

**ABUNDANCIA RELATIVA Y DISTRIBUCIÓN DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y
GRANDES EN DOS COBERTURAS VEGETALES EN EL SANTUARIO DE FAUNA Y
FLORA OTÚN QUIMBAYA MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS TRAMPA**

LAURA ANDREA LOZANO RODRÍGUEZ

Presentado para obtener el título de

BIOLOGA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGIA

BOGOTA, D.C

MAYO 2010

**ABUNDANCIA RELATIVA Y DISTRIBUCIÓN DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y
GRANDES EN DOS COBERTURAS VEGETALES EN EL SANTUARIO DE FAUNA Y
FLORA OTÚN QUIMBAYA MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS TRAMPA**

LAURA ANDREA LOZANO RODRÍGUEZ

Presentado para obtener el título de

BIOLOGA

Ingrid Schuler

Decano Académico

Andrea Forero

Directora de carrera

**ABUNDANCIA RELATIVA Y DISTRIBUCIÓN DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y
GRANDES EN DOS COBERTURAS VEGETALES EN EL SANTUARIO DE FAUNA Y
FLORA OTÚN QUIMBAYA MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS TRAMPA**

LAURA ANDREA LOZANO RODRÍGUEZ

Presentado para obtener el título de

BIOLOGA

Germán Jiménez Romero

Director Trabajo de Grado

Jairo Pérez-Torres

Par académico Trabajo de Grado

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velara porque no se publique nada contrario al dogma a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien, se vea en ellas el anhelo de buscar la Verdad y la Justicia”

TABLA DE CONTENIDO

<u>Resumen</u>	7
<u>1. Introducción</u>	8
<u>2. Justificación y planteamiento del problema</u>	8
<u>3. Marco teórico</u>	9
<u>4. Objetivos</u>	13
<u>4.1 General</u>	13
<u>4.2 Específicos</u>	13
<u>5. Metodología</u>	13
<u>5.1 Área de estudio</u>	13
<u>5.2 Cámaras trampa</u>	13
<u>5.3 Abundancia relativa</u>	17
<u>5.4 Preferencia de hábitat</u>	18
<u>5.4.1 Distribución de frecuencias de indicios</u>	19
<u>5.4.2 Intervalos de Bonferroni</u>	19
<u>5.5 Patrones de actividad</u>	19
<u>6. Resultados</u>	20
<u>6.1 Abundancia relativa</u>	22
<u>6.2 Preferencia de hábitat</u>	24
<u>6.3 Patrones de actividad</u>	25
<u>7. Discusión y conclusiones</u>	26
<u>7.1 Abundancia relativa</u>	27
<u>7.2 Preferencia de hábitat</u>	28
<u>7.3 Patrones de actividad</u>	29
<u>7.4 Consideraciones metodológicas</u>	30
<u>7.5 Conclusiones y recomendaciones</u>	32
<u>8. Bibliografía</u>	33
<u>9. Anexos</u>	39

RESUMEN

En este estudio se identificó la abundancia relativa y distribución de las especies de mamíferos medianos y grandes en dos tipos de cobertura en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya: Bosque plantado de roble (BPR) y Bosque natural Joven (BNJ) mediante el uso de siete cámaras trampa que se instalaron donde se encontraron rastros de mamíferos y se encontraron asociadas a estaciones olfativas.

Se obtuvo un total de 3255 fotos, de las cuales solo el 2.37% (77) fueron efectivas, correspondientes a 3 especies de mamíferos: *Cerdocyon thous*, *Dasyprocta punctata* y *Dasyopus novemcinctus*. De las especies registradas únicamente *D. novemcinctus* se registró en ambas coberturas, presentando una mayor abundancia relativa en el BNJ que en el BPR, esto se dio para los dos índices de abundancia relativa calculados. La prueba de Chi cuadrado mostró que los índices se distribuyen de manera diferente en las coberturas vegetales, por lo cual se calcularon los intervalos de Bonferroni, donde se observó que no hay preferencia de hábitat, ya que ambas coberturas se están utilizando de acuerdo con su disponibilidad, donde la proporción de uso esperada, se encuentra dentro de los intervalos (BNJ: $P_i = 0.83$, $0.735 \leq P_i \leq 0.926$; BPR: $P_i = 0.17$, $0.073 \leq P_i \leq 0.264$).

En cuanto a la metodología se puede decir que el uso de cámaras trampa es efectivo para realizar estudios de mamíferos medianos y grandes, siendo una metodología de gran valor para realizar estudios ecológicos, ya que permite evidenciar aspectos comportamentales que no pueden ser conocidos con otra metodología, tales como la actividad que realizaba el animal al ser fotografiado. Este estudio resulta en una buena aproximación del uso de la técnica de fototrampeo, utilizada por primera vez en el área, mostrando ventajas y desventajas de esta.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques andinos presentan serios problemas de conservación, ya que han sido punto de desarrollo de poblaciones humanas y objeto de una intensa intervención. En el área en la que se encuentra el santuario se realizaron en el pasado prácticas de extracción de carbón vegetal, explotación ganadera y agricultura. Luego de ser declarado área protegida se iniciaron labores de

reforestación con fines protectores en su mayor parte con especies exóticas y nativas formando bosques heterogéneos, aunque en otras áreas del santuario, fueron creciendo otras especies de plantas por regeneración natural [1]

Cuando se tiene un recurso para manejar es necesario realizar un análisis que incluya una evaluación del estado actual de las poblaciones en cuanto a su estructura, ubicación espacial en la unidad de manejo, su problemática y las abundancias de las especies que la componen, entre otras [2, 3]. De acuerdo con Sargeant & Douglas [4] una de las actividades más sencillas y apropiadas de llevar a cabo para ejercer acciones de manejo y conservación dentro de cualquier área protegida, es la obtención de datos sobre la abundancia relativa de las especies, los cuales resultan de gran utilidad para la detección de cambios en la dinámica de las poblaciones de fauna silvestre, permitiendo así comprender la dinámica de las especies y así estar en la capacidad identificar el efecto de las acciones de manejo sobre estas.

Debido a la importancia de los mamíferos para la dinámica de los ecosistemas, y que este es un grupo que se ve fuertemente afectado por los diferentes procesos antrópicos resulta de gran importancia realizar monitoreo de las poblaciones. Mediante el uso de cámaras trampa, este estudio no solo arroja información que permitirá evaluar posteriormente el estado de las poblaciones y del hábitat, sino también proporciona información que puede ser de gran utilidad en la realización de estudios posteriores en el área con esta técnica de muestreo.

2. JUSTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las principales amenazas a los organismos se encuentran relacionadas con las actividades humanas. Entre estas actividades, la sobreexplotación es un factor que ocasiona la reducción de poblaciones a corto, mediano o largo plazo, al igual que las altas tasas de destrucción y transformación de hábitats para uso agropecuario [5].

Las diferentes coberturas vegetales en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya (SFFOQ) son producto de años de presión e intervención antrópica, donde la introducción de especies y la regeneración natural han modificado el paisaje, en el cual se encuentran diferentes zonas de

vegetación, como humedales, plantaciones forestales, bosques naturales en diferentes estados de sucesión y bosques maduros [6] estas diferentes unidades de vegetación, son importantes para que exista cierta variedad de mamíferos.

