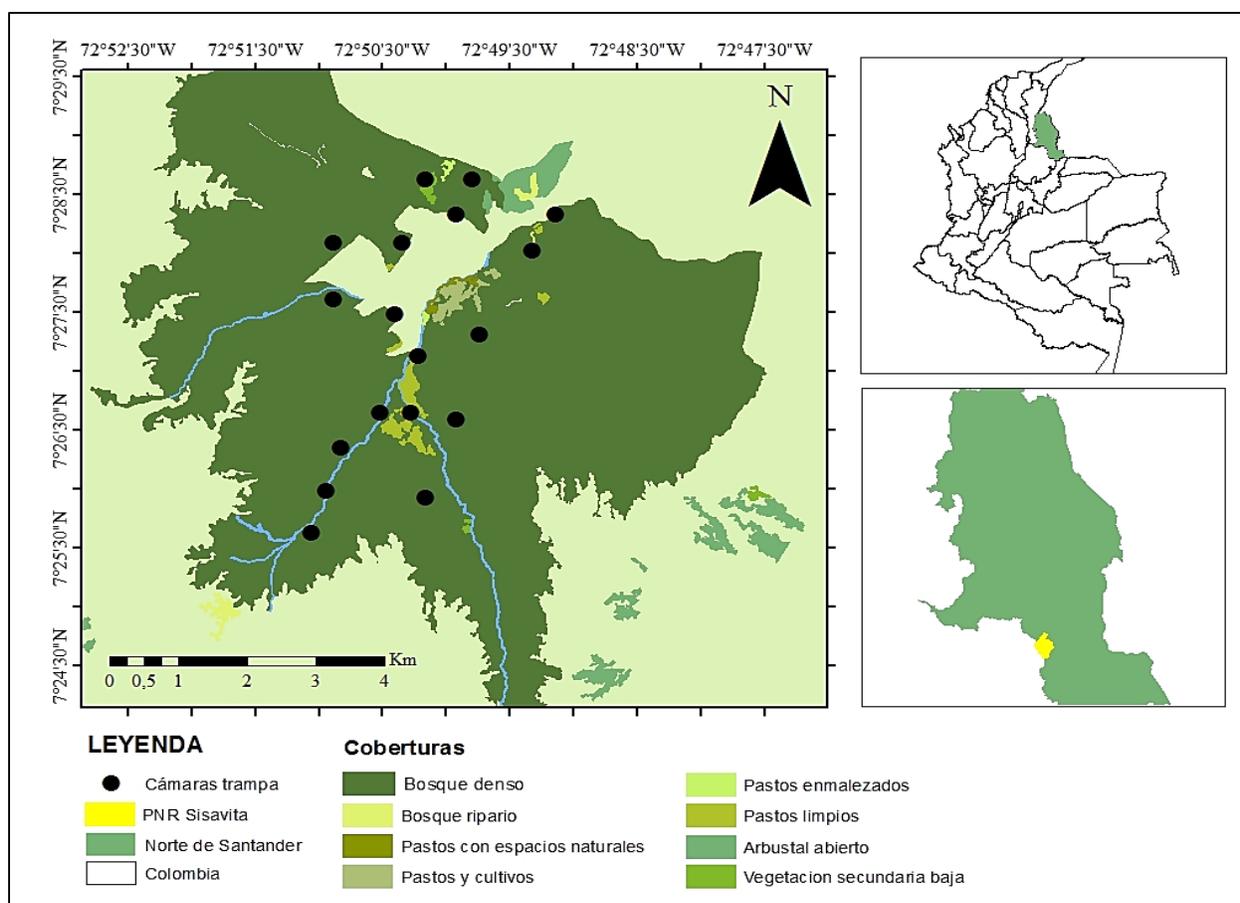


Figura 1. Ubicación de las cámaras trampa en el área de estudio. Parque Natural Regional (PNR) Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia. Fuente: Echavarría, 2021.

El PNR Sisavita presenta una temperatura media entre 5 y 16° C, además de precipitaciones anuales de 2000 mm por año, con dos periodos de máxima precipitación (marzo-mayo y septiembre y noviembre) y dos periodos de menor precipitación (junio-julio y diciembre-enero). Su registro de humedad relativa es de 81% (Useche y López, 2006).



*Figura 2.* Parque Natural Regional Sisavita. Fuente: Echavarría, 2020.

Las coberturas vegetales corresponden en un 47,3% (5.743 ha) a páramo, 51, 5% (6.248 ha) a bosque altoandino y el 1,2% (141 ha) restante pertenece a bosque andino y subandino. Los biomas de bosque altoandino y bosque andino presentan áreas de coberturas naturales en su

mayoría, sin embargo, el bosque andino presenta una unidad de agro-ecosistemas denominada tierras agropecuarias mixtas con un porcentaje de 1,15% de intervención, mientras que en el bosque subandino se encuentra parte de la zona de amortiguación (figura 2; Corponor, 2015).

Los tipos de vegetación dominantes consisten en las familias Rubiaceae, Melastomataceae, Asteraceae y Orchidaceae, las demás equivalen al 61.25% y están representadas por un solo género. En cuanto al número de especies, las más importantes son Rubiaceae, Melastomatacea y Ericaceae, también se destacan Orchidaceae, Asteraceae y Lauraceae, mientras que el 47.5% de las familias restantes contienen una sola especie (IAvH, 2002).

#### **4.2. Composición y estructura de los mamíferos medianos y grandes**

Los muestreos se realizaron mediante el método de fototrampeo, donde se instalaron 8 cámaras (8 Bushnell Trophy Cam) de febrero a junio de 2020 y 10 cámaras (7 Bushnell Trophy Cam y 3 Reconix Hyperfire 2) de junio a noviembre de 2020, para un total de 18 estaciones de fototrampeo, con el fin de aumentar la probabilidad de registro de las diferentes especies y obtener una mayor representatividad de la riqueza de los mamíferos en el área (Medellín *et al.*, 2006; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Kays *et al.*, 2020) (Tabla 1, anexo 1).

Las cámaras fueron instaladas en sitios que mostraron evidencia de actividad de un individuo (rastros) o donde la ocurrencia del mismo fue probable (senderos, saleros, bordes de montañas y margen de arroyos), procurando una separación una de otra a una distancia aproximada de 700 metros y a una altura de 30 a 50 cm del suelo de acuerdo a la topografía del terreno (Silver, 2004; Blake *et al.*, 2012; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Chávez *et al.*, 2013).

Las cámaras se programaron para permanecer activas durante 24 horas con el fin de registrar 3 videos de 20 segundos a partir del estímulo activador, en un intervalo de 10 segundos

entre la primera y segunda toma o hasta que apareciera un nuevo objetivo (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Mosquera-Guerra *et al.*, 2018) (figura 3). La ubicación de cada una de ellas se georreferenció con un sistema de posicionamiento global (GPS) modelo Garmin® etrex 10 (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Cáceres-Martínez *et al.*, 2016).



*Figura 3.* Instalación de cámaras trampa en el Parque Natural Regional Sisavita. **A, B.** Modelos de las cámaras empleadas, **C, D.** cámaras instaladas. Fuente: Echavarría y Carvajal, 2020.

El esfuerzo total de fototrampeo se obtuvo multiplicando el número total de cámaras trampa por el total de días de muestreo (Medellín *et al.*, 2006). Se definió como un evento de

muestreo cada día que estuvieron activas las estaciones de fototrampeo (cada 24 horas = un evento de muestreo) y como captura a un video o foto de un individuo diferente dentro de cada evento de muestreo (Aranda *et al.*, 2012; Dillon y Kelly, 2007). Las especies fueron identificadas por comparación con base en literatura especializada (Emmons y Feer, 1997; Ceballos y Oliva 2005); la clasificación y nomenclatura utilizadas se basaron en la clasificación de Wilson y Reeder (2005).

### **4. 3. Análisis de datos**

**4.3.1. Análisis estadísticos objetivo 1.** Se consideraron como eventos independientes los registros consecutivos de diferentes especies e individuos cuando fue posible hacer esta distinción, en este caso se tomó también como registro independiente a una misma especie registrada donde el período entre detecciones fue igual o mayor a 24 horas en una estación (Di Bitetti *et al.*, 2008; Lira-Torres *et al.*, 2014). Para especies gregarias, el número de individuos observados en cada captura fue igual al número de registros independientes (Medellín *et al.*, 2006; Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012).

Para la representatividad del muestreo con cámaras trampa se realizará la curva de acumulación de especies, a partir de una matriz de abundancias de los individuos registrados mediante el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013), basado en el estimador no paramétrico Chao2. Lo anterior con el fin de conocer la relación entre el esfuerzo de muestreo y las especies observadas (MacKenzie *et al.*, 2005), de acuerdo al número de especies que ocurren en una o dos muestras teniendo en cuenta la incidencia de las mismas (Álvarez *et al.*, 2004).

Respecto a los patrones de abundancia de los mamíferos medianos y grandes, usando el método de Whitaker (1965) se realizó la estimación a partir del ordenamiento jerárquico de las

especies para la construcción del perfil de las abundancias por rango, estas especies son representadas en una escala logarítmica donde la primera es la más abundante y la última es la menos abundante. Las especies con más de 10 registros son consideradas como abundantes, entre 6 a 10 registros común, 2 a 5 registros escasa y 1 registro como rara, con base en las categorías adoptadas por Montero y Ortiz (2013).

**4.3.2. Análisis estadísticos objetivo 2.** No se consideró la independencia de datos de acuerdo a lo sugerido por De Solla *et al.* (1999) y Blundell *et al.* (2001) para aumentar la exactitud y precisión de la estimación realizada para este análisis. Se utilizaron pruebas de Kuiper (K) (González-Maya *et al.*, 2015) con el fin de evaluar la homogeneidad y distribución de los registros para todo el conjunto y para cada una de las especies durante el periodo de 24 horas.

El patrón de actividad diario de cada especie se determinó a partir del enfoque propuesto por Ridout y Linkie (2009) con el paquete “Overlap” (Meredith y Ridout, 2014) en el programa R (R Core Team, 2013), mediante la estimación de la función de densidad de probabilidad de los registros con la estimación de la densidad de Kernel (DK) y la estimación de la función de distribución de suma trigonométrica no negativa (STN) (Linkie y Ridout 2011). Estas distribuciones consideran que los individuos de las especies tienen igual probabilidad de ser registrados mientras estén activos (Linkie y Ridout 2011, Pratas-Santiago, 2016), al ser sus registros una muestra aleatoria de una distribución continua subyacente (Fernández-Durán, 2004; Ridout y Linkie 2009). Se usó el estimador  $\Delta_1$  para muestras pequeñas (Ridout y Linke 2009; Linkie y Ridout, 2011) y se calcularon los intervalos de confianza al 95% con base en 1.000 repeticiones bootstrap (Linkie y Ridout 2011; Meredith y Ridout 2018).

Para observar la segregación temporal, se estimó el grado de superposición entre especies potencialmente competidoras y entre depredadores y presas potenciales. El coeficiente de superposición  $\Delta$  (Meredith y Ridout, 2020) basado en la estimación de DK y STN, se define como la proporción del área bajo la curva que se superpone entre dos patrones de actividad, donde  $\Delta = 0$  indica que no hay superposición (por ejemplo, un organismo estrictamente nocturno en comparación con uno estrictamente diurno), y  $\Delta = 1$  corresponde a una superposición del 100% (es decir, ambos patrones de actividad son idénticos; Meredith y Ridout, 2016). No obstante, se empleó la clasificación propuesta por Monterroso *et al.*, (2014) para evitar interpretaciones subjetivas en los niveles de superposición (Tabla 1).

*Tabla 1.* Valores guía para la estimación del coeficiente de sobreposición entre especies ( $\Delta$  = Coeficiente de sobreposición).

Nivel de sobreposición	Estimación	%
Baja	$\Delta \leq 0.5$	< 50
Moderada	$0.5 < \Delta \leq 0.75$	50 a 75
Alta	$\Delta > 0.75$	> 75

## 5. RESULTADOS

### 5. 1. Composición y estructura de mamíferos medianos y grandes

Mediante un esfuerzo de muestreo de 960 trampas/noche de febrero a junio del 2020 y 1200 trampas/noche de junio a noviembre del 2020, se obtuvieron 461 registros independientes representados por 11 especies, distribuidas en cuatro órdenes, nueve familias y 10 géneros (Tabla 2).

*Tabla 2.* Número de individuos y porcentaje de cada especie registrada en el Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander-Colombia, entre febrero y noviembre de 2020.

N: Número de individuos, %: Porcentaje de registros.

Orden	Familia	Especie	N	%
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	121	26.2
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus taczanowskii</i>	30	6.5
		<i>Cuniculus paca</i>	17	3.6
Carnivora	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	118	25.5
	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	109	23.6
	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	17	3.6
		<i>Mustela frenata</i>	3	0.6
	Procyonidae	<i>Nasuella olivacea</i>	15	3.2
Artiodactyla	Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>	13	2.8
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	10	2.1
	Cervidae	<i>Mazama rufina</i>	8	1.7
Animales domésticos				
		Perros	10	
		Gatos	1	
<b>Total</b>			461	100

El orden con el mayor número de especies fue Carnivora (5), seguido de Rodentia (4), con Didelphimorphia y Artiodactyla con una especie cada uno; todas las familias están representadas por una sola especie, a excepción de Cuniculidae y Mustelidae con dos (Tabla 2, anexo 2). También se registraron especies domésticas como perros (10) y gatos (1) (Tabla 2).

Las especies con el mayor número de registros fueron *Didelphis pernigra* con 26.2%, *Dasyprocta punctata* con 25.5% y *Notosciurus granatensis* con 23.6% del total de individuos, seguidos por *Cuniculus taczanowskii* 6.5%, *Cuniculus paca* y *Eira barbara* 3.6%, *Nasuella olivacea* 3.2%, *Leopardus tigrinus* 2.8% y *Conepatus semistriatus* 2.1%. Las especies con menos frecuencia de individuos registrados fueron *Mazama rufina* y *Mustela frenata* con el 1.7% y 0.6% respectivamente (Tabla 2).

En cuanto al método desarrollado por Colwell (2013), se destaca una tendencia asintótica de la curva de acumulación, donde se obtuvo una completitud del 100% para el ensamblaje en general de acuerdo al estimador Chao 2 (figura 4). Los resultados anteriores indican que, en este estudio fueron registradas una proporción representativa de las especies reales que pueden encontrarse en la zona muestreada por medio del método con cámaras trampa.

De los individuos registrados, cuatro se encuentran bajo una categoría de amenaza, dos especies bajo las categorías de vulnerable (VU); *Leopardus tigrinus* y *Mazama rufina* y dos bajo casi amenazado (NT); *Nasuella olivacea* y *Cuniculus taczanowskii* de acuerdo a la UICN (2019) (Tabla 3).

Tabla 3. Mamíferos medianos y grandes registrados en el Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander-Colombia. Método: CT: Cámara trampa. Categoría de conservación: LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado, VU: Vulnerable.

Taxón	Método	Categoría de conservación			
		Libro rojo	UICN	CITES	Rs. 1912 2017
<b>DIDELPHIMORPHIA</b>					
<b>Didelphidae</b>					
<i>Didelphis pernigra</i> (Allen, 1900)	CT	-	LC	-	-
<b>RODENTIA</b>					
<b>Cuniculidae</b>					
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	CT	-	LC	-	-
<i>Cuniculus taczanowskii</i> (Stolzmann, 1865)	CT	-	NT	-	-
<b>Dasyproctidae</b>					
<i>Dasyprocta punctata</i> (Gray, 1842)	CT	-	LC	-	-
<b>Sciuridae</b>					
<i>Notosciurus granatensis</i> (Humboldt, 1811)	CT	-	LC	-	-
<b>CARNIVORA</b>					
<b>Felidae</b>					
<i>Leopardus tigrinus</i> (Schreber, 1775)	CT	VU	VU	-	-
<b>Mephitidae</b>					
<i>Conepatus semistriatus</i> (Boddnert, 1785)	CT	-	LC	-	-
<b>Mustelidae</b>					
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	CT	-	LC	-	-
<i>Mustela frenata</i> (Lichtenstein, 1831)	CT	-	LC	-	-
<b>Procyonidae</b>					
<i>Nasuella olivacea</i> (Gray, 1865)	CT	-	NT	-	-
<b>ARTIODACTYLA</b>					
<b>Cervidae</b>					
<i>Mazama rufina</i> (Pucheran, 1851)	CT	-	VU	-	-

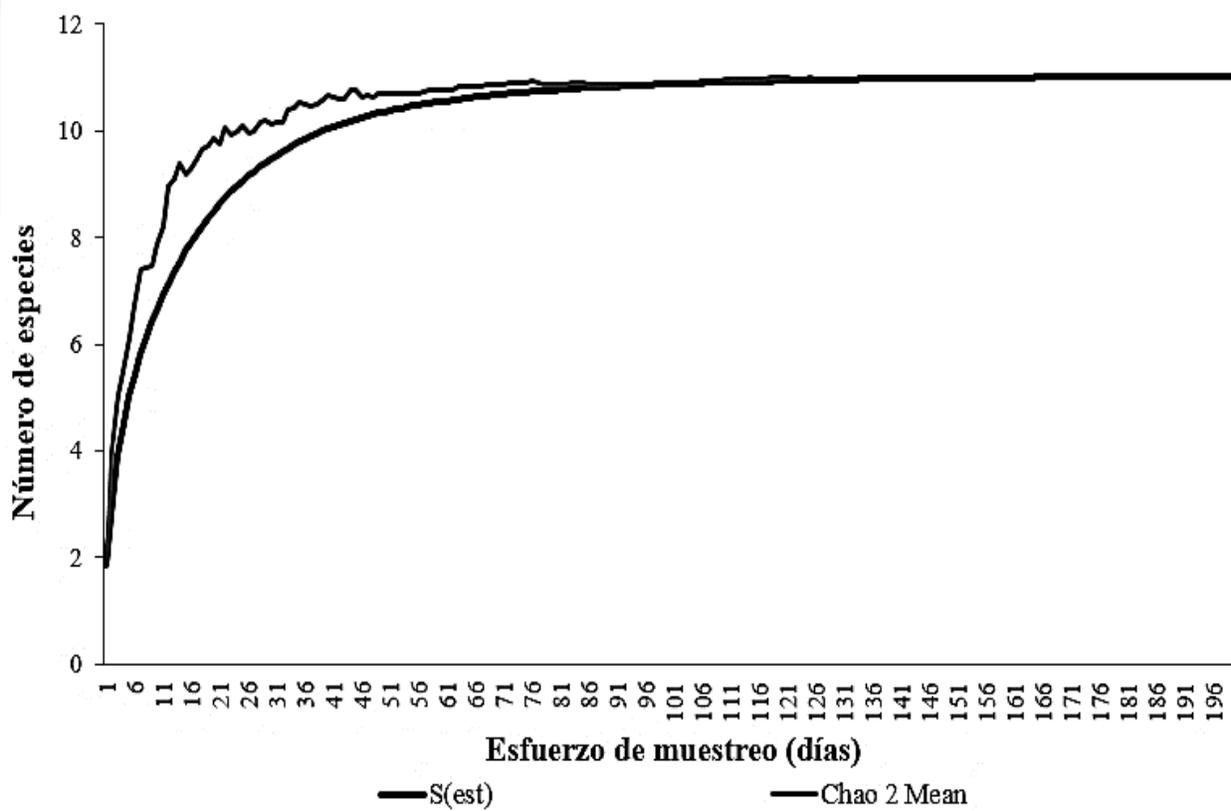


Figura 4. Curva de acumulación para las especies de mamíferos medianos y grandes registrados en el Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia.

De acuerdo al gráfico de rango-abundancia (figura 5), *Didelphis pernigra* fue la especie más abundante, seguido de *Dasyprocta punctata* y de *Notosciurus granatensis*, sin embargo, el sitio mostró una distribución equitativa y uniforme en relación a las abundancias de todas las especies registradas sin una dominancia por parte de estas.

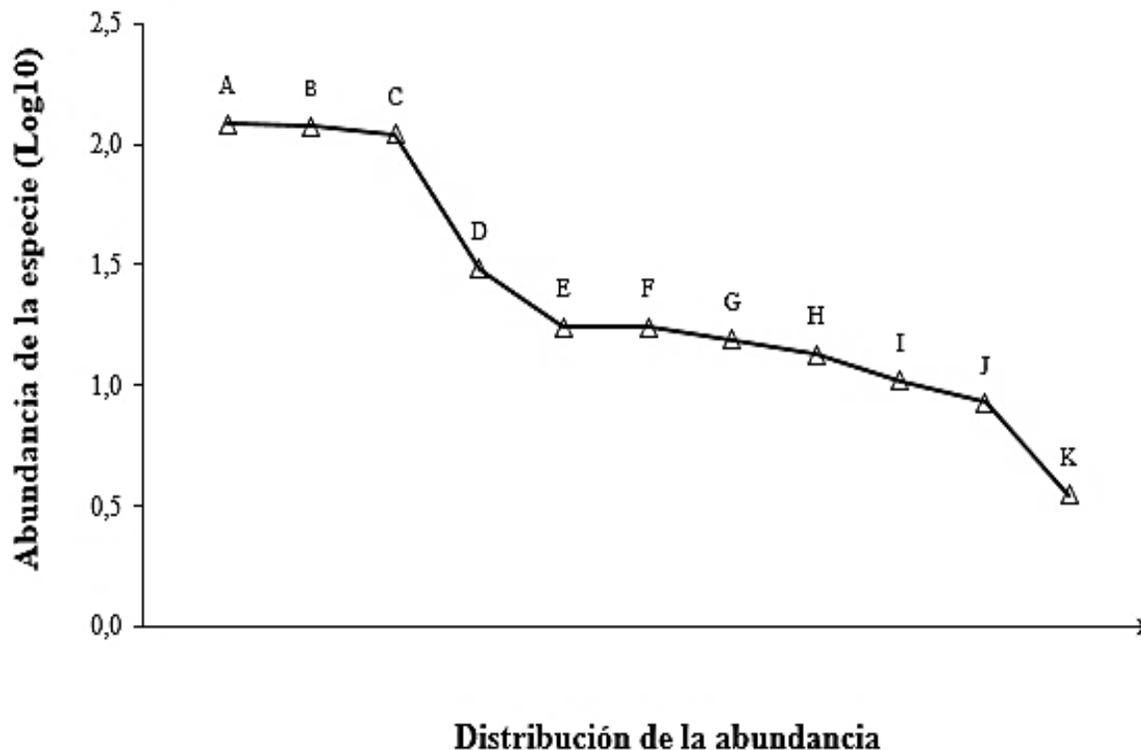


Figura 5. Curvas de distribución de abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes en el Parque Natural Regional, Cucutilla, Norte de Santander-Colombia (Rango-abundancia). **A.** *Didelphis pernigra*, **B.** *Dasyprocta punctata*, **C.** *Notosciurus granatensis*, **D.** *Cuniculus taczanowskii*, **E.** *Cuniculus paca*, **F.** *Eira barbara*, **G.** *Nasuella olivacea*, **H.** *Leopardus tigrinus*, **I.** *Conepatus semistriatus*, **J.** *Mazama rufina*, **K.** *Mustela frenata*.

## 5. 2. Patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes

El ensamblaje de mamíferos medianos y grandes mostró una actividad predominantemente nocturna y diurna ( $K = 2.5791$ ,  $p < 0.01$ ), sin embargo, con una tendencia crepuscular en algunas especies. Las especies con actividad nocturna fueron *Conepatus semistriatus*, *Cuniculus paca*,

*Cuniculus taczanowskii*, *Didelphis pernigra*, *Leopardus tigrinus*, *Mazama rufina* y *Nasuella olivacea* (Tabla 4, figura 6 A, B, C, E, G, H, I); con actividad diurna se encuentran *Dasyprocta punctata*, *Eira barbara* y *Notosciurus granatensis* (Tabla 4, figura 6 D, F, J).

Cuatro especies mostraron una actividad principalmente nocturna, *Cuniculus paca* con un pico agudo entre las 17:00 y las 24:00 horas; *Cuniculus taczanowskii* con picos de actividad notables desde las 17:00 y las 24:00 horas, y entre la 1:00 y las 6:00 horas; *Didelphis pernigra* con un pico de actividad entre las 18:00 y las 6:00 horas y *Leopardus tigrinus* con dos picos de actividad marcados, entre las 19:00 y las 24:00 horas, y desde las 2:00 a las 6:00 horas (figura 6 B, C, E, G).

Las demás especies con actividad nocturna mostraron también una tendencia crepuscular, entre ellos *Conepatus semistriatus* con dos picos de actividad, a partir de las 17:00 y las 19:00 horas, y las 22:00 hasta las 8:00 horas y *Nasuella olivacea* con un primer pico de actividad entre las 18:00 y las 24:00 horas y el segundo entre las 2:00 y las 7:00 horas (figura 6 A, I). *Mazama rufina* mostró actividad a partir de las horas finales del día hasta la noche, donde tuvo un pico entre las 15:00 y las 18:00 horas, luego a las 19:00 y las 20:00 horas, y un pico agudo entre las 24:00 y las 2:00 horas (figura 6 H).

Tabla 4. Período de actividad, estimador de la prueba de Kuiper (\* indica diferencias significativas con respecto a la homogeneidad -  $P < 0.01$ ) y número de registros de cámaras trampa para los mamíferos medianos y grandes del Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia.

Especie	Horas de actividad	Test de Kuiper	Registros
<i>Conepatus semistriatus</i>	Nocturno	K=1.9448	11
<i>Cuniculus paca</i>	Nocturno	K=4.0297*	31
<i>Cuniculus taczanowskii</i>	Nocturno	K=3.5083*	34
<i>Dasyprocta punctata</i>	Diurno	K=5.907*	190
<i>Didelphis pernigra</i>	Nocturno	K=7.2613*	158
<i>Eira barbara</i>	Diurno	K=2.1735*	19
<i>Leopardus tigrinus</i>	Nocturno	K=2.5977*	13
<i>Mazama rufina</i>	Nocturno	K=2.8261*	21
<i>Nasuella olivacea</i>	Nocturno	K=3.2662*	22
<i>Notosciurus granatensis</i>	Diurno	K=8.0245*	172
<b>Total</b>			671

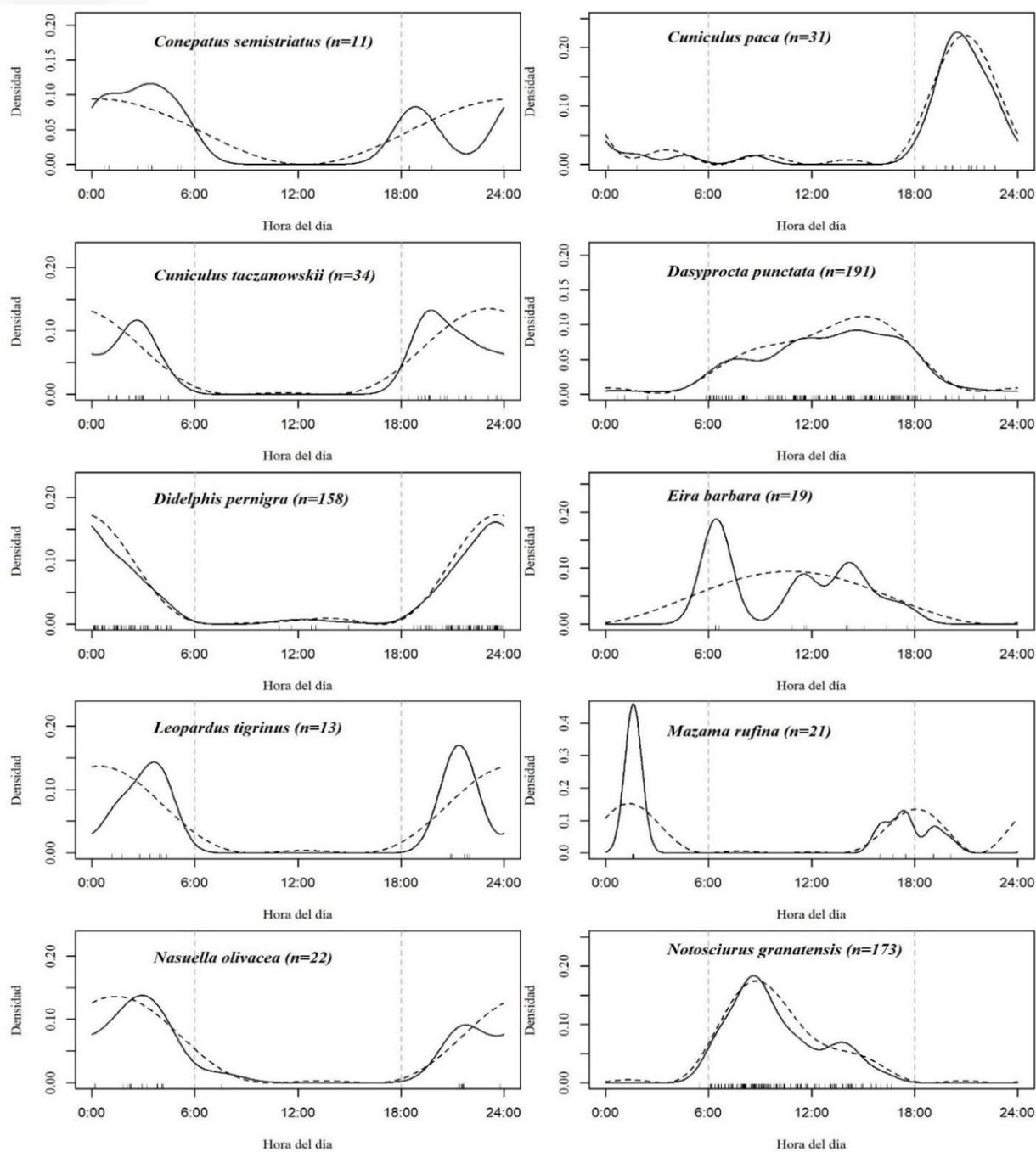


Figura 6. Densidad de los patrones de actividad diarios de 10 especies de mamíferos en el Parque Natural Regional Sisavita. Densidad de Kernel (líneas continuas), suma trigonométrica (líneas punteadas). Las líneas verticales cortas sobre el eje x son los registros, y las líneas verticales punteadas sobre el eje x indican la hora de salida y puesta del sol. El eje y indica la densidad de la actividad.