Los cambios en la composición de la vegetación en el SFFOQ pueden tener efectos sobre la abundancia relativa y distribución de las especies de medianos y grandes mamíferos, por lo cual es de gran importancia conocer el estado en el que se encuentran las poblaciones. Algunos autores señalan que el monitoreo es un elemento importante para el manejo de ecosistemas, pues de esta forma se puede aportar información valiosa de cada una de las especies, por ejemplo, los estudios de abundancia relativa resultan de gran utilidad para la detección de cambios en la dinámica de las poblaciones de fauna silvestre, además, esta puede ser suficiente para tomar decisiones sobre manejo o conservación de una población. Es por esto que los inventarios y otros estudios brindan información básica necesaria para la creación e implementación de planes de manejo más específicos tendientes a la perpetuación y mantenimiento de las zonas de reserva [2, 3, 7].

En el SFFOQ se han realizado anteriormente estudios de abundancia relativa y distribución de mamíferos medianos y grandes utilizando técnicas de rastreo mediante huellas, observación directa, entre otros. A pesar que estas técnicas tienen grandes ventajas, hay que tener en cuenta que en algunos casos la determinación de los rastros es difícil, esto por la similitud de las huellas de algunas especies, lo que no permite la completa identificación de las especies [8]. Debido a esto, resulta de gran utilidad recurrir a técnicas de monitoreo que permiten que la identificación a nivel de especie sea más fácil, como el uso de cámaras trampa, permitiendo así reconfirmar o descartar la presencia de determinadas especies en el área de estudio.

3. MARCO TEÓRICO

El Santuario se encuentra rodeado por otras áreas protegidas, como el Parque Regional Natural Ucumarí, lo cual permite que haya conectividad con otras áreas, esto es de gran importancia debido a que se contribuye a mejorar el tamaño efectivo de las poblaciones, disminuir la fragmentación del paisaje e incrementar la capacidad de auto-regulación de los ecosistemas conservados. En el SFFOQ se encuentra un relicto de selva sub-andina en buen estado de

conservación, lo que lo hace importante en cuanto al desarrollo de estrategias de conservación en el área, además de esto, representa un eje articulador en el ordenamiento ambiental de la Cuenca del Río Otún [6].

La presión ejercida sobre los recursos producto de la sobreexplotación de los recursos forestales ha llevado a la transformación de la vegetación original del SFFOQ, como consecuencia de esto la cobertura vegetal del área es heterogénea, ya que se encuentran bosques primarios, bosques secundarios y bosques plantados en diferentes etapas de sucesión. En el área existen diferentes tipos de bosques plantados, entre los que se encuentran: eucalipto, guadua, roble, urapán, pino pátula y nogal cafetero. Algunas de estas plantaciones se han establecido para la protección y recuperación de cuencas hidrográficas y reforestación [9, 10]. Los bosques plantados de roble (BPR) se encuentran hacia el costado noroccidental del santuario, entre la carretera y el Río Otún, son bosques muy ricos en hojarasca y se asocian con *Palicourea angustifolia* y otras rubiáceas, y ocupan un área de 27.72 ha [1, 6].

El bosque en estado sucesional temprano o bosque natural joven (BNJ) en el santuario ocupa un área de 97.51 ha, tiene una composición diversa y heterogénea, se caracteriza por presentar árboles de baja estatura, de maderas poco resistentes y la distancia entre ellos es reducida, además de esto, es un bosque de alta diversidad debido a la alta competencia de las plantas por la luz. Allí se encuentran Yarumos (*Cecropia telenivea*), Nogales (*Cordia cylindrostachya*), limoncillo (*Siparuna gesneroides*), Mano de oso (*Oreopanax floribundum*), Mantequillo (*Sapium stylare*), entre otras especies [1].

El hábitat de un organismo se define como el sitio o tipo de ambiente donde se espera encontrar un organismo, población o especie; por lo que debe tener un significado directo para la fauna donde la suma total de características bióticas geográficas físicas y químicas del ambiente son condiciones que requiere un animal para sobrevivir y reproducirse [3, 11]. La vegetación es un componente fundamental para tipificar los hábitats, ya que esta provee a la fauna de alimento y cobertura, esta última se considera como un factor del hábitat que alberga y resguarda a los animales de extremos climáticos y depredadores [3]. De acuerdo con esto, la transformación de la vegetación afecta la dinámica de las poblaciones, la distribución, los procesos ecológicos y las interacciones entre las especies, en el caso de los mamíferos, se ven afectadas la predación,

dispersión de semillas, herbivoría, entre otras [12]. Así que este tipo de transformación del paisaje y el hábitat pueden afectar de forma negativa la conservación y distribución de la fauna [13].

El monitoreo de la biodiversidad se puede realizar en cualquiera de los niveles, esto dependiendo de los objetivos de los estudios; además de esto, existen diferentes enfoques del monitoreo para cada uno de los niveles, y así mismo, diferentes métodos para cada uno de estos enfoques. En este caso, el estudio se ubica a nivel de especies o poblaciones, en el cual estimar índices de abundancia, entre otros índices, son utilizados tanto para conocer el estado en el que se encuentran las poblaciones en un momento dado y se puede emplear como un criterio de evaluación de la calidad del hábitat, como para conocer los efectos de las acciones de manejo o de disturbios naturales sobre estas [3, 14].

Un índice es utilizado cuando los individuos de las especies que están siendo estudiadas son difíciles de observar y contar, o cuando estimar la abundancia absoluta es costoso, difícil, o requiere un esfuerzo de muestreo alto. Los índices de abundancia se dividen en: índices directos e índices indirectos; donde los directos están basados en observación directa de los ejemplares, número de ejemplares capturados por unidad de tiempo, entre otros [14].

Los índices indirectos son utilizados con frecuencia para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes, a partir de indicios como huellas, excremento, madrigueras, entre otros; esto debido a que realizar observaciones directas o capturas de estos animales es de gran dificultad [15]. Estos métodos indirectos son muy utilizados en el estudio de especies crípticas y poco abundantes, además de esto, es recomendable el uso de estaciones de olor, ya que estas son de gran utilidad para evaluar abundancias relativas en poblaciones de cánidos silvestres [16, 17].

La técnica de estaciones olfativas se basa en el uso de atrayentes olorosos que permiten que los animales se acerquen a las estaciones de registro de huellas y/o fotografías. Con el uso de esta técnica se obtiene un índice de abundancia que indica tendencias poblacionales, más no el número de individuos de la población. Esto resulta útil al comparar valores obtenidos para un mismo sitio a lo largo del tiempo, o al comparar la abundancia relativa de una especie en distintos sitios [18]. Cuando se utilizan estaciones de olor, la abundancia relativa puede estimarse

mediante el uso de un índice de visita [19] propuesto por Linhart & Knowlton [16] el cual se basa en el número de visitas a las estaciones.

Como se mencionó anteriormente, existen diferentes métodos para monitorear la biodiversidad los cuales se seleccionan de acuerdo a diferentes criterios. Dos de los métodos más utilizados para el monitoreo de mamíferos medianos y grandes son las trampas de huella y las cámaras trampa, ambos son métodos no invasivos que permiten identificar que especies se encuentran en un área determinada, monitorear abundancia relativa y absoluta de especies, además de esto, el fototrampeo se ha utilizado para estudiar patrones de actividad [20, 21, 22]. Así mismo, la metodología presenta varias ventajas, entre las cuales se destacan, que una vez fotografiado el individuo este puede ser identificado fácilmente hasta el nivel de especie y que el equipo no tiene que ser monitoreado constantemente [23].

Existen dos tipos de cámaras trampa, activas y pasivas, las cuales se diferencian en el mecanismo de disparo. Las cámaras activas fotografían un animal u objeto cuando estos pasan por un rayo infrarrojo, mientras que las cámaras pasivas inician la secuencia de disparo cuando un objeto con una temperatura diferente a la ambiental se mueve por la zona de detección de la cámara [24].