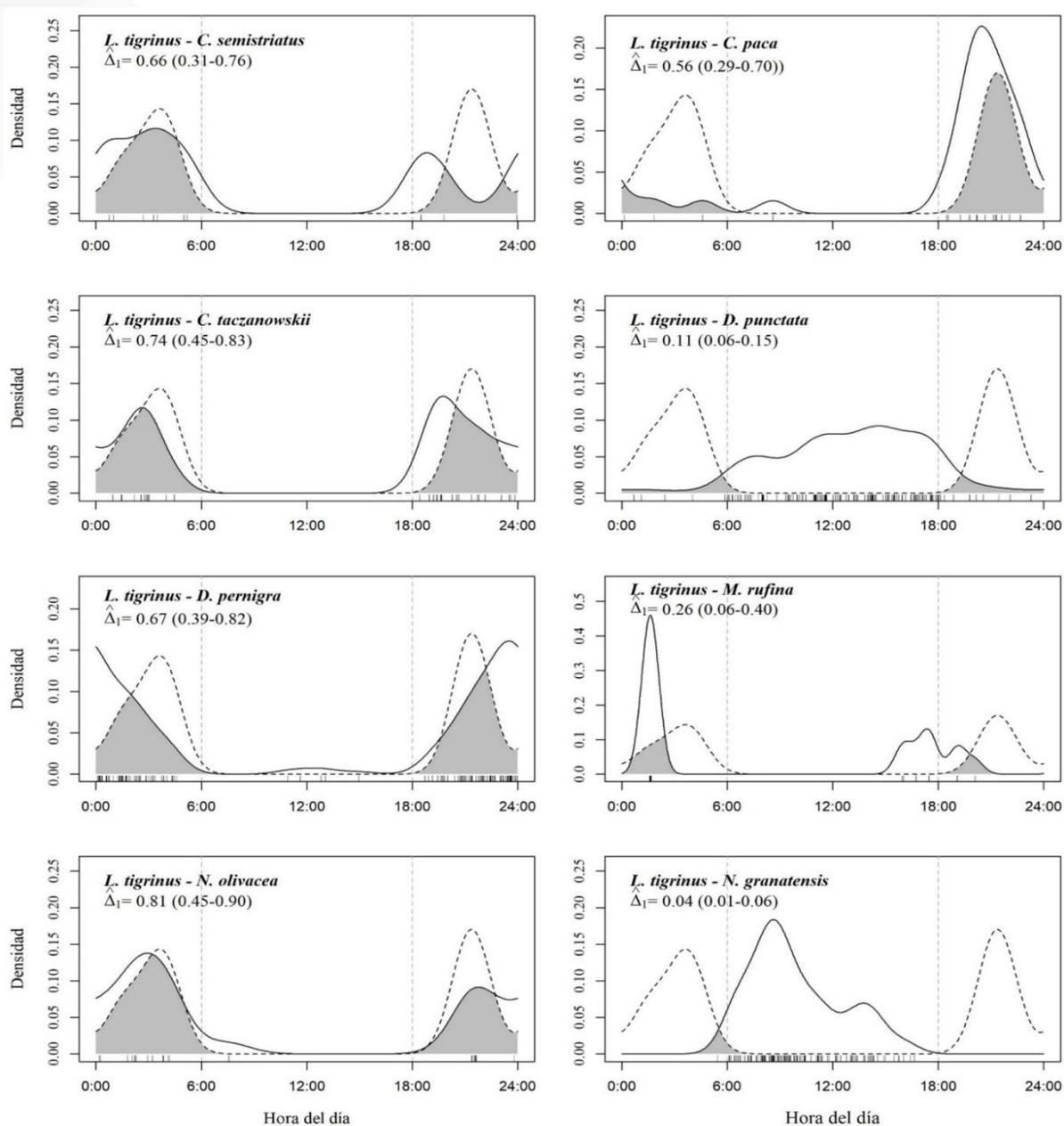


Figura 7. Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando el patrón de actividad diario del tigrillo (*Leopardus tigrinus*) y las posibles presas en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel del tigrillo (líneas punteadas) y estimaciones de la densidad de Kernel de las posibles presas (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad.

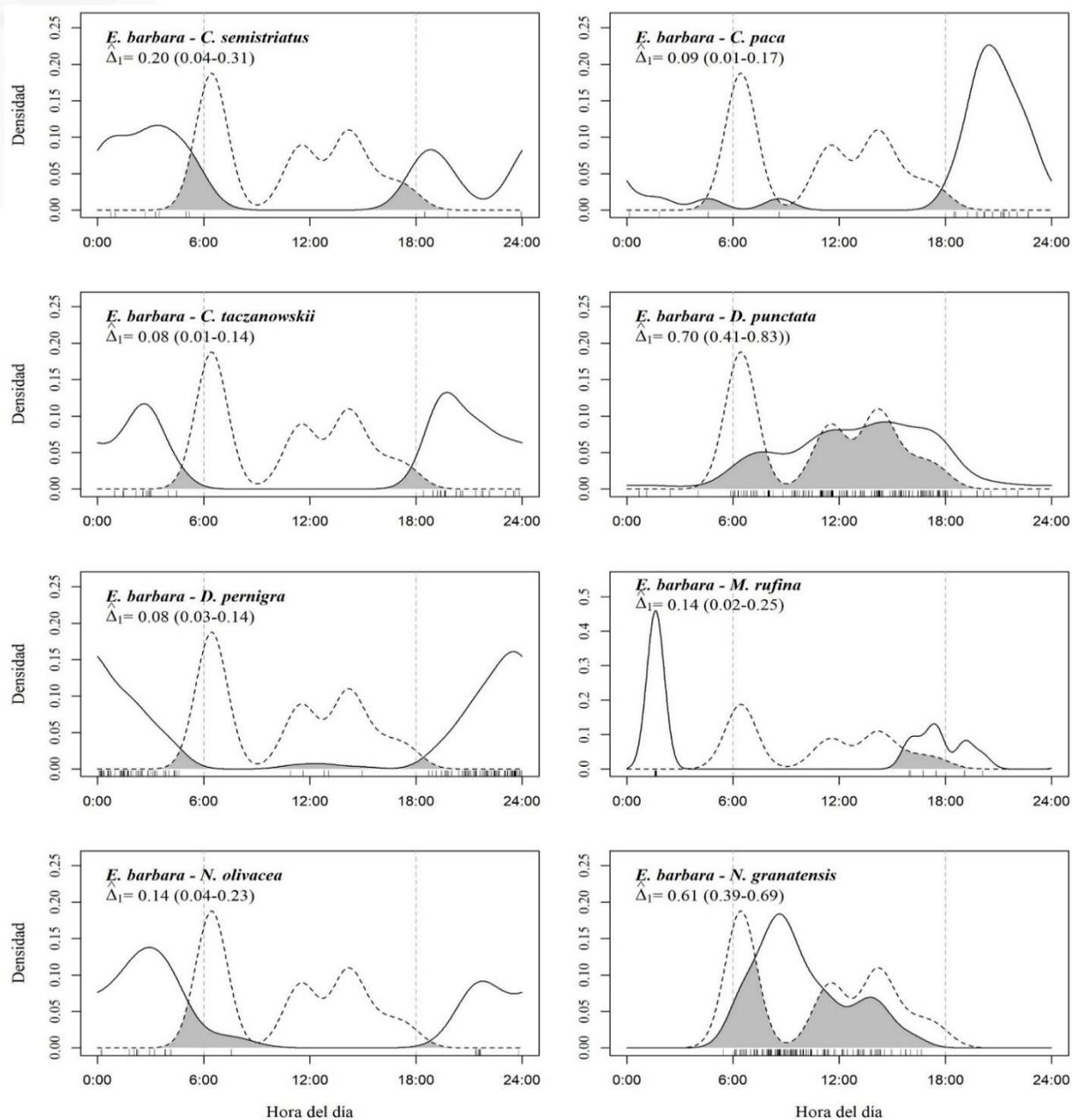


Figura 8. Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando el patrón de actividad diario de la Tayra (*Eira barbara*) y las posibles presas en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la Tayra (líneas punteadas) y estimaciones de la densidad de Kernel de las posibles presas (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad.

Entre las especies con un patrón diurno se encuentra *Notosciurus granatensis*, con un pico marcado de actividad entre las 5:00 y las 12:00 horas, y las 13:00 y las 18:00 horas; *Dasyprocta punctata*, con una tendencia diurna-crepuscular, con un pico entre las 5:00 y las 20:00 horas, y *Eira barbara*, con actividad diurna-crepuscular, con un pico agudo a partir de las 5:00 hasta las 8:00 horas, luego a las 10:00 y las 13:00 horas y, por último, entre las 14:00 y las 19:00 horas (figura 6 J, D, F).

Con base en el análisis de superposición, *L. tigrinus* mostró un valor moderado a alto ( $\Delta \geq 0.66$ ) con otras especies de carnívoros como *C. semistriatus* y *N. olivacea*; respecto a las presas potenciales, se observó una superposición moderada con *C. paca* ( $\Delta = 0.56$ ), *D. pernigra* ( $\Delta = 0.67$ ) y *C. taczanowskii* ( $\Delta = 0.74$ ), y baja ( $\Delta \leq 0.26$ ) con *M. rufina*, *D. punctata* y *N. granatensis* (figura 7). En el caso de *E. barbara*, mostró una superposición baja ( $\Delta \leq 0.20$ ) con otros carnívoros como *C. semistriatus* y *N. olivacea*, y una superposición moderada a baja ( $\Delta \leq 0.70$ ) con las presas potenciales como *D. punctata*, *N. granatensis*, *C. taczanowskii*, *D. pernigra* y *M. rufina* (figura 8).

Entre *C. semistriatus* y *N. olivacea* existe una superposición alta ( $\Delta = 0.76$ ), mientras que la superposición con las presas tuvo valores moderados a bajos, como entre *N. olivacea*-*C. taczanowskii* ( $\Delta = 0.74$ ), *C. semistriatus*-*C. taczanowskii* ( $\Delta = 0.72$ ), *N. olivacea*-*D. pernigra* ( $\Delta = 0.72$ ), *C. semistriatus*-*D. pernigra* ( $\Delta = 0.59$ ), *C. semistriatus*-*M. rufina* ( $\Delta = 0.45$ ), *N. olivacea*-*C. paca* ( $\Delta = 0.45$ ), *C. semistriatus*-*C. paca* ( $\Delta = 0.40$ ), *N. olivacea*-*M. rufina* ( $\Delta = 0.30$ ), *C. semistriatus*-*D. punctata* ( $\Delta = 0.26$ ) y *N. olivacea*-*D. punctata* ( $\Delta = 0.16$ ) (figura 9 a, b). La superposición más baja de estos carnívoros fue *C. semistriatus*-*N. granatensis* ( $\Delta = 0.10$ ) y *N. olivacea*-*N. granatensis* ( $\Delta = 0.09$ ) (figura 9 a, b).

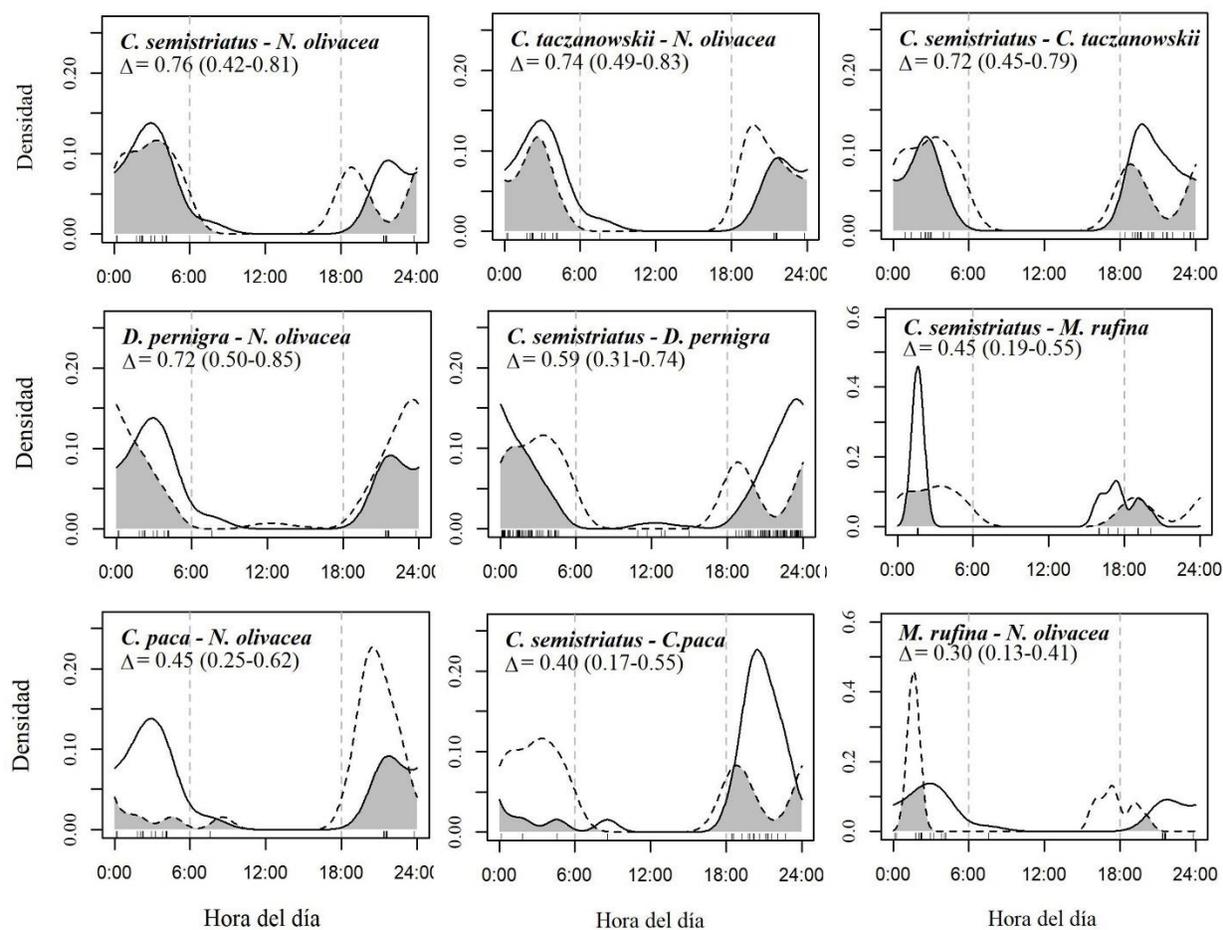
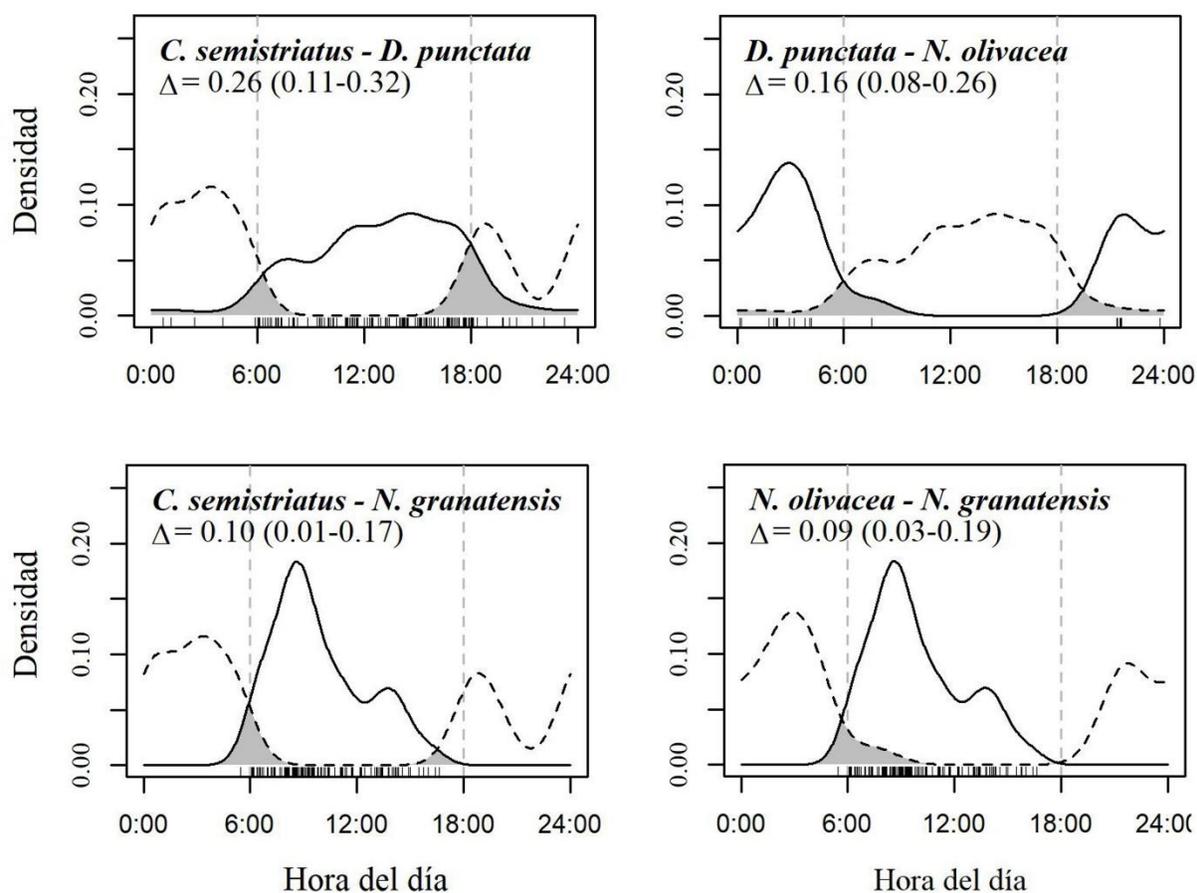


Figura 9a. Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando los patrones de actividad diarios entre carnívoros y no depredadores en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la especie 1 (líneas punteadas) y estimación de la densidad de Kernel de la especie 2 (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad.



*Figura 9b.* Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando los patrones de actividad diarios entre carnívoros y no depredadores en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la especie 1 (líneas punteadas) y estimación de la densidad de Kernel de la especie 2 (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad.

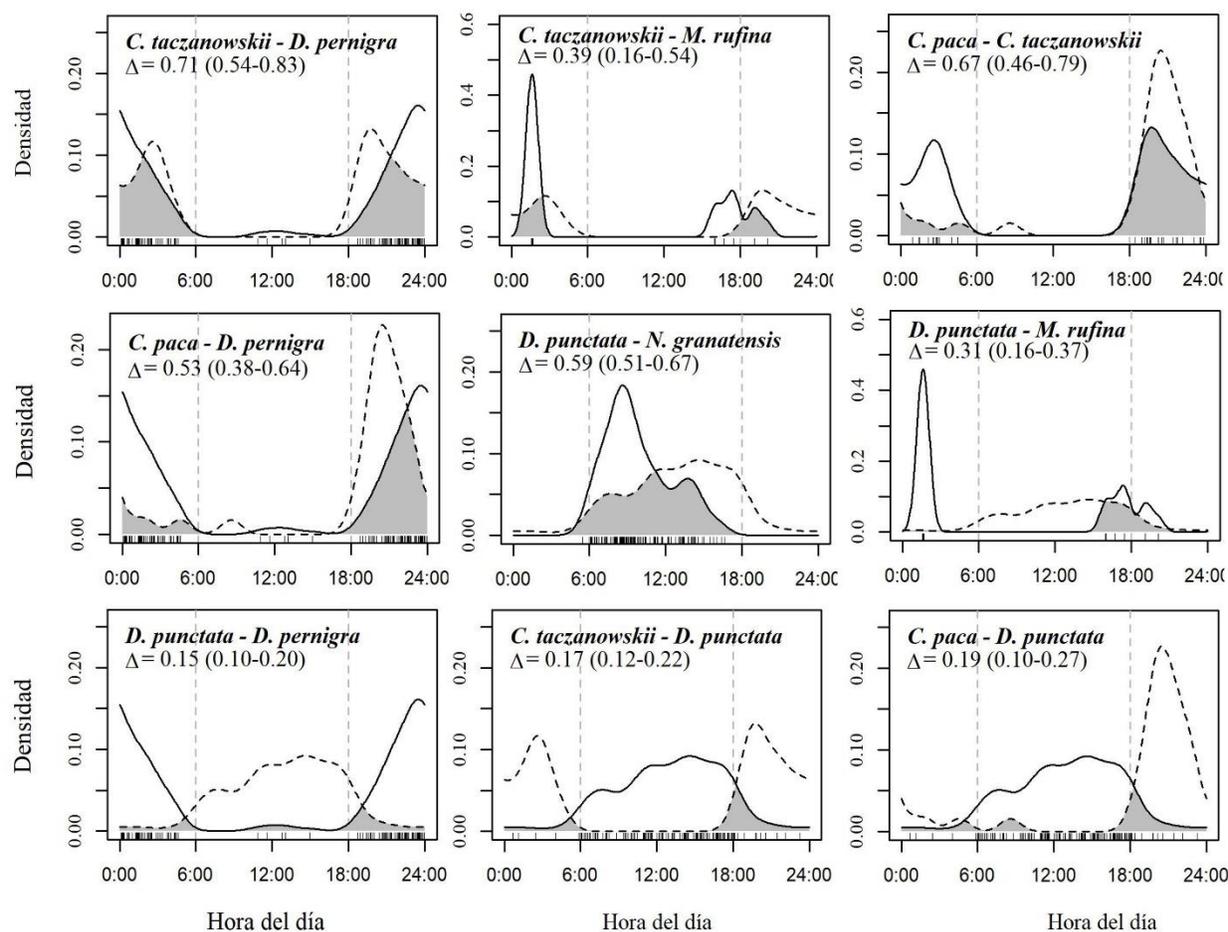


Figura 9c. Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando los patrones de actividad diarios entre no depredadores en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la especie 1 (líneas punteadas) y estimación de la densidad de Kernel de la especie 2 (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad.

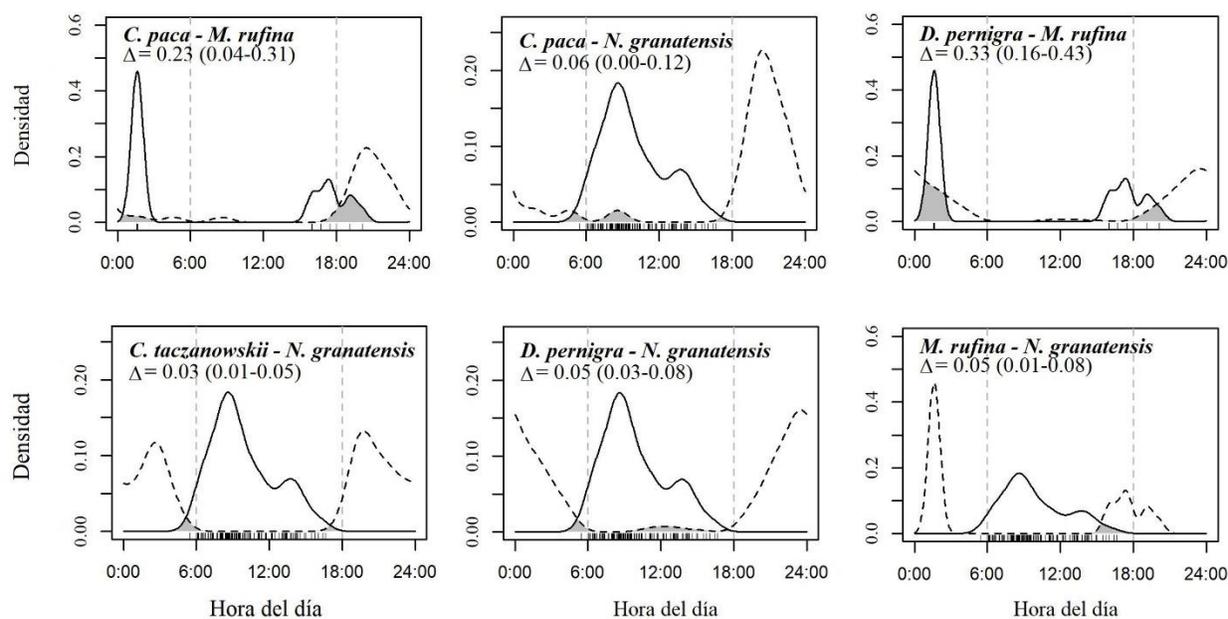


Figura 9d. Coeficiente de sobreposición (área sombreada en gris en cada gráfico) relacionando los patrones de actividad diarios entre no depredadores en el Parque Natural Regional Sisavita. Estimación de la densidad de Kernel de la especie 1 (líneas punteadas) y estimación de la densidad de Kernel de la especie 2 (líneas continuas). La estimación de la sobreposición se indica con un intervalo de confianza bootstrap del 95% entre paréntesis. El eje y indica la densidad de la actividad.

Para las especies competidoras potencialmente no depredadoras se presentó una superposición moderada, con valores entre 39 y 71%, con *C. taczanowskii*-*D. pernigra* ( $\Delta = 0.71$ ), *C. paca*-*C. taczanowskii* ( $\Delta = 0.67$ ), *D. punctata*-*N. granatensis* ( $\Delta = 0.59$ ), *C. paca*-*D. pernigra* ( $\Delta = 0.53$ ) y *C. taczanowskii*-*M. rufina* ( $\Delta = 0.39$ ) (figura 9 c, d). Las demás especies mostraron una superposición baja ( $\Delta \leq 0.33$ ), siendo las más notables entre *C. taczanowskii*-*N. granatensis* ( $\Delta = 0.03$ ), *D. pernigra*-*N. granatensis* y *M. rufina*-*N. granatensis* (ambas con  $\Delta = 0.05$ , respectivamente) (figura 9 c, d).

## 6. DISCUSIÓN

### 6. 1. Composición y estructura de los mamíferos medianos y grandes

Las 11 especies encontradas en el área de estudio representan el 3.83% de las especies de mamíferos reportadas para Colombia (Ramírez-Chaves *et al.*, 2021), siendo el primer estudio que estima la riqueza y abundancia de las especies de mamíferos de talla mediana y grande del Parque Natural Regional (PNR) Sisavita. En otros estudios realizados para la Región Andina donde se han registrado mamíferos medianos y grandes, las especies de carnívoros y roedores han dominado en número los muestreos, como lo reportado por Vásquez-Palacios *et al.* (2019) en 11 áreas de conservación asociadas a la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), donde se registraron 10 especies pertenecientes al Orden Carnivora y 4 especies al Orden Rodentia, mediante el uso de cámaras trampa y recorridos por transectos.

Por su parte, Ramírez-Chaves *et al.* (2021) reportaron 13 de especies de carnívoros y 6 de roedores para el Parque Nacional Natural Selva de Florencia de Caldas, por medio de cámaras trampa y otros métodos complementarios como trampas Tomahawk y datos de colecciones. Una mayor riqueza de estas especies puede deberse a que la diversidad de carnívoros en un lugar depende directamente de la abundancia de sus potenciales presas, por lo tanto, se esperaría encontrar riquezas altas para las especies de carnívoros como también para las especies de roedores medianos (Terborgh, 1988; Cardillo *et al.*, 2004).

Este estudio presentó el mismo número de especies de mamíferos medianos y grandes que lo reportado por Gast y Stevenson (2020) entre los departamentos de Huila y Caquetá, en el Parque Nacional Natural Cueva de los Guacharos, donde abarcaron una altitud entre los 1700 y 3000 msnm y emplearon un esfuerzo de muestreo similar. Sin embargo, al comparar con lo reportado

por Cáceres-Martínez *et al.* (2016) en el Parque Nacional Natural Tamá y su zona de amortiguación para Norte de Santander, realizado en altitudes de 1843 a 3445 msnm, la riqueza fue menor al registrar 10 especies menos de mamíferos medianos y grandes.

Esto puede deberse a que se registraron las más especies más abundantes del sitio, donde se incluyen las especies comunes o centrales, que suelen estar ampliamente distribuidas y son abundantes dentro de su región, pero podrían faltar las especies raras o satélite, normalmente distribuidas de manera menos uniforme dentro de su región (Hanski, 1982; Gibson *et al.*, 2005). Además de lo anterior debe tenerse en cuenta el área de estudio, en este caso bosque andino, que la compararse con estudios en zonas más bajas, muestra una disminución de la riqueza al aumentar la altitud, debido a la relación entre la disponibilidad de alimento y el clima, temperatura y humedad (Alvear y Betancur, 2010).

Entre las especies registradas y reportadas en una categoría de riesgo de acuerdo a la UICN (2019), se encuentra *Leopardus tigrinus*, cuya presencia ha sido reportada en hábitats con árboles de porte mediano a grande y arbustales densos, aunque también en plantaciones de pino, pastizales y áreas con alto grado de fragmentación (Tortato y Oliveira, 2005; Oliveira-Santos *et al.*, 2012). En el país, esta especie se restringe a alturas superiores a los 1500 msnm llegando hasta los 4800 msnm, con una preferencia por el bosque nublado montano, premontano y los páramos, sin embargo, se ha registrado en proximidad a zonas urbanas (Payán y González-Maya, 2011; Arias-Álzate *et al.*, 2014; Payan y Oliveira, 2016; Torres *et al.*, 2020). Esta especie se enfrenta expuesta a diferentes amenazas, que van desde la cacería (García-Salinas *et al.*, 2002) hasta la fragmentación de los bosques y el riesgo de atropellamiento (Delgado-V., 2007).

*Mazama rufina* se encuentra en los bosques andinos por encima de los 1500 hasta los 3800 msnm, en zonas apartadas y de difícil acceso con vegetación densa típicas de los Andes, aunque

ocasionalmente se acerca a los pastizales y salados del ganado bovino (Emmons y Feer, 1990; Sánchez *et al.*, 2004; Lizcano *et al.*, 2010). Se encuentra en estado de amenaza debido a la disminución de sus poblaciones asociadas a la transformación y la pérdida de hábitat, presión de cacería en algunas zonas del país y perros ferales (Delgado-V. 2003; Lizcano y Álvarez, 2016; Zapata-Ríos y Branch, 2016). Otras especies amenazadas por cacería incluyen a *C. taczanowskii*, que ha sido también afectada por la fragmentación y pérdida de hábitat, a pesar de ser registrada tanto en zonas conservadas como periurbanas (Sierra-Giraldo y Escobar-Lasso, 2014; Tirira *et al.*, 2008; Delgado-V. *et al.*, 2011).

*Dasyprocta punctata* y *Cuniculus paca* también se encuentran expuestas a la presión por cacería, además de la presión por parte de especies domésticas (Koster, 2008; Jax *et al.*, 2015; Zapata-Ríos y Branch, 2016). En cuanto a *Nasua olivacea*, esta especie es susceptible a la modificación del hábitat, debido a su rango de distribución restringido y requisitos de hábitat estrechos, además del conflicto con los seres humanos por la depredación de pequeños animales domésticos y frecuentes daños a cultivos y su colecta para la obtención de su piel y como mascota (Bisbal, 1993; Sánchez, 2000; Ramírez-Chávez *et al.*, 2008; Balaguera-Reina *et al.*, 2009).

La alta abundancia de *Didelphis pernigra* en comparación con las demás especies se debe a que es una especie generalista, al incluir en su dieta invertebrados, frutos y algunos vertebrados como lagartijas, aves y ratones (Pérez-Hernández *et al.*, 1994; Durant, 2002). Esta especie ha sido reportada en sitios con requerimientos similares por Cáceres-Martínez *et al.* (2016), pudiendo en algunos casos salir de bosques densos a zonas con actividad humana por alimento debido a la cercanía a cultivos. En cuanto a las especies de roedores como *Dasyprocta punctata* y *Notosciurus granatensis*, importantes debido a la función ecológica que cumplen en este tipo de hábitats como dispersores de semillas, Arcos (2010) ha mencionado abundancias similares donde han sido

mayores que las mostradas por carnívoros (Galetti *et al.*, 2006). En el caso de las especies de carnívoros, estas han sido reportadas como indicadoras de áreas conservadas, ya que son susceptibles a mostrar cambios en su riqueza y estructura, no solo por los cambios en el uso de los diferentes elementos del paisaje, sino también al responder a la presencia y abundancia de sus presas naturales (Soulé *et al.*, 1988; Prugh *et al.*, 2009).