La técnica de cámaras trampa es ampliamente utilizada para monitorear especies de hábitos nocturnos, evasivos y que generalmente se encuentran en bajas densidades y los equipos son efectivos para detectar especies de mamíferos terrestres de más de 1Kg; además de esto es eficiente para coleccionar datos que brinden información adicional de la distribución y uso de hábitat de las especies, estructuras poblacionales y comportamiento. Esta se aplica también para realizar inventarios de especies, estimación de abundancia y la evaluación de esfuerzos de conservación, adicionalmente los datos obtenidos a partir de cámaras trampa pueden ser utilizados para fijar y seguir metas de conservación de especies [25, 26, 27].

4. OBJETIVOS

4.1. General

Estimar la abundancia relativa y distribución de indicios de las especies de medianos y grandes mamíferos en dos tipos de cobertura en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya: Bosque plantado de roble y Bosque natural Joven.

4.2. Específicos

- Estimar los valores de abundancia relativa y distribución de indicios de las especies de medianos y grandes mamíferos encontradas para cada cobertura mediante el uso de cámaras trampa asociadas a estaciones de olor.
- Identificar las diferencias en la abundancia relativa y distribución de indicios para cada especie contra ella misma entre coberturas vegetales.

5. METODOLOGÍA

5.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya, el cual está ubicado en el flanco occidental de la Cordillera Central en el Departamento de Risaralda, entre el rango altitudinal de los 1 750 a los 2 250 msnm, vereda La Suiza, corregimiento La Florida, municipio de Pereira. Posee un clima Frío Húmedo, con una temperatura media anual de 16, 8 °C y una precipitación media anual promedio de 2 638.5 mm, tiene un área de cuatrocientas ochenta y nueve (489) hectáreas [6]. El muestreo se llevó a cabo de febrero a abril de 2010, con un esfuerzo de 54 días-trampa.

5.2. Cámaras trampa

Las cámaras se ubicaron en dos coberturas vegetales: Bosque plantado de roble (BPR) y bosque natural Joven (BNJ) (Figura 1), a lo largo del sendero ecológico del humedal que tiene una longitud de 1.6 Km, donde el área que corresponde al BPR es de 4 hectáreas y 15 hectáreas de BNJ [6].

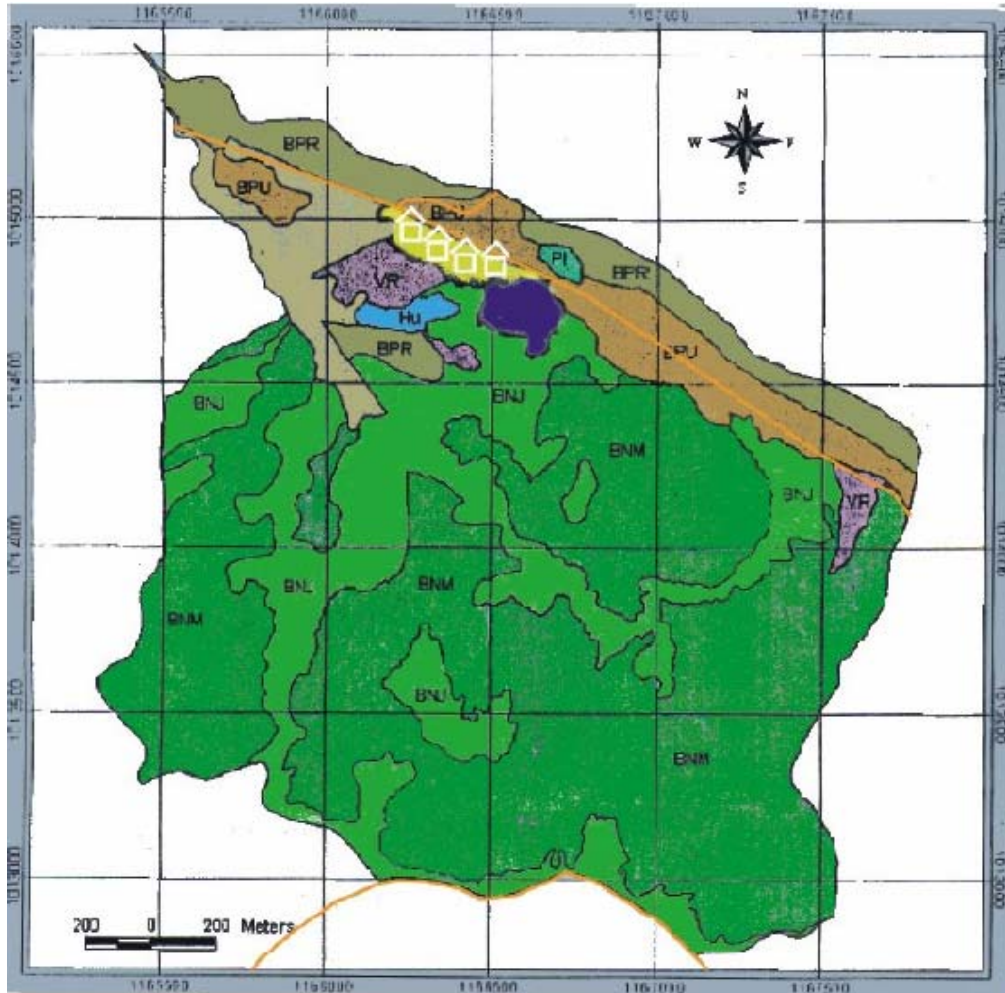


Figura 1. Mapa de coberturas vegetales para el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya. BNM: Bosque Natural Maduro, BNJ: Bosque Natural Joven, BPU: Bosque Plantado de Urapán, BPR: Bosque Plantado de Roble, Pi: Bosque Plantado de Pino, VR: Vegetación en regeneración, HU: Humedal. Fuente: Propuesta de Ordenamiento Ambiental para el SFFOQ [28].

Se utilizaron cámaras STEALTH CAMERA WILDVIEW® 5iR SCT- TGL5iR de 5 Mega pixeles, con batería STC-12VBB y una tarjeta de memoria de 1 Gb, con capacidad aproximada de 700 fotos.

Las cámaras se programaron para que funcionaran las 24 horas y para tomar una secuencia de 6 fotos cada minuto si se detecta movimiento, ya que los equipos cuentan con un sensor de

movimiento de alta sensibilidad que activa la secuencia de disparo (Cámaras activas). Cada fotografía tiene la siguiente información de la captura: Fecha, hora y fase lunar.

Se establecieron tres cámaras en el bosque de roble y cuatro en el bosque joven, esto debido a que las coberturas tienen diferentes tamaños, para un total de 7 cámaras. En ambas coberturas vegetales, las cámaras se ubicaron en sitios donde encontraron indicios, sin tener una distancia mínima y máxima entre estaciones, y permanecieron en el mismo lugar durante todo el estudio, en todas las estaciones las cámaras se instalaron a una altura aproximada de 50cm e inclinadas (Figura 2). Además de esto, se tomó su ubicación exacta con el uso de GPS marca Garmin GPSmap 60 Cx y las características del lugar, lo cual se anotó en la libreta de campo.



Figura 2. Instalación de 7 cámaras trampa en dos coberturas vegetales en el SFFOQ.

Cada cámara se encontró asociada a estaciones de olor (Figura 3), se utilizaron cebos correspondientes a alimentos de preferencia para cada categoría dietaria de los mamíferos de estudio, como papaya y banano para herbívoros y omnívoros, huevo tocino podrido y pollo podrido para carnívoros y avena de hojuelas específicas para herbívoros [29]. Además de estos,

se utilizaron cebos de atún para carnívoros y se realizó una mezcla de plátano, avena en hojuelas y esencia de vainilla para herbívoros. Los tipos de cebo se ubicaron de forma aleatoria en las siete estaciones.



Figura 3. Cebos instalados en cada estación de olor. a. Papaya y banano b. Huevo podrido.

La revisión de las trampas incluyó la revisión del funcionamiento de la cámara, cambio de cebos cada 5 días, el cambio de batería y la descarga de la información desde la memoria a un computador portátil, lo que se realizó cada 15 días. La información obtenida a partir de cada revisión fue consignada en la libreta de campo y posteriormente se ingresó en una base de datos, incluyendo datos como hora y fecha, número de trampa, tipo de cobertura vegetal, y tipo de cebo (Ver anexo 1). Los individuos fotografiados se identificaron a nivel de especie.

Para evitar sobre estimar la abundancia relativa de las especies, todas las fotos pertenecientes a una sola secuencia de disparo (6 fotografías/1 minuto) se tomaron como un solo indicio, tanto para el cálculo del índice de visita, como para la tasa de encuentro de las especies [26,30, 31].

Debido a que se trabajó con cámaras activas, sensibles a cualquier tipo de movimiento, se obtuvo un gran número de fotografías de vegetación, por lo que se calculó el porcentaje de fotos efectivas de la siguiente forma:

$$\% \text{ Fotos efectivas} = \frac{N^{\circ} \text{ Fotos efectivas}}{N^{\circ} \text{ Total de fotos}}$$

Donde:

- Fotos efectivas: Fotos en las cuales se capturo uno o más individuos de cualquier especie
- Total de fotos: Número total de fotos obtenidas, incluyendo tanto las fotos en las cuales se disparó el sensor por causas diferentes a movimiento de mamíferos medianos y grandes, fotos en las cuales se capturó uno o más individuos de cualquier especie y fotos en blanco.

Para el primer objetivo específico

5.3. Abundancia relativa

La abundancia relativa se calculó para cada especie en cada tipo de cobertura vegetal, y se estimó a partir de la información obtenida con las fotografías de dos formas:

5.3.1 A partir del índice de visita de las especies a la cámara trampa, según lo propuesto por Linhart & Knowlton [16], de esta forma:

$$\text{Índice de visita} = \left(\frac{N^{\circ} \text{ estaciones visitadas}}{N^{\circ} \text{ estaciones operables}} \right) \times 1000$$

Donde:

- N° de estaciones visitadas: Número de visitas de una especie a las estaciones en una cobertura.
- Estación operable: Estación que se mantiene en condiciones de registrar los indicios de quien la visita desde su instalación hasta la revisión y acondicionamiento (Travaini *et al*, 2003).

5.3.2 A partir del número de indicios de una especie sobre la unidad de esfuerzo o Tasa de encuentro [2, 32]:

$$I = \left(\frac{\# \text{indicios}}{\text{Unidad} - \text{Esfuerzo}} \right)$$

Donde:

- # indicios: Número de avistamientos mediante fotografías de una especie
- Unidad de esfuerzo: Número de días-trampa

La unidad de medida del esfuerzo de muestreo fueron los días trampa (Considerando un día trampa como 24 horas), es decir, el número de días que cada trampa permaneció en funcionamiento, o hasta la fecha de la última exposición, en los casos en que se terminó la batería [33].

Para el segundo objetivo específico

5.4 Preferencia de hábitat

La preferencia de hábitat se evaluó según lo propuesto por Neu *et al* [34] donde primero se utiliza una prueba de Chi cuadrado, y luego si la prueba muestra que hay diferencias significativas en la distribución de frecuencias de indicios, se calculan los intervalos de Bonferroni.

5.4.1 Distribución de frecuencias de indicios

El análisis de la distribución de frecuencias de indicios de los mamíferos se realizó mediante una prueba de Chi cuadrado, la cual se emplea para ver si la distribución de las observaciones entre el número de categorías sigue un patrón esperado en base a la hipótesis nula [35].

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(O - E)^2}{E} \right]$$

La prueba de χ^2 solo puede utilizarse sobre los datos originales, además de esto, si más del 20% de los valores esperados son menores a 5 se recomienda combinar categorías parecidas mientras esto se pueda justificar, y si cualquier valor esperado es menor a 1 la prueba no es válida [35]

Las hipótesis estadísticas planteadas para la distribución de los indicios fueron:

Ho: No existen diferencias significativas entre el número de indicios en cada cobertura y lo esperado para el esfuerzo de muestreo.

Ha: Existen diferencias significativas entre el número de indicios en cada cobertura y lo esperado para el esfuerzo de muestreo.

5.4.2 Intervalos de Bonferroni

Si a partir de la prueba de Chi² se rechaza la hipótesis nula, se calculan los intervalos de Bonferroni para determinar si las especies encontradas utilizan los diferentes tipos de cobertura en mayor, menor o igual proporción a lo esperado, esto debido a que la prueba de Chi cuadrado no es específica para observar la tendencia de las especies por tipo de cobertura.

$$P_i - Z_{\alpha/2k} \sqrt{\frac{P_i(1 - P_i)}{n}} \leq P_i \leq P_i + Z_{\alpha/2k} \sqrt{\frac{P_i(1 - P_i)}{n}}$$

El cálculo se hace para cada hábitat. Donde:

- P_i: Proporción de uso de cada hábitat
- Z_α: Proporción de la curva normal (de una cola) al 0.05 de probabilidad de error
- 2k: Doble de k, el cual es el número de hábitats.

La regla de decisión es que cuando la proporción esperada de uso no cae dentro del intervalo, existe un 95% de probabilidad que el uso esperado y el observado difieran significativamente [7].

5.5 Patrones de actividad

Como información complementaria se determinaron los patrones de actividad de las especies de las que se obtuvieron al menos 5 indicios, esto se realizó utilizando una base de datos que contiene la fecha, hora, cobertura vegetal, especie y número de individuos. Adicionalmente se

utilizaron datos disponibles para los meses de Octubre-Diciembre de 2009 y Enero- Febrero de 2010 y colectados por Germán Jiménez.

6. RESULTADOS

Se obtuvieron 3255 fotos en total, de las cuales 77 correspondieron a de 3 especies de mamíferos: *Cerdocyon thous* (Figura 4), *Dasyprocta punctata* (Figura 5) y *Dasyopus novemcinctus* (Figura 6); esto para las dos coberturas estudiadas en el SFFOQ (Tabla 1).

Tabla 1. Tipo de vegetación y ubicación geográfica de las cámaras trampa activas en febrero-abril de 2010 en el SFFOQ.

Cobertura	Código	Ubicación	Especies registradas	Número de fotos
BPR	138562	N 04° 43.688' W 075° 34.966' 1904 m.s.n.m	<i>Dasyprocta punctata</i>	2
BPR	138565	N 04° 43.713' W 075° 34.962'	<i>Cerdocyon thous</i>	4
BPR	138589	N 04° 43.719' W 075° 34.948' 1881 m.s.n.m	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	7
BNJ	138591	N 04° 43.579' W 075° 34.727' 1908 m.s.n.m	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	21
BNJ	138570	N 04° 43.597' W 075° 34.688' 1894 m.s.n.m		0
BNJ	138567	N 04° 43.591' W 075° 34.655' 1097 m.s.n.m		0
BNJ	138566	N 04° 43.648' W 075° 34.654' 1906 m.s.n.m	<i>Dasyprocta punctata</i> <i>Dasyopus novemcinctus</i>	24 19
			Total	77



WILDVIEW 02-27-2010 02:19:42

Figura 4. *Cerdocyon thous* fotografiado en el bosque plantado de roble en el SFFOQ.



WILDVIEW 03-28-2010 17:34:22

a.



WILDVIEW 03-11-2010 07:02:29

b.