## 6. 2. Patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes

Varias de las especies fueron estrictamente nocturnas, como se ha reportado para *C. taczanowskii*, *D. pernigra* y *C. paca* (Jiménez *et al.*, 2010; Michalski y Norris, 2011; Cáceres-Martínez *et al.*, 2016; Hernández-Hernández *et al.*, 2018), mientras que especies como *N. granatensis* mostraron la dominancia de un patrón de actividad diurno (Cáceres-Martínez *et al.*, 2016; Ramírez-Mejía y Sánchez, 2016). *L. tigrinus* presentó una actividad con este patrón nocturno, difiriendo de su actividad catemeral mencionada por Di Bitetti *et al.* (2010) y Marques y Fábian (2018), este cambio en su patrón de actividad puede ser debido a la influencia de factores antrópicos al interior de la zona de amortiguación del área protegida, con el fin de evitar el contacto directo con humanos y animales domésticos como los perros (Zapata-Ríos y Branch, 2016; Massara *et al.*, 2018).

En otros estudios han señalado su actividad nocturna debido a la posible ausencia de otras especies de felinos más grandes (margay, ocelote y puma), al notar como mostraron un patrón más diurno con tendencia catemeral cuando las otras especies parecían no estar presentes (Oliveira-Santos *et al.*, 2012; Lucherini *et al.*, 2009; Blake *et al.*, 2012; Massara *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2019). Sin embargo, debe tenerse en cuenta el bajo número de registros y, para tener claridad sobre el cambio en su comportamiento, más esfuerzo debe ser empleado (Blake *et al.*, 2012).

Otras especies como *C. semistriatus* mostraron una tendencia nocturna-crepuscular, difiriendo de lo previamente reportado por González-Maya *et al.* (2009) y Cáceres-Martínez *et al.* (2016), al considerarla estrictamente nocturna; no obstante, coincide con lo descrito por Cheida *et al.* (2011), considerándolo predominantemente nocturno con un inicio de su período de actividad al anochecer. El patrón de actividad de *N. olivacea* fue similar a lo mencionado en otros estudios, al señalarlo como principalmente nocturno con cierta actividad en horas crepusculares (Ramírez-Mejía y Sánchez, 2016). Especies como *Mazama rufina* han sido reportadas como nocturnas por Cáceres-Martínez *et al.* (2016), aunque los resultados de este estudio coinciden con lo expuesto por Lizcano y Álvarez (2008), donde reportan el inicio de la actividad de esta especie en horas finales de la tarde continuando hasta la noche.

*E. barbara*, con actividad diurna-crepuscular, ha sido reportada con este patrón para Colombia (Calderón-Capote *et al.*, 2015), aunque con baja actividad durante estas horas y mayor durante el día (González-Maya *et al.*, 2015), lo que difiere con este estudio donde mostró un pico de actividad marcado antes y después del amanecer; también difiere con lo mencionado por Jiménez *et al.* (2010), que la señala como estrictamente diurna. El patrón de actividad crepuscular por parte de esta especie ha sido reportado en zonas cercanas a asentamientos humanos (Delgado-V *et al.*, 2011), pero las causas que influyen en este comportamiento no son claras y más estudios deben realizarse.

Por último, *D. punctata* tuvo un patrón de actividad diurno con tendencia crepuscular, que coincide con lo mencionado por Mosquera *et al.* (2014), donde describen un comportamiento con un pico de actividad principalmente crepuscular con actividad después del amanecer y atardecer. De acuerdo a Smythe (1978), el periodo de actividad de este roedor se extiende cuando el recurso

alimenticio es escaso; Suselbeek (2009) coincide, al manifestar un aumento significativo de su período de actividad en las mismas condiciones en sus estudios.

La sobreposición baja de *L. tigrinus* con algunas especies como *D. punctata* y *N. granatensis* puede deberse a un comportamiento de evitación por parte de estas especies para reducir el riesgo de depredación, teniendo en cuenta que para otros felinos del género *Leopardus* se han reportado como presas potenciales roedores medianos (Meza *et al.*, 2002; Moreno *et al.*, 2006; Booth-Binczik *et al.*, 2014). No obstante, en el caso de *N. granatensis* debe tenerse en cuenta su hábito arborícola, pudiendo influir en mayor medida los requerimientos en su dieta en relación con otras especies no depredadoras (López-Ramírez *et al.*, 2020). A pesar de los valores moderados mostrados por *C. taczanowskii*, no se han reportado eventos de depredación para esta especie, mientras que *D. pernigra* ha sido reportada en la dieta de *Leopardus tigrinus* (Nivelo-Villavicencio *et al.*, 2019).

La sobreposición alta de *L. tigrinus* con carnívoros como *N. olivacea* es notable, permitiendo a esta especie de felino ajustarse a los picos de actividad de su posible presa, ya que esta especie de carnívoro mediano ha sido reportado como parte de la dieta de *Leopardus* (Moreno *et al.*, 2006; Nivelo-Villavicencio *et al.*, 2019). *N. olivacea* puede quedar expuesta a los eventos de depredación debido a la presión por animales domésticos como ha sido reportado por Zapata-Ríos y Branch (2016), aunque esta especie puede mostrar patrones diferenciales de actividad espacial para reducir la depredación intragremial (Alves-Costa *et al.*, 2004).

Los valores de superposición bajos de *E. barbara* con otros carnívoros se explican mediante la segregación de nicho temporal en relación a *N. olivacea* y espacial con *C. semistriatus*, que muestran estas especies de carnívoros medianos para evitar la competencia por recursos, ya que entre estas especies no se tienen reportes directos de depredación (Hatakeyama *et al.*, 2020).

Mientras que, con algunas de las presas potenciales con estos mismos valores, puede deberse a un comportamiento evasivo en respuesta a la depredación, como sucede con *M. rufina*, considerada como presa de esta especie (Rodríguez *et al.*, 2020). Respecto a *D. punctata* y *N. granatensis*, podría deberse a una sincronización donde coincide con los picos de actividad de sus posibles presas, ya que estas especies podrían responder principalmente a la disponibilidad de alimento de acuerdo a sus requerimientos (Blake *et al.*, 2012). Las especies con los valores más bajos de sobreposición con *E. barbara* son *D. pernigra*, *C. taczanowskii* y *C. paca*, en el caso de la primera se ha reportado como presa potencial para este carnívoro (Presley, 2000).

Los valores de sobreposición altos en las demás especies de carnívoros como *C. semistriatus* y *N. olivacea*, podría ser en respuesta a las presiones causadas en la disponibilidad de alimento al tener un uso similar de recursos, sin embargo, a falta de una segregación de nicho temporal se ha reportado en *N. olivacea* cambios en su dieta o patrones diferenciales de actividad espacial con el fin de reducir la competencia interespecífica (Massara *et al.*, 2016; Alves-Costa *et al.*, 2004). En relación con estas especies de carnívoros y especies no depredadoras, a pesar de mostrar valores de sobreposición moderados a bajos, no se han reportado eventos de depredación que los relacionen (Massara *et al.*, 2016; Alves-Costa *et al.*, 2004; Castillo *et al.*, 2014).

Entre especies no depredadoras potencialmente competidoras, la mayoría de los valores de sobreposición bajos podrían deberse principalmente a una segregación temporal de nicho debido al uso de recursos similares, reflejado en la dieta de estas especies como sucede entre *C. paca*-*D. punctata*, *C. taczanowskii*-*D. punctata* y *C. taczanowskii*-*M. rufina* (Forget y Vander-Wall, 2001; Dubost y Henry, 2006; Osbahr *et al.*, 2007; Lizcano y Álvarez, 2016; Carrera-Treviño *et al.*, 2018). Los valores de sobreposición moderados entre otros pares de especies como *C. paca* con *C. taczanowskii* y *D. pernigra*, y bajos en relación a *N. granatensis* con las demás especies, podrían

deberse a una segregación espacial de nicho, donde a pesar de compartir algunos ítems en su dieta, *C. paca* suele encontrarse en zonas más bajas en comparación con estas especies (Pérez-Hernández *et al.*, 1994; Dubost y Henry, 2006; Osbahr *et al.*, 2007; Carrera-Treviño *et al.*, 2018).

En el caso de *D. pernigra-C. taczanowskii*, estas especies presentan diferencias en sus dietas predilectas, por lo que pueden aprovechar los recursos en relación a su nicho ecológico de acuerdo a sus requerimientos (Pérez-Hernández *et al.*, 1994; Durant, 2002; Osbahr *et al.*, 2007). También se debe tener en cuenta la posibilidad de ciertas presiones por animales domésticos en la zona, que incluyen principalmente perros, que podrían afectar los patrones de actividad de las especies y, en consecuencia, las interacciones entre ellas (Zapata-Ríos y Branch, 2016).

## 7. CONCLUSIONES

- La composición y estructura del ensamblaje de mamíferos medianos y grandes registrados en el PNR Sisavita mostró una mayor abundancia de especies generalistas como *Didelphis pernigra*, seguidos de especies como *Dasyprocta punctata* y *Notosciurus granatensis*, importantes como dispersores de semillas y una alta riqueza de especies de carnívoros, indicadores de hábitats conservados.
- Entre las especies registradas se reportó la presencia de cuatro especies en una categoría de riesgo: *Leopardus tigrinus* (VU), *Mazama rufina* (VU), *Nasuella olivacea* (NT) y *Cuniculus taczanowskii* (NT), por lo que se espera que este trabajo, como primer esfuerzo de documentar la riqueza en el PNR Sisavita, contribuya al manejo y conservación de esta importante área protegida de la región y del país, para hacer posibles una mayor cantidad de esfuerzos enfocados en la conservación y ecología de las especies reportadas, y proveer más herramientas para el apropiado manejo y planificación del área.
- Los patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes del PNR Sisavita mostraron una dominancia de actividad nocturna para la mayoría de especies, seguido de un patrón de actividad diurno; sin embargo, varias de las especies como *Eira barbara*, *Dasyprocta punctata* y *Nasuella olivacea* mostraron una actividad diurna-crepuscular y nocturna-crepuscular notable. Especies como *Leopardus tigrinus* presentaron una actividad estrictamente nocturna, siendo reportada por otros autores como principalmente catemeral e incluso diurna. Este cambio puede deberse a la actividad antrópica al interior del área protegida, como la cercanía con cultivos y la presencia de especies domésticas como perros.

- En cuanto a los valores estimados de sobreposición entre las especies de mamíferos medianos y grandes del PNR Sisavita, depredadores y presas, competidores y no depredadores, evidenciaron como especies pueden coexistir, mediante la partición temporal de nicho, interactuando mediante sus picos de actividad, sea sincronizándose entre sí, como se podría observar entre *Leopardus tigrinus* y algunas de sus presas, o asumiendo riesgos de depredación relacionada con la disponibilidad de alimento, como es el caso de algunas especies de roedores como *Cuniculus taczanowskii* y carnívoros más pequeños como *Nasuella olivacea*. Además de la evitación entre especies para disminuir la competencia potencial, de acuerdo a la disponibilidad de presas y la perturbación humana.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamczyk, S., Souto, D. & Renner, S., S. (2014). Escape from extreme specialization: Passionflowers, bats and the sword-billed hummingbird. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1795).
- Acosta, H., Cavalier, J. & Londoño, S. (1996). Aportes al conocimiento de la biología de Tapirus pinchaque, en los Andes centrales de Colombia. *Biotropica*, 28: 258-266.
- 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: e73707.
- Alves-Costa, C., P., Da Fonseca, G., A. & Christófar, C. (2004). Variation in the diet of the brown-nosed coati (*Nasua nasua*) in southeastern Brazil. *J. Mammal.* 85: 478–482.
- Albanesi, S, A., Jayat, J. & Brown, D., A. (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.
- Alberico, M., Cadena, A. & Muñoz-Saba, Y. (2000). Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana*, 1: 43-75.
- Alvear, M. & Betancur, J. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, cordillera central colombiana. *Caldasia*, 32(1): 39-63.
- Andrade, C. & Gonzalo, M. (2011). Estado de conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas: Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Revista de la academia colombiana de ciencias*, 35(137): 491-507.

- Arita, H., T., & Figueroa, F. (1999). Geographic patterns of body-mass diversity in Mexican mammals. *Oikos*, 85(2): 310. doi:10.2307/3546497.
- Arcos, R., G. (2010). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos en la Cordillera Oriental Yacuambi, en el suroriente ecuatoriano. *Serie Zoológica*, 6(9): 147-161.
- Aranda M., Botello F. & López-de Buen, L. (2012). Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Rev. Mex. Biodiv*, 83: 3.
- Arias-Alzate, A., González-Maya, J., F. & Viquez-R, L., R. (2012). Conservación de mamíferos del Chocó: distribución, riqueza y representatividad de las áreas protegidas. *Revista de Biodiversidad Neotropical*, 2: 69-80.
- Arias-Alzate, A., Sánchez-Londoño, J., D., Botero-Cañola, S. & González-Maya, J., F. (2014). Recent confirmed records of the Oncilla (*Leopardus tigrinus*) in the department of Antioquia, Colombia. *Mammalogy Notes*, 1: 4-5.
- Ávila-Nájera, D., M., Chávez, C., Lazcano-Barrero, M., C., Mendoza, G., M. & Pérez-Elizalde, S. (2016). Overlap in activity patterns between big cats and their main prey in northern Quintana Roo, Mexico. *THERYA*, 7(3): 439-448.
- Balaguera-Reina, S., A., Cepeda, A., Zárrate-Charry, D. & González-Maya, J., F. (2009). The state of knowledge of Western Mountain Coati *Nasua olivacea* in Colombia, and extent of occurrence in the Northern Andes. *Small Carnivore Conservation*, 41: 35-40.
- Beck, H., Von Helversen O. & Beck-King, R. (1999). Home range, population density, and food resources of *Agouti paca* (Rodentia: Agoutidae) in Costa Rica: A study using alternative methods. *Biotropica*, 31: 675-685.

- Beck, H. (2005). Seed predation and dispersal by peccaries throughout the Neotropics and its consequences: A review and synthesis. Pp. 77- 115. En: Forget, P.M., J.E. Lambert, P.E. Hulme & S.B. Vander Wall (Eds.). *Seed fate: predation, dispersal, and seedling establishment*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Beck, H. (2006). A review of peccary-palm interactions and their ecological ramifications across the Neotropics. *Journal of Mammalogy*, 87: 519-530.
- Bednekoff, P., A. (2007). Foraging in the face of danger. Pp. 305-330 in Stephens, D.W. et al. (eds.). *Foraging: Behavior and ecology*. The University of Chicago Press, Chicago & London.
- Bisbal, F., J. (1993). Impacto humano sobre los carnívoros de Venezuela. *Stud.Neotrop. Fauna Environ*, 28: 145–156.
- Booth-Binczik, S., D., Bradley, R., D., Thompson, C., W., Bender, L., C., Huntley, J., W., Harvey, J., A., Laack, L., L. & Mays, J., L. (2014). Food habits of ocelots and potential for competition with bobcats in southern Texas. *The Southwestern Naturalist*, 58(4): 403-410. <https://doi.org/10.1894/0038-4909-58.4.403>.
- Bodmer, R., E. (1991). Strategies of seed dispersal and seed predation in amazonian ungulates. *Biotropica*, 23: 225-261.
- Bogoni, J., A., Graipel, M., E., Volkmer de Castilho, P., Fantacini, M., F., Kuhnen, V., V., Luiz, M., R., Maccarini, B., T., Marcon, B., C., Teixeira, S., C., Tortato, M., A., Vaz-de-Mello, F., Z. & Hernandez, M., M., I. (2016). Contributions of the mammal community, habitat structure, and spatial distance to dung beetle community structure. *Biodiversity and Conservation*, 25(9), 1661–1675. [doi:10.1007/s10531-016-1147-1](https://doi.org/10.1007/s10531-016-1147-1).

- Felinos en los ecosistemas andinos de Antioquia. Botero, S., Sánchez, J., D., Arias, A., Salazar, S. & Solari, S. (2017). Bosques Andinos, estado actual y retos para su conservación en Antioquia. Medellín, Colombia.
- Boshoff, A., F., & Kerley, L., J. (2002). Potential distributions of the medium- to large-sized mammals in the Cape Floristic Region, based on historical accounts and habitat requirements. *African Zoology*, 36(2): 245–273. [doi:10.1080/15627020.2001.11657142](https://doi.org/10.1080/15627020.2001.11657142).
- Burgin, C., J., Colella, J., P., Kahn, P., L. & Upham, N., S. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1): 1–14. [doi:10.1093/jmammal/gyx147](https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx147).
- Blake, J., G., Mosquera, D., Loiselle, B., A., Swing, K., Guerra, J. & Romo, D. (2012). Temporal activity patterns of terrestrial mammals in lowland rainforest of eastern Ecuador. *Ecotropica*, 18: 137–146.
- Blundell, G., M., Maier, J., A., K. & Debevec, E., M. (2001). Linear home ranges: effects of smoothing, sample size, and autocorrelation on kernel estimates. *Ecological Monographs* 71: 469–489. [doi:10.1890/0012-9615\(2001\)071\[0469:LHREOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2001)071[0469:LHREOS]2.0.CO;2).
- Branton, M. & Richardson, J., S. (2011). Assessing the value of the umbrella-species concept for conservation planning with meta-analysis. *Conservation Biology*, 25(1): 9-20.
- Cáceres, N., C. (2004). Diet of three *Didelphis marsupials* (Mammalia, Didelphimorphia) in southern Brazil. *Mammalian Biology*, 69: 430-433.
- Cáceres-Martínez, C., H., & Acevedo-Rincón, A., A. (2014). Primer registro fotográfico de *Tremarctos ornatus* (Carnivora: Ursidae) y de *Puma concolor* (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Norte de Santander, Colombia. *Mammalogy Notes*, 1(2): 5-7. <https://doi.org/10.47603/manovol1n2.5-7>.

- Cáceres-Martínez, C., H., Acevedo-Rincón, A., A., & Sánchez-Montaño, L., R. (2015). Registros de plásticos en la ingesta de *Tremarctos ornatus* (Carnívora: Ursidae) y de *Nasua olivacea* (Carnívora: Procyonidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Colombia. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(3): 839-842.
- Caceres-Martinez, C., H., Acevedo, A. & Gonzalez, J., F. (2016). Terrestrial medium and large-sized mammal's diversity and activity patterns from Tama National Natural Park and buffer zone, Colombia. *THERYA*, 7(2): 285-298.
- Caceres-Martinez, C., H., Acevedo, A., A. & Gonzalez-Maya, J., F. (2017). A hundred years later: new record of the rare *Cryptotis tamensis* (Soricidae: Mammalia) from Tama National Natural Park, Colombia. *Mammalogy Notes*, 4(1): 30-31.
- Caceres-Martinez C., H., Acevedo A., Camargo, C. & Gonzalez-Maya J., F. (2018). El oso andino y otros mamíferos del PNN Tama: una guía ilustrada de los medianos y grandes mamíferos terrestres y la importancia del monitoreo del oso andino como especie clave. 128 páginas.
- Caceres-Martinez, C., H., Montano, L., R., S., Acevedo, A., A., & Gonzalez-Maya, J., F. (2020). Diet of Andean bears in Tama National Natural Park, Colombia. *Ursus*, 2020(31e10): 1-11.
- Cadena, A., Anderson, R., P. & Rivas, P., P. (1998). Colombian mammals from the chocean slopes of Nariño. Occasional Papers of the Museum. *Texas Tech University*, 180: 1-15.
- Calderón-Capote, M., C, Rojas-Rojas, A., V., Cárdenas-González, C., Pardo-Martínez, A. (2015). Familia Mustelidae. 110-35. In: Suárez-Castro AF, Ramírez-Chaves HE (eds.). Los carnívoros terrestres y semiacuáticos continentales de Colombia. Guía de Campo. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

- Camargo, A. & Mendoza, E. (2016). Interactions between terrestrial mammals and the fruits of two neotropical rainforest tree species. *Acta Oecologica*, 73(1): 45-52.
- Caro, T., M. & O'Doherty, G. (1999). On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology*, 13(4): 805-814.
- Carothers, J., H. & Jaksic, F., M. (1984). Time as a niche difference: the role of interference competition. *Oikos*, 42: 403-406.
- Carrizosa, U., J. (1990). La selva andina. 151-184 en: J. Carrizosa, U. & Hernández-Camacho, J., I. (eds.), Selva y futuro. El Sello Editorial, Bogotá.
- Cardillo, M., Purvis, A., Sechrest, W., Gittleman, J., L., Bielby, J., Mace, G., M. (2004). Human population density and extinction risk in the world's carnivores. *Plos Biol*, 2: 909-914.
- Carrera-Treviño, R., Astudillo-Sánchez, C., C., Garza-Torres, H., A., Martínez-García, L. & Soria-Díaz, L. (2018). Interacciones temporales y espaciales de mesocarnívoros simpátricos en una Reserva de la Biosfera: ¿coexistencia o competencia? *Revista de Biología Tropical*, 66: 996-1008.
- Castaño, C., Carrillo, R. & Salazar, F. (2002). Sistema de Información Ambiental de Colombia Tomo III. Perfil del estado de los recursos naturales y del medio ambiente en Colombia 2001. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Castaño, J., H., Muñoz, Y., Botero, J., E. & Vélez, J., H. (2003). Mamíferos del departamento de Caldas-Colombia. *Biota Colombiana*, 4: 247-259.
- Ceballos, G., & Oliva G. (eds.). (2005). Los mamíferos silvestres de México. CONABIO, UNAM, Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- Colwell R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application.

- Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR). (2011). Plan de Administración y Manejo Ambiental Parque Natural Regional Sisavita. Villa de Leiva: Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental G.E.M.A. Bucaramanga, Colombia.
- Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR). (2015). Plan de Manejo Ambiental Parque Natural Regional Sisavita. Colombia.
- Chape, S., Harrison, J., Spalding, M. & Lysenko, I. (2005). Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets, *Biological sciences*, 360: 443-455.
- Chávez, C., A., De la Torre, A., Bárcenas, R., Medellín, H., Zarza, & G. Ceballos. (2013). Manual de fototrampeo para estudios de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Cheida, D., C., Nakano-Oliveira, E., Fusco-Costa, R., Rocha-Mendes, F. & Shields, J. (2011) Order Carnivora. In: N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima (Eds.) Mamíferos do Brasil, 235-288. Londrina, Brasil.
- Churchill, S. P., Balslev, H., Forero, H. & Luteyn, J. L. (Eds.). 1995. Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. The New York Botanical Garden, New York.
- Crooks, K. (2002). Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conserv Biol*, 16(2): 488–502.
- Cruz, C. (2002). Estudio comparativo de la diversidad y la composición florística de cuatro fragmentos de bosque seco tropical en el norte del estado. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

- Dalerum, F., Somers, M., J. & Kunkel, K., E. (2008). The potential for large carnivores to act as biodiversity surrogates in Southern Africa. *Biodiversity and Conservation*, 17(2): 939-2949.
- Davidson, A., Hamilton, M., Boyer, A. & Ceballos, G. (2009). Multiple ecological pathways to extinction in mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106: 10702–10705.
- De Solla, S., R., Bonduriansky, R. & Brooks, R., J. (1999). Eliminating autocorrelation reduces biological relevance of home range estimates. *Journal of Animal Ecology*, 68(2): 221–234. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.1999.00279.x>.
- Delgado-V., C., A. (2003). Búsqueda del Venado conejo *Pudu mephistophiles* en el Páramo de Belmira, Antioquia. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA. Informe Final. 24pp. Technical report. Corantioquia.
- Delgado-V., C., A. (2007). Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia) Colombia. *Actualidades Biológicas*, 29(87): 235-239.
- Delgado-V, C., A., Arias-Alzate, A, Botero, S., Sánchez-Londoño. J., D. (2011). Behaviour of the Tayra *Eira barbara* near Medellín, Colombia: preliminary data from a video-capturing survey. *Small Carniv Conservat*, 44: 19-21.
- Díaz, A. & Payán, 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, 32.
- Di Bitetti, M., S., Paviolo, A., Ferrari, C., A., De Angelo, C. & Di Blanco, Y. (2008). Differential responses to hunting in two sympatric species of brocket deer (*Mazama americana* and *M. nana*). *Biotropica*, 40: 636–645.

- Di Bitetti, M., S., De Angelo, C., D., Di Blanco, Y. E. & Paviolo, A. (2010). Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. *Acta Oecologica*, 36(4): 403–412. doi: [10.1016/j.actao.2010.04.001](https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.04.001).
- Dillon, A. & Kelly, M., J. (2007). Ocelot *Leopardus pardalis* in Belize: the impact of trap spacing and distance moved on density estimates. *Oryx*, 41: 469-477.
- Dirzo, R. & Gutiérrez, G. (2006). Análisis de los efectos ecológicos del aprovechamiento forestal en el Corredor Biológico Mesoamericano: mamíferos, plantas y sus interacciones. Universidad Nacional Autónoma de México. Coyoacán, México.
- Dirzo, R., Young, H., S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N., J. & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195): 401-406.
- Durant, P. (2002). Notes on white-eared opossum *Didelphis albiventris* Lund, 1840 from Mérida Andes, Venezuela. *Revista de Ecología Latino Americana*, 9: 1-7.
- Dubost, B. & Henry, O. (2006). Comparison of diets of the acouchy, agouti and paca, the three largest terrestrial rodents of French Guianan forests. *Journal of Tropical Ecology*, 22: 641-651.
- Ebensperger, L., A. & Hurtado M., J. (2005). Seasonal changes in the time budget of degus, *Octodon degus*. *Behaviour*, 142: 91-112.
- Emmons, H. L. & F. Feer, F. (1990). Neotropical rainforest mammals. A field guide. University of Chicago Press. Chicago, U. S. A.
- Emmons, L., H. & Feer, F. (1997). Neotropical rainforest mammals: a field guide. University of Chicago Press. Chicago, U. S. A.
- Espinosa, S. & Salvador, J. (2017). Hunters' landscape accessibility and daily activity of ungulates in Yasuní Biosphere Reserve, Ecuador. *THERYA*, 8(1): 45 – 52.

- Fernandez-Duran, J., J. (2004). Circular distributions based on nonnegative trigonometric sums. *Biometrics*, 60: 499–503.
- Ferreguetti, A., C., Tomas, W., M. & Bergallo, H., G. (2015). Density, occupancy, and activity pattern of two sympatric deer (*Mazama*) in the Atlantic Forest, Brazil. *J. Mammal.* 96: 1245-1254.
- Forget, P., M. & Vander-Wall, S., B. (2001). Scatter-hoarding rodents and marsupials: convergent evolution on diverging continents. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(2): 65–67. [doi:10.1016/S0169-5347\(00\)02072-3](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)02072-3).
- Forero-Medina, G. & Joppa, L. (2010). Representation of global and national conservation priorities by Colombia's Protected Area Network. *PLoS One*, 5: 13210.
- Fleishman, E., Murphy, D., D. & Brussard, P., F. (2000). A new method for selection of umbrella species for conservation planning. *Ecological Applications*, 10(2): 569-579.
- Fragoso, J., M., V. (1994). Large mammals and the community dynamics of an Amazonian rain forest. Doctoral Thesis. University of Florida, Gainesville, Florida, USA.
- Galetti, M., Donatti, C., I., Pires, A., S., Guimaraes, P., R. & Jordano, P. (2006). Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151: 141-149.
- Galetti, M., Giacomini, H., C., Bueno, R., S., Bernardo, C., S., S., Marques, R., M., Bovendorp, R., S., Steffler, C., E., Rubim, P., Gobbo, S., K., Donatti, C., I., Begotti, R., A., Meirelles, F., Nobre, R. d. A., Chiarello, A., G., Peres, C., A. (2009). Priority areas for the conservation of Atlantic forest large mammals. *Biol. Conserv.*, 142: 1229-1241.

- Galetti, M. & Dirzo, R. (2013). Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. *Biological Conservation*, 163: 1–6. doi: [10.1016/j.biocon.2013.04.020](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.04.020).
- García-Salinas, G., Perico-Manrique, D. & Rocha, C., A. (2002). Uso de fauna silvestre en los alrededores de la Serranía de Mamapacha (Boyacá, Colombia). In: Ministerio de Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, IDEAM, Conservación Internacional. Congreso Mundial de Páramos. Memorias Tomo II; p. 887-898.
- García, L., C., Guillen, R. & Savage, A. (2020). Inventario de mamíferos medianos y grandes en la reserva los Titíes de San Juan, Montes de María, Bolívar, Colombia. *Mammalogy Notes*, 6(2).
- Gast, F. & Stevenson, R., P. (2020). Relative abundances of medium and large mammals in the Cueva de Los Guácharos National Park (Huila, Colombia). *Biota Neotropica*, 20(3): e20160305.
- Gavéria-Ortiz, F. & Henao-Bañol, E. (2011). Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidea y Papilionoidea) del Parque Natural Regional El Vínculo (Buga-Valle del Cauca). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas*, 15(1): 115-133.
- Gentry, A. (1991). Vegetación del bosque de niebla. Págs. 23-52 en: C. Uribe (ed.), Bosques de niebla de Colombia. Banco de Occidente, Cali.
- Gibson, D., J., Middleton, B., A., Foster, K., Honu, Y., A., K., Hoyer, E., W., Mathis, M. (2005) Species frequency dynamics in an oldfield succession: effects of disturbance, fertilization and scale. *J Veg Sci*, 16: 415–422.

- Girardin, C., Farfan-Rios, W., Garcia, K., Feeley, K., J., Jørgensen, P., M., Araujo-Murakami, Cayola-Pérez, A., L., Seidel, R., Paniagua, N., Fuentes-Claros, F., A., Maldonado, C., Silman, M., Salinas, N., Reynel, C., Neill, D., A. Serrano, M., Caballero, C., J., La Torre-Cuadros, M., Macía, M., J., Killeen, T., J. & Malhi, Y. (2013). Spatial patterns of above-ground structure, biomass and composition in a network of six Andean elevation transects. *Plant Ecology & Diversity*, 7(1-2): 161–171. [doi:10.1080/17550874.2013.820806](https://doi.org/10.1080/17550874.2013.820806).
- Gómez, H., Wallace, R., B., Ayala, G. & Tejada, R. (2005). Dry season activity patterns for some Amazonian mammals. *Studies of Neotropical Fauna and the Environment*, 40: 91–95.
- Gonzalez-Maya, J., F., Schipper, J. & Benítez, A. (2009). Activity patterns and community ecology of small carnivores in the Talamanca region, Costa Rica. *Small Carnivore Conservation*, 41: 9–14.
- Gonzalez-Maya, J., F., Zarrate-Charry, D., Vela-Vargas, I., M., Jimenez-Alvarado, J., S. & Gomez-Hoyos, D., A. (2015). Activity patterns of Tayra *Eira barbara* populations from Costa Rica and Colombia: evidence of seasonal effects. *Revista Biodiversidad Neotropical* 5: 96-104.
- Halle S. & Stenseth, N., C. (2000). Activity patterns in small mammals. An ecological approach. Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- Hamilton, L., S. (2001). Una campaña por los bosques nublados: ecosistemas únicos y valiosos en peligro. Págs. 41-49 en: Kappelle M. & Brown A., D. (eds.), Bosques nublados del neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia.
- Hanski, I. (1982). Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos*, 38:210–221.