Figura 5. *Dasyprocta punctata* fotografiado en el SFFOQ. a. Bosque natural joven b. Bosque plantado de roble.



Figura 6. *Dasypus novemcinctus* fotografiado en el SFFOQ. a. Bosque natural joven b. Bosque plantado de roble.

A partir del número total de fotografías obtenidas con las siete cámaras instaladas, se calculó el porcentaje de fotos efectivas, el cual fue de 2.37%

6.1 Abundancia relativa

En las dos coberturas se encontró un total de 18 indicios, correspondientes a 77 fotografías (Tabla 2).

Tabla 2. Número de indicios de las especies de mamíferos encontradas en dos coberturas vegetales en el SFFOQ.

Especie	Cobertura	Estación	N° de registros (Indicios)	N° Fotos	N° Fotos Totales (secuencia)	Total indicios especie
<i>Dasyprocta punctata</i>	BNJ	138566	5	24	30	6
	BPR	138562	1	2	6	
<i>Dasypus novemcinctus</i>	BNJ	138566	5	19	30	11
	BPR	138591	4	21	24	
<i>Cerdocyon thous</i>	BPR	138589	2	7	12	1
	BPR	138565	1	4	6	
		Total	18	77	108	18

A partir de los datos obtenidos se calculó la abundancia relativa empleando el índice de visita (Figura 7) y la tasa de encuentro (Figura 8) de las especies de mamíferos de las que se encontró más de un individuo en cada cobertura. Debido a esto, no fue posible calcular las abundancias relativas de *Cerdocyon thous* y *Dasyprocta punctata* para el bosque plantado de roble.

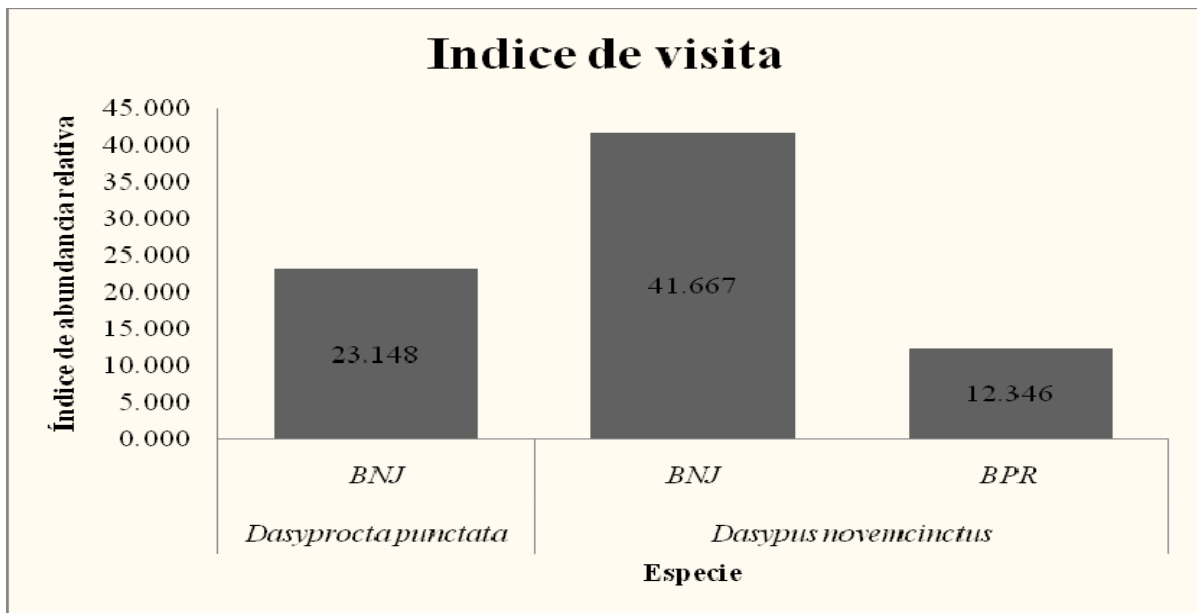


Figura 7. Abundancia relativa de las especies de mamíferos medianos y grandes en el SFFOQ a partir del índice de visita.

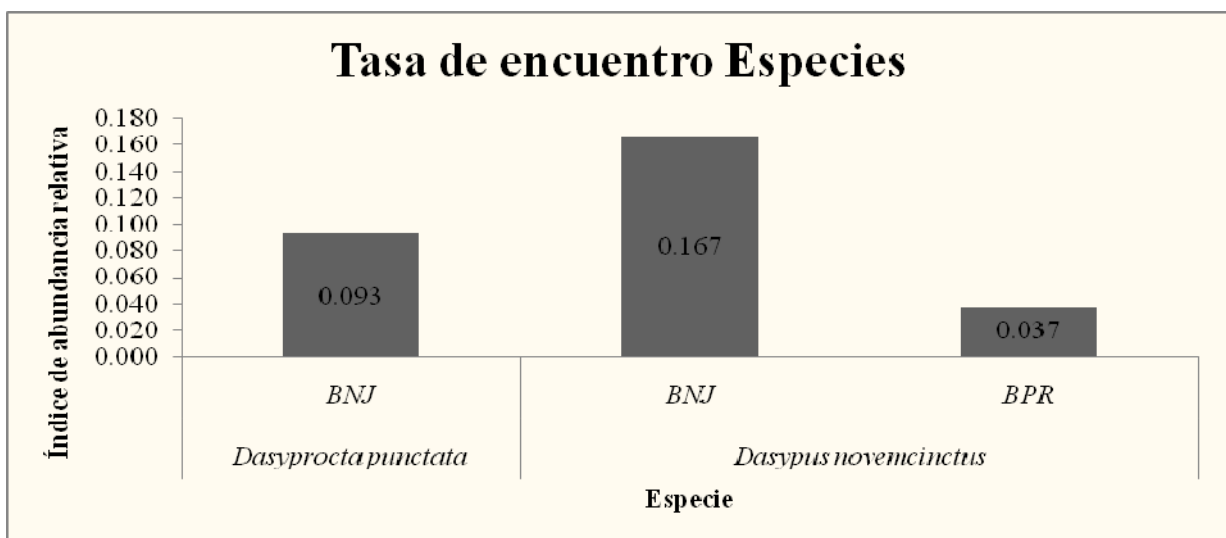


Figura 8. Abundancia relativa de las especies de mamíferos medianos y grandes en el SFFOQ a partir de la tasa de encuentro de las especies.

6.2 Preferencia de hábitat

6.2.1 Distribución de frecuencias de indicios

Para el cálculo de la prueba de Chi cuadrado utilizó el número total de fotografías, no el número de indicios, esto debido a que se quiso observar la distribución de frecuencias de todos los indicios, de todas las especies para cada cobertura vegetal (Tabla 3).

Tabla 3. Cálculo de la prueba de Chi cuadrado ($P= 0.05$, $gl=1$, $n=77$).

Cobertura	No. trampas	Número de observados	Esperados	(O-E)	(O-E) ²	(O-E) ² /E
BNJ	4	64	36.57	27.43	752.33	20.57
BPR	3	13	5.57	7.43	55.18	9.90
Total	7					30.48

La prueba arrojó un valor $X^2= 30.48$, el cual al compararlo con el valor tabulado de $X^2= 3.84$, 1 gl, $P= 0.05$, permite rechazar la H_0 debido a que el valor calculado es mayor al valor tabulado de Chi cuadrado. Lo anterior muestra que la frecuencia de indicios no se ajusta a una distribución normal, lo que quiere decir que existen diferencias significativas entre el número de indicios encontrados en cada cobertura y lo esperado para el esfuerzo de muestreo, por esto se procedió a calcular los intervalos de Bonferroni (Tabla 4).