- Henderson, A., Churchill, S., P. & Luteyn, J., L. (1991). Neotropical plant diversity. *Nature*, 351: 21-22.
- Hernández-Guzmán, A., Payán, E. & Monroy-Vilchis, O. (2011). Hábitos alimentarios del *Puma concolor* (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Natural Puracé, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59: 1285–1294.
- Hernández, H., J., C., Chávez, C. & Rurik, L. (2018). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Rev. Biol. Trop.* 66(2): 634-646.
- Hernández-Hernández, J., C., Chávez, C. & List, R. (2018). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Rev. Biol. Trop.* 66(2): 634-646.
- Huck, M., Juarez, C., P., Rotundo, A., M., Dávalos, V., M. & Fernandez-Duque E. (2017). Mammals and their activity patterns in a forest area in the Humid Chaco, northern Argentina. *CheckList*, 13(4): 363-378. [doi: 10.15560/13.4.363](https://doi.org/10.15560/13.4.363).
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH). (2002). Caracterización Biológica de la Región de Sisavita, Municipio de Cucutilla, Norte de Santander. Cúcuta, Colombia.
- Isasi, E. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en la ecología de la conservación. *INVERCIENCIA*, 36(1): 31-38.
- Jax, E., MarÃn, S., RodrÃguez-Ferraro, A., & Isasi-CatalÃ, E. (2015). Habitat use and relative abundance of the Spotted Paca *Cuniculus paca* (Linnaeus, 1766) (Rodentia: Cuniculidae) and the Red-rumped Agouti *Dasyprocta leporina* (Linnaeus, 1758) (Rodentia:

- Dasyproctidae) in Guatopo National Park, Venezuela. *Journal of Threatened Taxa*, 7(1): 6739–6749. <https://doi.org/10.11609/JoTT.o3915.6739-49>.
- Jiménez-Alvarado J., S., Moreno-Díaz, C., Olarte, G., Zárrate-Charry, D., Vela-Vargas, M., Pineda-Guerrero, A. & González-Maya, J., F. (2015). Inventory of flying, medium and large mammals from Parque Nacional Natural Tayrona, Magdalena, Colombia. *Mammalogy Notes*, 2: 1.
- Jimenez, C., F., Quintana, H., Pacheco, V., Melton, D., Torrealva, J. & Tello, G. (2010). Camera trap survey of medium and large mammals in a montane rainforest of northern Peru. *Revista peruana de Biología*, 17: 91-196.
- Joppa, L. & Pfaff, A. (2010). Reassessing the forest impacts of protection: The challenge of nonrandom location and a corrective method. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1185: 135–149.
- Kaplin, B., A. & Feinsinger, P. (2002). Doing Science for Biodiversity Conservation. *Ecology*, 83(6), 1770. [doi:10.2307/3071997](https://doi.org/10.2307/3071997).
- Kappelle, M. & Brown, A., D. (Eds). (2001). Bosques nublados del Neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia.
- Kronfeld-Schor, N. & Dayan, T. (2003). Partitioning of time as an ecological resource. *Annu. Rev. Ecol., Evol. Syst.* 34: 153–181.
- Kays, R., Arbogast, B., S., Baker-Whatton, M., Beirne, C., Boone, H., M., Bowler, M., Burneo, S., F., Cove, M., V., Ding, P., Espinosa, S., Gonçalves, S., A., L., Hansen, H., P., Jansen, P., A., Kolowski, J., M., Knowles, T., W., Lima, M, L., Millsbaugh, J., McShea, W., J., Pacifici, K., Parsons, A., W... Spironello, W., R. (2020). An empirical evaluation of camera trap study design: How many, how long and when? *Methods in Ecology and Evolution*, 11(6): 700-713.

- Koster, J. (2008). The impact of hunting with dogs on wildlife harvests in the Bosawas Reserve, Nicaragua. *Environmental Conservation*, 35(03): 211.
- Lambeck, R., J. (1997). Focal species: A multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology*, 11(4): 849-856.
- Laurance, W., F., Camargo, J., Luizão, R., Laurance, S., Pimm, S., Bruna, E., Stouffer, P., Williamson, B., Benítez-Malvido, J., Vasconcelos, H., Van Houtan, K., Zartman, C., Boyle, S., Didham, R., Andrade, A. & Lovejoy, T. (2011). The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation*, 144(1), 56–67. doi: [10.1016/j.biocon.2010.09.021](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.021).
- Lessa, L., G. & da Costa, F., N. (2010). Diet and seed dispersal by five marsupials (Didelphimorphia: Didelphidae) in a Brazilian Cerrado reserve. *Mammalian Biology*, 75: 10-16.
- Lizcano, D. & Alvarez, S., J. (2008). *Mazama rufina*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e. T12914A3397972. <http://www.iucnredlist.org>.
- Lizcano, D., J., Alvarez, S., J., Delgado-V, C. (2010). Dwarf red brocket *Mazama rufina* (Pucheran 1951). In: Duarte, J., M., B., González, S, editors. Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer. Jaboticabal: Funep. p. 177–180.
- Lizcano, D., J., Alvarez, S., J. (2016). *Mazama rufina*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T12914A22165586. [Last accessed: 21 Feb 2021]. doi: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T12914A22165586.en>.
- Linkie, M. & Ridout, M., S. (2011). Assessing tiger–prey interactions in Sumatran rainforests. *Journal of Zoology*, 284: 224–229.

- Lira-Torres, I. & Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 28(3): 566-585.
- Lira-Torres, I., Briones-Salas, M. & Sánchez-Rojas, G. (2014). Abundancia relativa, estructura poblacional, preferencia de hábitat y patrones de actividad del Tapir Centroamericano *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae), en la Selva de Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62: 1407-1419.
- López-Ramírez, C., Restrepo-Quiroz, T. & Solari, S. (2020). Diversidad y ecología de mamíferos no voladores asociados a un sistema agro-productivo de cacao, Granja Yarigués, Santander, Colombia. *Actual. Biol.*, 42(112): 1-13.
- Lucherini, M., Reppucci, J., I., Walker, S., R., Villalba, M., L., Wurstten, A., Gallardo, G., Iriarte, A., Villalobos, R. & Perovic P. (2009). Activity Pattern Segregation of Carnivores in the High Andes. *Journal of Mammalogy*, 90(6): 1404–1409. [doi:10.1644/09-MAMM-A-002R.1](https://doi.org/10.1644/09-MAMM-A-002R.1).
- MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Royle, J. A., Pollock, K. H., Bailey L. L. & Hines, J. E. (2005). *Occupancy estimation and modeling: Inferring patterns and dynamics of species occurrence*. Academic Press, London.
- Maffei, L., Cuéllar, E. & Noss, A., J. (2004). One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology*, 262: 295–304.
- Mantilla-Meluk, H., Mosquera-Guerra, F., Trujillo, F., Pérez, N., Velásquez-Valencia, A. & Vargas-Pérez, A. (2018). Mamíferos del sector norte del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. *Revista Colombia Amazónica*, 10: 21–56.

- Martinez, C., H., C., & Rincon, A., A., A. (2017). A hundred years later: new record of the rare *Cryptotis tamensis* (Soricidae: Mammalia) from Tama National Natural Park, Colombia. *Mammalogy Notes*, 4(1): 30-31.
- Marques, R., V. & Fabian, 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.
- Massara, R., L., Paschoal, A., M., O., Bailey, L., L., Doherty, P., F. & Chiarello, A., G. (2016). Ecological interactions between ocelots and sympatric mesocarnivores in protected areas of the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *J. Mammal.* 97: 1634–1644.
- Massara, R., L., Paschoal, A., M. de O., Bailey, L., L., Doherty, P., F., Barreto, M. de F., & Chiarello, A., G. (2018). Effect of humans and pumas on the temporal activity of ocelots in protected areas of Atlantic Forest. *Mammalian Biology*, 92, 86–93. doi: [10.1016/j.mambio.2018.04.009](https://doi.org/10.1016/j.mambio.2018.04.009).
- Medellín, R., A., Lira-Torres, I., Azuara, R., Maffei, D., Zarza, L., Bárcenas, H., Cruz, H., Legaría, E., Fernández-Ramos, I. & Ávila, S. (2006). Censos y Monitoreo, pp. 25-35. In: C. Chávez y G. Ceballos (Eds.). El Jaguar mexicano en el Siglo XXI: Situación actual y manejo. CONABIO-ALIANZA WWF TELCEL-Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F.
- Medina, W., Macana, D., C. & Sánchez, F. (2015). Aves y mamíferos de bosque altoandino-páramo en el páramo de Rabanal (Boyacá-Colombia). *Revista Ciencia en Desarrollo*, 6(2): 185-198.
- Mendoza, E. & Camargo, A. (2014). Interacciones entre plantas y mamíferos: Un elemento clave para conservar la diversidad de las selvas. *Biodiversitas*, 115(1): 1-6.

- Meredith, M. & Ridout, M. (2014). Overlap: Estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns R package versión 0.2.3. Accesible en: <https://cran.r-project.org>.
- Meredith, M. & Ridout, M. (2016). Overview of the overlap package. Accesible en: <https://cran.r-project.org>.
- Meredith, M. & Ridout, M. (2018). Overview of the overlap package. R Project. 1–9.
- Meredith, M. & M. Ridout. (2020). Overview of the overlap package. Accesible en: <https://cran.r-project.org>.
- Meza, A., V., Meyer, E., M., & Gonzalez, C., A., L. (2002). Ocelot (*Leopardus pardalis*) food habits in a tropical deciduous forest of Jalisco, Mexico. *American Midland Naturalist*, 148(1): 146-154.
- Michalski, F. & Norris, D. (2011). Activity pattern of *Cuniculus paca* (Rodentia: Cuniculidae) in relation to lunar illumination and other abiotic variables in the southern Brazilian Amazon. *Zoologia (Curitiba)*, 28(6): 701–708. [doi:10.1590/S1984-46702011000600002](https://doi.org/10.1590/S1984-46702011000600002).
- Mills, L., S., M., Soulé, M., E. & Doak, D., F. (1993). The keystone species concept in ecology and conservation. *Bioscience*, 43: 219-224.
- Moreno, R., S., Kays, R., W. & Samudio, Jr, R. (2006). Competitive release in diets of Ocelot (*Leopardus pardalis*) and Puma (*Puma concolor*) after Jaguar (*Panthera onca*) Decline. *Journal of Mammalogy*: 808-816.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco, M., Rodríguez, C., Soria, L. & Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México. *Revista de Biología Tropical*, 59: 373-383.
- Montero, F. & Ortíz-Perez, M. (2013). Estados inmaduros e historia natural de algunas especies de la subtribu Pronophilina (Nymphalidae: Satyrinae) presentes en el Páramo del Tablazo,

- Colombia III. *Neopedaliodes zipa* (Adams, 1986). *Tropical Lepidoptera Research*, 23(1): 54-61.
- Monterroso, P., Alves, P., C. & Ferreras, P. (2014). Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe: implications for species coexistence. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 68(9): 1403–1417. <https://doi.org/10.1007/s00265-014-1748-1>.
- Mora, J. M. (2000). Mamíferos silvestres de Costa Rica. Costa Rica. Universidad estatal a distancia (EUNED).
- Morris D., W. (2003). Toward an ecological synthesis: a case for habitat selection. *Oecologia* 136(1): 1–13. [doi:10.1007/s00442-003-1241-4](https://doi.org/10.1007/s00442-003-1241-4).
- Morris, D., W. (2011). Adaptation and habitat selection in the eco-evolutionary process. *Proc. R. Soc. B.* 278: 2401–11. [doi:10.1098/rspb.2011.0604](https://doi.org/10.1098/rspb.2011.0604).
- Moreno, R., S., Kays, R., W. & Samudio, R. (2006). Competitive release in diets of ocelot (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. *Journal of Mammalogy*, 87(4): 808-816. <https://doi.org/10.1644/05-MAMM-A-360R2.1>.
- Mosquera-Muñoz, D., M., Corredor, G., Cardona, P. & Armbrecht, I. (2014). Fototrampeo de aves caminadoras y mamíferos asociados en el piedemonte de Farallones de Cali. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18(2): 144-156.
- 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).
- Mueller, M., A., Drake, D. & Allen, M. (2018). Coexistence of coyotes (*Canis latrans*) and red foxes (*Vulpes vulpes*) in an urban landscape. *PloS One*, 13: 0190971.

- Muñoz, S. Y. (2015). Mamíferos de páramo.
- Naranjo, E., J., López, J., C. & Dirzo, R. (2010). La cacería en México. *Biodiversitas*, 91: 6 -10.
- Negroes, N., Revilla, E., Fonseca, C., Soares, A., Jácomo, A. & Silveira, L. (2011). Private forest reserves can aid in preserving the community of medium and large-sized vertebrates in the Amazon arc of deforestation. *Biodivers Conserv*, 20: 505–518.
- Nivelo-Villavicencio, C., de Córdova, J., F., Jiménez, A., Astudillo, P., X. (2019). Aportes sobre la dieta y distribución del Ocelote *Leopardus pardalis* (Linné 1758) en los altos Andes de Ecuador. *Rev. peru biol.*, 26(3).
- Núñez, C. A. (1996). Uso del hábitat natural y distribución de la población del borugo de páramo, Agouti taczanowskii, en relación con la alteración de los ecosistemas de alta montaña, en el Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Oliveira-Santos, L., Graipel, G., R., Tortato, M., E., Zucco, M., A., Cáceres, N., C., & Goulart, F. V. B. (2012). Abundance changes and activity flexibility of the oncilla, *Leopardus tigrinus* (Carnivora: Felidae). *Zoologia (Curitiba)*. doi:10.1590/S1984-46702012000200003.
- Osbahr, K., Ortiz, M., J., D., Pérez-Torres, J. (2007). Amplitud de nicho y selectividad alimentaria del Borugo de Páramo (*Cuniculus taczanowskii*) (Stolzmann, 1885) en un bosque andino nublado (Zipacón–Cundinamarca). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 10(2): 105-114.
- Osuri, A., M., Mendiratta, U., Naniwadekar, R., Varma, V., & Naeem, S. (2020). Hunting and forest modification have distinct defaunation impacts on tropical mammals and birds. *Frontiers in Forests and Global Change*, 2. doi: 10.3389/ffgc.2019.00087.

- Payán, E. y González-Maya, J. F. (2011). Distribución geográfica de la Oncilla (*Leopardus tigrinus*) en Colombia e implicaciones para su conservación. *Revista Latinoamericana de Conservación*, 2(1): 51-59.
- Payan, E. & De Oliveira, T. (2016). *Leopardus tigrinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. T54012637A50653881.
- Pacheco J., R., Caceres-Martinez, C., H., Acevedo, A., A., Arias-Alzate, A. & González-Maya, J., F. (2018). Food habits of puma (*Puma concolor*) in the Andean areas and the buffer zone of the Tamá National Natural Park, Colombia. *THERYA*, 9(3).
- Pérez-Hernández, R., Soriano, P. & Lew, D. (1994). Marsupiales de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Caracas, Venezuela.
- Presley SJ. 2000. *Eira barbara*. *Mammalian Species*, 636: 1-6. [https://doi.org/10.1644/1545-1410\(2000\)636<0001:EB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1410(2000)636<0001:EB>2.0.CO;2).
- Polanco-Ochoa, R., Jaimes, V. & Piragua, W. (2000). Los mamíferos del Parque Nacional Natural La Paya, Amazonía colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23: 671–682.
- Powell, G., Barborack, j. & Rodríguez, M. (2000). Assessing representativeness of protected natural areas in Costa Rica for conserving biodiversity a preliminary gap analysis. *Biological Conservation*, 93: 35-41.
- Púlido, P. & Cáceres-Martínez, C., H. (2020). Genética de la Conservación del Oso Andino en los Parques Nacionales Naturales (PNN) del Subsistema de Áreas Protegidas Andes Orientales de Colombia. Version 1.2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/ikewik> accessed via GBIF.org on 2021-05-31.