6.2.2 Intervalos de Bonferroni

Tabla 4. Intervalos de Bonferroni para cada cobertura vegetal ($\alpha= 0.05$)

Cobertura	Área (ha)	Área relativa	Uso esperado	Uso observado
BNJ	15	0.79	60.79	64
BPR	4	0.21	16.21	13
Total	19	1	77.00	77

Cobertura	Proporción de uso esperada	Proporción de real de uso	Intervalo de Bonferroni	
BNJ	0.79	0.83	$0.735 \leq P_i \leq 0.926$	$[P_i=P_{io}]$
BPR	0.21	0.17	$0.073 \leq P_i \leq 0.264$	$[P_i=P_{io}]$

A partir de los intervalos de Bonferroni se observó que las coberturas estas se están utilizando de acuerdo con su disponibilidad, ya que la proporción de uso esperada, para ambas coberturas, se encuentra dentro de los intervalos.

6.3 Patrones de actividad

A partir de las fotografías efectivas correspondientes a las 3 especies de mamíferos registrados, se analizaron los patrones de actividad de cada una de ellas (Figura 9).

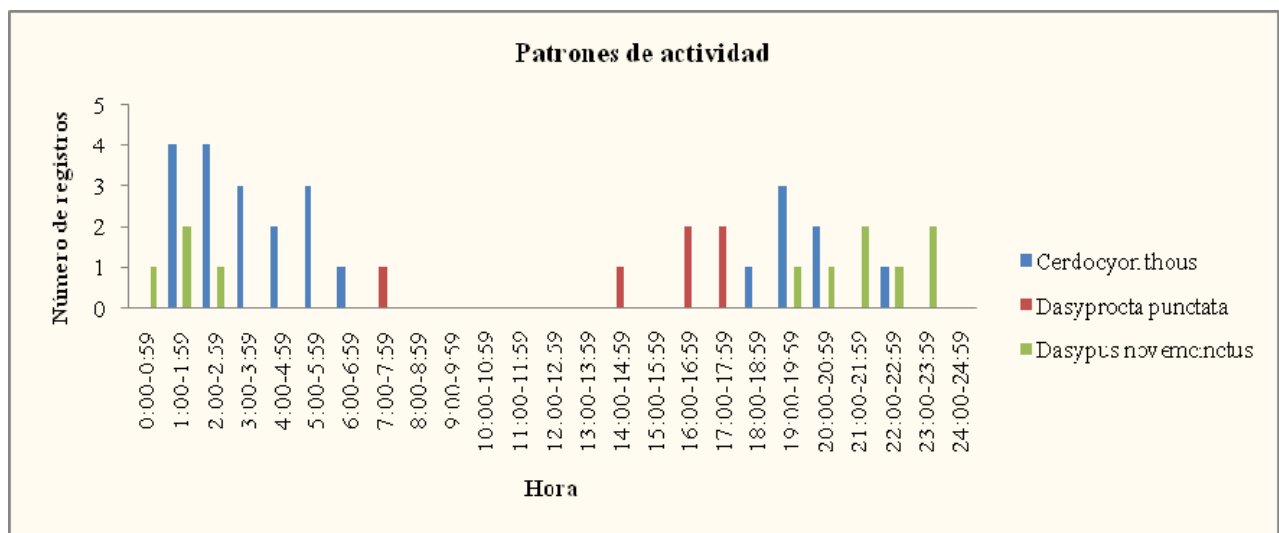


Figura 9. Patrón de actividad de las tres especies de mamíferos registradas en el SFFOQ entre octubre de 2009 y abril de 2010 (*Cerdocyon thous*: n=24, *Dasyprocta punctata*: n=6, *Dasypus novemcinctus*, n=11).

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

7.1 Abundancia relativa

En el santuario se encuentran 42 de las 58 especies de mamíferos reportadas para la cuenca del Río Otún, de las cuales se registraron tres en este estudio a través de indicios fotográficos *Cerdocyon thous* (Figura 4), *Dasyprocta punctata* (Figura 5) y *Dasypus novemcinctus* (Figura 6); el bajo número de especies registradas puede deberse a que el esfuerzo de muestreo no fue suficiente para detectar más especies. Es importante resaltar que estas tres especies concuerdan en cuanto a distribución y altitud con lo reportado por Alberico & Rojas- Díaz [5] para los mamíferos de Colombia.

Para el bosque plantado de roble solo fue posible calcular la abundancia relativa de *D. novemcinctus* debido a que cada una de las otras dos especies registradas solo se encontró un indicio, lo cual no es información suficiente para calcular estos índices, ya que las apariciones de *D. punctata* y *C. thous* pudieron ser eventos aislados. Por esta razón no se pudo saber específicamente porque el número de registros de las tres especies fue tan bajo, ya que se conoce que estas se encuentran y utilizan estas coberturas, puesto que estas especies fueron reportadas por Navarro [36] en el bosque secundario y en el bosque plantado de roble en otro sector del santuario (sendero del río) mediante el uso de trampas de huella, donde *D. punctata* presentó un índice de abundancia relativa menor en el BPR, mientras que *C. thous* presentó un índice de abundancia relativa alto en el BPR.

Es posible que la falta de registros se deba tanto al corto tiempo de muestreo, como a la baja densidad de trampas en esta cobertura, ya que solo se contaba con 3 cámaras.

La única especie que presentó más de un indicio en cada cobertura fue *D. novemcinctus*, presentando la abundancia relativa más alta en el BNJ que en el BPR, esto de acuerdo con el índice de visita (Figura 7) y la tasa de encuentro (Figura 8). Los organismos de esta especie son principalmente insectívoros, algunos estudios sugieren que estos también consumen frutas, semillas y otros materiales vegetales, por lo que tienden a preferir áreas de bosque muy húmedas, teniendo en cuenta que el BPR se encontraba en fructificación, lo anterior sugiere que la presencia de armadillos en ambas coberturas vegetales puede deberse no solo a que en estas se

puede encontrar una amplia oferta de alimento y refugio para la especie, sino también a comportamientos de forrajeo [37, 38].

D. punctata es una especie de roedor diurno y principalmente frugívoro que se distribuye desde el sur de México hasta el norte de Argentina. En el estudio se registró en ambas coberturas vegetales (Tabla 1), pero se presentó en mayor proporción en el BNJ que en el BPR, se debe tener en cuenta que el robledal se encontraba en temporada de fructificación, por lo cual el alto número de indicios en el BNJ puede deberse a que varios aspectos de la ecología y comportamiento la especie se ven afectados por variaciones en la cantidad de alimento disponible, por lo que la probabilidad de que estos se vean atraídos por los cebos instalados aumenta en áreas y temporadas en las que el alimento escasea [39].

Es probable que a esto se deba que en el BPR no se hayan registrado indicios suficientes para calcular los índices de abundancia relativa de las especies frugívoras registradas. Es necesario tener en cuenta que en el momento en el que se obtuvo el único registro *C. thous* el cebo correspondió a huevo podrido, el cual es específico para la categoría dietaria a la que pertenece esta especie, lo cual sugiere que los cebos tuvieron cierto grado de efectividad en esta cobertura. En cuanto al BNJ, se puede decir que los cebos para herbívoros fueron efectivos, ya que se registraron mamíferos pertenecientes a esta categoría con mayor frecuencia que en el BPR, mientras que no se puede decir que los cebos de atún y huevo podrido fueron efectivos, ya que no se registraron carnívoros en esta cobertura.

Es importante tener en cuenta que la tasa de visita a las estaciones de olor puede verse afectada por las condiciones de humedad y estructura de los bosques, ya que la capacidad atrayente de los cebos puede verse limitada por diversos factores, entre ellos, la alta humedad en el bosque [40]. A pesar de estas limitaciones que pueden presentar las estaciones de olor, es recomendable utilizar atrayentes para maximizar la probabilidad de documentar la presencia de las especies que se están estudiando, esto cuando el objetivo no es evaluar la densidad poblacional, ya que en este caso se puede inducir a sesgos [41].

Debido a que la especie *C. thous* solo se registró una vez en el BPR y ninguna en el BNJ, no fue posible calcular el índice de abundancia relativa por ninguno de las dos metodologías empleadas.

Teniendo en cuenta que este tipo de bosque tiene un mayor grado de intervención respecto al BNJ, es importante resaltar que se conoce que los zorros son altamente adaptables, oportunistas, con un amplio rango dietario y preferencias de hábitat flexibles, por lo que no se ven fuertemente influenciados por la intervención antrópica y además tienen la capacidad de utilizar varios tipos de ambientes de acuerdo a su disponibilidad, a lo que se le puede atribuir su presencia en el BPR [13, 45]. Además de esto, esta especie fue registrada por Navarro [36] en el robledal en el sendero del río, con un alto índice de visita.

Para el área se ha reportado la presencia grandes carnívoros, entre ellos *Leopardus pardalis*; el no haber registrado indicios de esta especie es incierto, pero esto puede atribuirse a diferentes factores, como que su actividad pudo haber sido baja en el área de estudio, pudo evitar las estaciones por sentir olor a humano o puede tener una preferencia baja por los cebos utilizados [32].

Por otra parte, estudios de fototrampeo sugieren que calcular la tasa de encuentro a partir de fotografías puede utilizarse como un índice de abundancia relativa de animales, a pesar de esto, esta tasa puede compararse únicamente cuando los datos se obtienen en una misma estación climática, por lo tanto, no es comparable entre estaciones [32].

7.2 Preferencia de hábitat

A partir de lo obtenido mediante la prueba de Chi cuadrado (Tabla 3), se puede decir que los indicios no se distribuyen de igual forma en las coberturas, lo cual se puede deber a que la distribución se ve afectada no solo por la disponibilidad de alimento en las diferentes coberturas, sino también porque la existencia de barreras físicas pueden limitar el desplazamiento de la fauna presente [31, 42, 43].

A pesar de lo encontrado mediante Chi cuadrado, la prueba de Bonferroni mostró que la proporción de uso observado, tanto para el BPR como para el BNJ, se encuentra dentro de los intervalos (Tabla 4), por lo tanto, ambas coberturas se están utilizando sin que se muestre una preferencia por alguna de las dos. Además de esto, se debe tener en cuenta que este análisis se realizó únicamente por cobertura con el número total de indicios encontrados, más no por especie

debido a que se contaba con pocos datos, por lo que no se puede evaluar el uso de las coberturas por parte de cada una de las especies.

El no encontrar una preferencia por parte de los mamíferos medianos y grandes hacia alguna de las coberturas vegetales analizadas, se puede deber a que se presenta forrajeo buscando diferentes sitios de alimentación entre coberturas que ofrecen diferentes tipos de recursos, ya que una especie requiere al menos dos recursos diferentes en algún punto de su ciclo de vida. Este comportamiento está influido por la búsqueda y ataque de presas, la disponibilidad y abundancia de los alimentos y las características del hábitat, entre otros [38, 44].

A partir de las fotografías es posible identificar la actividad que realiza el individuo en el momento que es registrado, lo cual representa una de las ventajas de la metodología de fototrampeo. Se observaron diferentes actividades realizadas por los animales en el momento del registro de los indicios, en algunas ocasiones las fotografías sugieren que algunas especies están utilizando las coberturas como sitios de tránsito (ver anexos 2 y 3), además se registro un armadillo mientras se encontraba haciendo uso de comederos (Ver anexo 4), y un guatín realizando una actividad que no implica desplazamiento (Ver anexo 5).

7.3 Patrones de actividad

A partir de los datos obtenidos, y como información adicional, se identificaron los patrones de actividad de las especies registradas. Esto se realizó teniendo en cuenta que una de las ventajas que provee el uso de cámaras trampa es que esta metodología permite analizar los patrones de actividad de las especies fotografiadas, ya que es posible documentar la hora y fecha en las que se obtuvo cada registro, además de esto permite que en algunas ocasiones se puedan diferenciar individuos de la misma especie en momentos diferentes del día [23].

En los patrones de actividad identificados para *C. thous* (Figura 9) se observó que la especie es activa desde las 18:00h hasta las 6:00 h, mostrando dos picos de actividad, uno a las 19:00- 20:00 h donde se registraron 3 individuos, y otro a las 1:00 - 3:00 h, registrando 8 individuos. Según lo encontrado en la literatura, se conoce que esta especie es de hábitos nocturnos y crepusculares, iniciando actividades entre las 17 y las 18 horas, a pesar que son activos durante toda la noche, se ha reportado que los animales tienen un periodo de inactividad entre las 0 y las 2 horas, lo cual no

concuera con lo observado en este estudio, ya que entre las 1 y 3 horas se encontró el mayor pico de actividad [45, 46, 47].

En cuanto a *D. punctata* se observó actividad entre las 7:00h y las 18:00h, presentando un pico de actividad entre las 16:00h y las 18:00 (Figura 10), lo cual corresponde a lo descrito por Smyth [39] para la especie, donde afirma que esta es una especie de hábitos principalmente diurnos.

Por último, los patrones de actividad identificados para *D. novemcinctus* muestran que la especie se encuentra activa desde las 19:00h hasta las 2:00h, presentando tres picos de actividad: 1. 21:00h - 22:00h, 2. 23:00h – 24:00h y 3. 1:00h – 2:00h. Según lo reportado en la literatura, ésta es una especie de hábitos nocturnos y pasan la mayoría de sus horas de actividad alimentándose [37].

Además de esto, se observó que la mayoría de los registros de indicios se realizaron en la noche, lo cual puede atribuirse a dos factores: 1. La mayoría de las especies detectadas son de hábitos nocturnos y 2. La disminución de la temperatura en la noche, hace que disminuya la condensación en el lente, por lo que las fotografías que se toman son de mejor calidad que las obtenidas durante el día (blancas y/o claras).

7.4 Consideraciones metodológicas

El porcentaje de fotos efectivas fue bajo (2.37%) no solo porque se obtuvo un gran número de fotos tomadas por movimientos de vegetación, sino también debido a que se obtuvo un gran número de fotos en blanco en las cuales no se pudo determinar la causa de activación del sensor de movimiento, en este caso, las cámaras pudieron ser activadas por alguna especie de mamíferos, lo cual tiene un efecto negativo sobre la estimación de la abundancia y distribución de las especies de mamíferos medianos y grandes en el SFFOQ, no solo porque que el número de indicios pudo haber sido mayor para algunas especies, sino también porque se pudieron haber reportado más especies para el área por medio de esta metodología.

Hucksclag [48] recomienda que durante el montaje de las cámaras trampa la vegetación sea removida del campo visual para evitar que la cámara capte un evento indeseado, teniendo en cuenta que en áreas protegidas no se permite hacer remoción de la vegetación, en este estudio se

despejo lo máximo posible el campo visual, lo cual no fue suficiente para evitar que las cámaras iniciaran la secuencia de disparo a causa de movimientos de vegetación, ya que el sensor de movimiento con el que cuentan los equipos es de alta sensibilidad.