- Prado, J., C. & Bonilla, D. (2009). Pequeños mamíferos no voladores de la reserva natural Ibanasca (Tolima, Colombia). *Tumbaga, 1*: 121–134.
- Pratas-Santiago, L. P., Goncalves, A., L., S., Da Maia Soares, A., M., V. & Espironello, W., R. (2016). The moon cycle effect on the activity patterns of ocelots and their prey. *Journal of Zoology, 299*: 275–283.
- Prugh, L., Stoner, C., J., Epps, C., W., Bean, W., T., Ripple, W., J., Laliberte, A., S. & Brashares, J., S. (2009). The Rise of the Mesopredator. *BioScience, 59*(9):779–791.
- Quintero, E., Benavides, A., M., Moreno, N. & González, S. (ed.). (2017). Bosques Andinos, estado actual y retos para su conservación en Antioquia. Medellín, Colombia: Fundación Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe Programa Bosques Andinos (COSUDE). 1 Ed – Medellín, 2018. 542 páginas. Ilustraciones a color.
- Ramos, D., C. (1995). Determinación de la dieta y utilización del hábitat del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Ramírez-Cháves, H., Pérez, W. & Ramírez-Mosquera, J. (2008). Mamíferos presentes en el municipio de Popayán, Cauca, Colombia. *Boletín Científico Museo Historia Natural 12*: 65–89.
- Ramírez, H., E. & Noguera, E., A. (2010). Lista preliminar de los mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento de Nariño, Colombia. *Biota Colombiana, 11*: 117–140.
- Ramírez, H., Suárez, A. & González-Maya, J., F. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes, 3*: 1-21.

- Ramirez-Mejia, F., A. & Sanchez, F. (2016). Activity patterns and habitat use of mammals in an Andean forest and a Eucalyptus reforestation in Colombia. *Associazione Teriologica Italiana*. doi:10.4404/hystrix-27.2-11319.
- Ramirez-Chaves, H., E., Velasquez-Guarin, D., Ocampo-Velasquez, J., D., Mejia-Fontecha, I., Y., Acosta, A., Colmenares-Pinzón, J. E., Castaño, J., H. & Duque, N., R.. (2021). Mammals of the Natural National Park Selva de Florencia, Caldas, Colombia. *THERYA*, 12(2).
- Ramírez-Chaves, H., E., Suárez-Castro, A., F., Morales-Martínez, D., M., Rodríguez-Posada, M., E., Zurc, D., Concha-Osbahr, D., C., Trujillo, A., Noguera-Urbano, E., A., Pantoja-Peña, G., E., González-Maya, J., F., Pérez-Torres., J., Mantilla-Meluk., H., López-Castañeda, C., Velásquez-Valencia, A., Zárrate-Charry, D. (2021). Mamíferos de Colombia. Version 1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Checklist dataset <https://doi.org/10.15472/k11whs>.
- Reid, F., A. (2009). A field guide to the mammals of Central America & Southeast Mexico. 2nd ed. Oxford University Press, New York, 346 pp.
- Ridout, M., S. & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14: 322-337.
- 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. *Science*, 343(6167), 1241484.
- Roberge, J., M. & Angelstam, P., E., R. (2004). Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology*, 18(1): 76-85.

- Rodríguez, E., D., Poveda, F., E., Rivera, D., Sánchez, J., Jaimes, J., V. & Lozada, A., R. (1986). Reconocimiento preliminar del hábitat natural del Oso Andino (*Tremarctos ornatus* F. Cuvier, 1825) y su interacción con el hombre en la región nororiental del PNN El Cocuy. *MANABA, Unidad Investigativa del Oso Andino. Comunicaciones*, 2: 3-4.
- Rodríguez, E., D. (1991). Evaluación y uso del hábitat natural del oso andino *Tremarctos ornatus* (F. Cuvier, 1825) y un diagnóstico del estado actual de la subpoblación del Parque Nacional Natural de las Orquídeas, Antioquia-Colombia. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Rodríguez, A., Cadena, A. & Sánchez, P. (2000). Trophic characteristics in social groups of the mountain coati, *Nasuella olivacea* (Carnivora: Procyonidae). *Small Carnivore Conservation*, 23: 1-6.
- Rodrigues, A., S., I., Akçakaya, H., R., Andelman, S., J., Bakarr, M., I., Boitani, L., Brooks, T., M., Chanson, J., S., Fishpool, D., Da Fonseca, G., Gaston, K., Hoffmann, M., Marquet, P., Pilgrim, J., D., Pressey, R., L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S., N., Underhill, L., G., Waller, R., W., Watts, M. & Xie Yan. (2004). Global Gap Analysis: Priority Regions for Expanding the Global Protected-Area Network. *BioScience*, 54: 1092-1100.
- Rodríguez-Mahecha, J., V., Alberico, M., Trujillo, F. & Jorgenson J. (eds.). (2006). Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, M., E. (2010). Murciélagos de un bosque en los Andes Centrales de Colombia con notas sobre su taxonomía y distribución. *Caldasia*, 32: 205–220.

- Rodríguez, O., J., Bohórquez, J., S., Raigozo, O., G., & Clavijo, A. (2020). Evento de depredación de Venado Soche (*Mazama rufina*, Pucheran, 1851) por Taira (*Eira barbara* Linnaeus, 1758) en el Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. *Mammalogy Notes*, 6(2): 169. <https://doi.org/10.47603/mano.v6n2.169>.
- Roncancio-Duque, N. & Vélez-Vanegas, L., A. (2019). Valores objeto de conservación del subsistema de áreas protegidas de los Andes occidentales, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43: 52–64.
- Rowcliffe, J., M., Kays, R., Kranstauber, B., Carbone, C., & Jansen, P., A. (2014). Quantifying levels of animal activity using camera trap data. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(11): 1170–1179. [doi:10.1111/2041-210X.12278](https://doi.org/10.1111/2041-210X.12278).
- Ruiz-Garcia, M., Arias-Vasquez, J., Y., Restrepo, H., Caceres-Martinez, C., H., & Shostell, J., M. (2020). The genetic structure of the spectacled bear (*Tremarctos ornatus*; Ursidae, Carnivora) in Colombia by means of mitochondrial and microsatellite markers. *Journal of Mammalogy*, 101(4): 1072-1090.
- Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Rumiz, D. I. (2010). Mamíferos medianos y grandes de Bolivia. 55-73. Bolivia.
- Rutherford, M., G. & Chu Foon, K. (2016). Activity Patterns of Terrestrial Mammals at Springhill, Arima Valley, Trinidad. Living World, J. Trinidad and Tobago Field Naturalist's Club.
- R Core Team. (2013). R: A language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Sánchez, F. (2000). Inventario de mamíferos de un bosque andino del departamento de Caldas Colombia. *Boletín Científico Museo Historia Natural*, 4: 19–25.

- Sánchez, F., Sánchez, P. & Cadena, A. (2004). Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes centrales de Colombia. *Caldasia*, 26(1): 291-309.
- Santos, F., C., Carbone, O., R., Wearn, J., Rowclie, M., Espinosa, S., Lima, M., G., M., Ahumada, J., A., Goncalves, A., L., S., Trevelin, L., C., Alvarez-Loayza, P., Spironello, W., R., Jansen, P., A., Juen, L. & Peres, C., A. (2019). Prey availability and temporal partitioning modulate felid coexistence in Neotropical forests. *PLoS ONE*, 14: 0213671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213671>.
- Sergio, F., Caro, T., Brown, D., Clucas, B., Hunter, J., Ketchum, McHugh, J., K. & Hiraldo, F. (2008). Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions and efficacy. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 39: 1-19.
- Sinclair, A., R., E. (2003). The role of mammals as ecosystem landscapers. *Alces*, 39: 161-176.
- Silver, S. (2004). Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. New York.
- Sierra-Giraldo, J., A. & Escobar-Lasso, S. (2014). Field observations on hunting of *Dinomys branickii* and *Cuniculus taczanowskii* (Mammalia: Rodentia) within the Sub-Andean forest fragments of the Colombian Central Cordillera. *Bioma*, 22: 2.
- Soulé, M., E., Bolger, D., T., Alberts, A., C., Wright, J., Sorice, M. & Hill, S. (1988). Re - constructed dynamics of rapid extinctions of chaparral-requiring birds in urban habitat islands. *Conservation Biology*. 2:75-91.
- Sociedad Colombiana de Mastozoología. (2017). Lista de referencia de especies de mamíferos de Colombia. Versión 1.2. Conjunto de datos/Lista de especies. <http://doi.org/10.15472/k11whs>.

- SINAP. 2019. Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP. Bogotá, Colombia. Tomada de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/>
- Solari, S., Muñoz-Saba Y., Rodríguez-Mahecha, J., V., Defler, T., R., Ramírez-Chaves, H., E. & Fernando Trujillo (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20: 301-365.
- Sunarto, S., M., Kelly, J., Parakkasi, K. & Hutajulu, M., B. (2015). Cat coexistence in central Sumatra: ecological characteristics, spatial and temporal overlap, and implications for management. *J. Zool.* 296: 104–115.
- Schoener, T., W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185: 27–39.
- Schmitz, O., J. (2008). Herbivory from individuals to ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 39: 133-152.
- Smythe, N. (1978). The natural history of the Central American agouti (*Dasyprocta punctata*). *Smithsonian Contributions to Zoology*. 1–52. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.257>.
- Spracklen, D., V. & Righelato, R. (2013). Tropical montane forests are a larger than expected global carbon store. *Biogeosciences*, 11: 2741–2754.
- Suselbeek, L. (2009). Resource availability and activity patterns in the Central American agouti *Dasyprocta punctata*.
- Stoner, K., E., Riba, P., Vulinec, K. & Lambert, J., E. (2007). The role of mammals in creating and modifying seed shadows in tropical forests and some possible consequences of their elimination. *Biotropica*, 39: 316-327.

- Terborgh, J. (1988). The big things that run the world-a sequel to E. O. Wilson. *Conserv. Biol.*, 2: 402-403.
- Terborgh, J. (1983). Five new world primates: A study in comparative ecology. New Jersey, USA. Princeton University Press.
- Terborgh, J. (1992). Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica*, 24: 283-292.
- Terborgh, J. (2005). The big things that run the world - a sequel to E.O. Wilson. *Conservation Biology*, 2: 402-403.
- Tirira, D., Boada, C. & Vargas, J. (2008). *Cuniculus taczanowskii*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 23 March 2021.
- Tian, C., Zhang, Y., Y., Liu, Z., X., Dayananda, B., Fu, X., B., Yuan, D. & Li, J., Q. (2020). Temporal niche patterns of large mammals in Wanglang National Nature Reserve, China. *Global Ecology and Conservation*, 22: 01015. doi: 10.1016/j.gecco.2020.e01015.
- Tortato, M., A. & De Oliveira, G., T. (2005). Ecology of the Oncilla (*Leopardus tigrinus*) at Serra do Tabuleiro State Park, Southern Brazil. *Cat News*, 42: 28–30.
- Tobler, M., W., Carrillo, S., E., Pitman, R., L., Mares, R. & Powell, G. (2008). An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation*, 11: 169–178.
- Torres, M., Jaimes-Rodríguez, L. & Lozano-Flórez, J. (2020). New records of *Leopardus tigrinus* (Carnivora: Felidae) in the Department of Santander, Colombia. *Mammalogy Notes* 2020, 6(2): 0142.
- Mamíferos. Trujillo, Beltrán, Díaz, Ferrer & Payan. (2010). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación

- y uso sostenible de la biodiversidad. 311-336. Bogotá, D. C., Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- Ulloa, A., C. & Jørgensen, P., M. (2005). Endemic plant genera of the Tropical Andes. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
- Useche, D. & López, C. (2006). Plan de administración y manejo para el área estratégica Sisavita municipio de Cucutilla, Norte de Santander. Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR). Cúcuta.
- Van Der Hammen, T. & Rangel, J., O. (1997). El estudio de la vegetación en Colombia. Págs. 17 57 en: Rangel-Ch., J., O., Lowy-C, P., D. & Aguilar-P, M. (eds.), Colombia Diversidad Biótica II, tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Vaughan, T., Ryan, J. & Czaplewski, N. (2000). Mammalogy 4th Edition. Brooks Cole, Toronto, Canada.
- Vásquez, P., S., Chica-Galvis C., A., Mantilla-Meluk H, Díaz-Giraldo, V., Botero-Zuluaga, M. & Montilla, S. (2019). Mamíferos en áreas de conservación de la Corporación Autónoma Regional del Quindío, Colombia. *Biota Colombiana*, 20(2).
- Verweij, P., A., Kok, K. & Budde, P., E. (2003). Aspectos de la transformación del páramo por el hombre. En: Van der Hammen, T., Dos Santos, A.G. (eds.). Estudios de ecosistemas tropoandinos. Vol. 5. La Cordillera Central Colombiana. Transecto Parque Los Nevados. Berlin-Stuttgart, Germany.

- Wilcox, B. A. (1984). In situ conservation of genetic resources: Determinants of minimum area requirements. *National Parks, Conservation and Development: The Role of Protected Areas in Sustaining Society*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Wilson, D., E. & Reeder, D., M. (Eds.). (2005). *Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, U. S. A.
- Whittaker, R. H. 1965. Dominance and Diversity in Land Plant. *Communities Science, New Series*, 147(3655): 250-260.
- Young, K., R. & León, B. (1999). Peru's humid Eastern Montane Forest: An overview of their physical settings, biological diversity, human use and settlement, and conservation needs. Centre for research on the cultural and biological diversity of Andean Rainforests (DIVA). Technical report 5.
- Zapata-Ríos, G. & Branch, L., C. (2016). Altered activity patterns and reduced abundance of native mammals in sites with feral dogs in the high Andes. *Biological Conservation*, 193: 9-16.
- Zar, J. H. (1998). *Biostatistical Analysis* (4th ed.). Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice-Hall.

## 9. ANEXOS

*Anexo I.* Número de estaciones de muestreo y coordenadas de las cámaras instaladas en el PNR Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia.

<b>Cámara trampa</b>	<b>Coordenadas</b>
<i>Estación 1</i>	7°28'07.1" N - 72°50'21.0" W
<i>Estación 2</i>	7°28'4.85" N - 72°50'53.83" W
<i>Estación 3</i>	7°27'38.67" N - 72°50'55.74" W
<i>Estación 4</i>	7°27'10.18" N - 72°50'15.24" W
<i>Estación 5</i>	7°26'41.0" N - 72°50'34.7" W
<i>Estación 6</i>	7°26'21.2" N - 72°50'50.1" W
<i>Estación 7</i>	7°25'59.89" N - 72°50'58.51" W
<i>Estación 8</i>	7°27'30.4" N - 72°50'26.5" W
<i>Estación 9</i>	7°25'38.44" N - 72°51'6.32" W
<i>Estación 10</i>	7°25'55.96" N - 72°50'12.49" W
<i>Estación 11</i>	7°26'33.02" N - 72°50'13.03" W
<i>Estación 12</i>	7°26'22.69" N - 72°49'52.09" W
<i>Estación 13</i>	7°27'19.4" N - 72°49'45.8" W
<i>Estación 14</i>	7°28'40.56" N - 72°49'48.75" W
<i>Estación 15</i>	7°28'38.3" N - W 72°50'10.1" W
<i>Estación 16</i>	7°28'19.27" N - 72°49'57.23" W
<i>Estación 17</i>	7°28'20.8" N - 72°49'08.5" W
<i>Estación 18</i>	7°28'02.8" N - 72°49'22.5" W



*Anexo 2. Especies de mamíferos medianos y grandes registrados por las cámaras trampa en el Parque Natural Regional Sisavita, Cucutilla, Norte de Santander, Colombia. A. *Dasyprocta punctata*, B. *Didelphis pernigra*, C. *Notosciurus granatensis*, D. *Cuniculus paca*, E. *Mazama rufina*, F. *Cuniculus taczanowskii*, G. *Conepatus semistriatus*, H. *Eira barbara*, I. *Nasuella olivacea*.*