Por otra parte Lyra-Jorge *et al* [23] reportó que las cámaras Stealth Cam con sensores que responden a cambios de temperatura en el ambiente (Pasivas) no funcionan óptimamente en condiciones climáticas tropicales, donde la temperatura y humedad relativa son altas. Este puede ser uno de los factores que llevó a que un gran número de las fotografías obtenidas hayan sido fotos blancas, por la alta humedad relativa que tiene, tanto el BNJ como el BPR. Cabe resaltar, que a pesar que no se conoce la causa, en algunas estaciones, en horas específicas del día (12:00-13:00) se obtuvieron fotografías de buena calidad pero que no registraron ninguna especie de mamíferos.

A pesar de los problemas mencionados anteriormente, se sabe que el método de cámaras trampa provee más registros en comparación con otras metodologías, como lo es la de trampas de huella, ya que una vez el animal es fotografiado, este puede ser fácilmente identificado a nivel de especie, además, para algunas especies es posible identificar individuos mediante manchas o marcas visibles en el animal. En estos casos, la metodología es ampliamente utilizada para estimar abundancia relativa y densidad de felinos como Puma (*Puma concolor*), Jaguar (*Panthera onca*), Ocelote (*Leopardus pardali*), entre otros, mediante captura-recaptura utilizando el programa CAPTURE para estimar estos índices [23,24,33,49].

Otra de las ventajas que presenta esta metodología es que no requiere revisar constantemente los equipos, ya que después de ser instaladas las cámaras, lo único que requieren en las revisiones es el cambio de batería y la descarga de la información, en el caso de cámaras digitales con tarjeta de memoria, o cambio de rollos fotográficos cuando no son cámaras digitales, en la mayoría de los estudios con cámaras trampa, las estaciones son revisadas una vez al mes [23, 32]. En el caso de este estudio, las estaciones fueron visitadas cada 5 días, principalmente para realizar cambios de cebos, debido a que las condiciones ambientales del santuario, y específicamente de las coberturas donde se encuentran las cámaras, hacen que estos se descompongan rápidamente, perdiendo así su capacidad atrayente.

El uso de esta metodología es de gran valor para realizar estudios ecológicos de mamíferos medianos y grandes, ya que permiten evidenciar aspectos comportamentales que no pueden ser conocidos con otra metodología, tales como la actividad que el animal realizó cuando se obtuvo el registro y variaciones en la actividad diaria. Esta información es valiosa para realizar estudios a largo plazo de las especies, para con esto definir patrones de conducta que puedan ser utilizados para la formulación de programas de monitoreo y conservación [50].

Si bien la metodología presenta una serie de ventajas, mencionadas anteriormente, se ha reportado que los mamíferos pueden desarrollar ciertos comportamientos, especialmente en estudios largos en los que las cámaras se mantienen en el mismo lugar, en los que los animales recuerdan las cámaras y evitan el flash [23]. En el caso de este estudio no se presenta esta situación, no solo debido a que el tiempo de muestreo fue corto, sino también a que las cámaras utilizan un sensor infrarrojo imperceptible para la fauna, ya que una de las formas de evitar que se presente cautela de los animales hacia las cámaras es utilizar equipos que utilicen infrarrojo en lugar de flash, o si el animal es diurno, desactivar el flash y utilizar únicamente la luz del día [25].

7.5 Conclusiones y recomendaciones

Se puede concluir que, a pesar de las fallas que se presentaron en cuanto al funcionamiento de las cámaras y la obtención de la información, se lograron los objetivos ya que se confirma la presencia de *Cerdocyon thous*, *Dasyprocta punctata* y *Dasypus novemcinctus* en el SFFOQ, se muestra sus abundancias en las dos coberturas vegetales estudiadas y sugiere que estas especies de mamíferos están utilizando ambas coberturas, sin presentar preferencia alguna. Adicionalmente, mediante esta metodología se proporciona por primera vez para el área información de los patrones de actividad de las especies registradas.

La especie *Dasypus novemcinctus* presentó una abundancia relativa mayor en el BNJ que en el BPR, siendo la única especie registrada más de una vez, tanto en el BPR como en el BNJ.

Debido a las ventajas que tiene, la metodología de cámaras trampa es efectiva para realizar estudios de mamíferos medianos y grandes. Además, es una metodología de gran valor para

realizar estudios ecológicos, ya que permiten evidenciar aspectos comportamentales que no pueden ser conocidos con otra metodología.

Además de esto, el estudio resulta en una buena aproximación del uso de la técnica de fototrampeo, utilizada por primera vez en el área, mostrando ventajas y desventajas de esta, lo cual puede ser información útil para el diseño de muestreos futuros en el SFFOQ por medio de esta técnica.

Se recomienda para próximos trabajos aumentar la densidad de cámaras trampa, y en lo posible, el tiempo de muestreo. Además de esto, si es posible, utilizar otro tipo de cámaras ya que estas fueron altamente sensibles a las condiciones ambientales del SFFOQ.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Plan básico de manejo 2005 – 2009. Santuario de Fauna Y Flora Otún Quimbaya. Dirección territorial noroccidente. Medellín-Antioquia. 2004; 162p.
2. Carrillo E, Wong G, Cuarón A. Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology*. 2000; 14 (6): 1580-1561
3. Ojasti J. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI-MAB. Maryland. Estados Unidos. 2000, 290 p.
4. Sargeant G, Douglas J. Carnivore scent-station surveys: statistical considerations. *Proceedings of the North Dakota Academy Of Science*. 1997, 51 : 102-104.
5. Alberico, M, Rojas- Díaz V. Mamíferos de Colombia. En: *Diversidad y conservación de mamíferos tropicales*. Ceballos, G y J, Simonetti (Ed). Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Instituto de Ecología. Universidad Autónoma de México. 2002. 185-226p.
6. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Plan de manejo 2007 – 2011 Santuario de Fauna Y Flora Otún Quimbaya. Dirección territorial noroccidente. Medellín- Antioquia. 2007; 30p.

7. Aranda M. Huellas y rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología. México. 2000, 132 p.
8. Sánchez F, Sánchez-Palomino P, Cadena A. Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes centrales de Colombia. *Caldasia*. 2004; 26 (1) 291-309.
9. Correa-Gómez D, Vargas-Ríos O. Regeneración de palmas en bosques nativos y plantaciones del Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya (Risaralda, Colombia). *Caldasia*. 2009; 31(2): 195-212.
10. Rangel. O. Ucumarí: Un caso típico de la diversidad biótica andina. 1994. En: Navarro E. Abundancia relativa y distribución de los indicios de las especies de mamíferos medianos en dos coberturas vegetales en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya, Pereira-Colombia. Tesis de Pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá- Colombia. 2005, 87p.
11. Martínez G. Densidad, uso de hábitat y dieta del zorro de monte (*Cerdocyon thous*) en sabanas nativas de los llanos orientales de Colombia. 1996. En: Guzman-lenis A, Camargo A. Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque de Los Mangos (Puerto López, Meta, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 9[1]: 11-22.
12. Murcia, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree*. 1995; 10 (2): 58-62
13. Acosta, G. Efecto de la fragmentación del bosque nativo en la conservación de *Oncifelis guigna* y *Pseudalopex culpaeus* en Chile central. Tesis de grado de maestría. Universidad de Chile. Facultad de ciencias. Santiago, Chile. 2001; 62p.
14. Gaines W, Harrod R, Lehmkuhl J. Monitoring biodiversity: quantification and interpretation. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-443. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1999; 27 p.
15. Smallwood KS, Fitzhugh EL. A track count for estimating mountain lion *Felis concolor californica* population trends. 1995. En: Lyra-Jorge MC, Ciocheti G, Pivello VR, Meirelles ST. Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: Camera traps and track plots. *Eur J Wildl Res*. 2008 ; 54: 739-744.
16. Linhart S.B, Knowlton FF. Determining the relative abundance of coyotes by scent station lines. 1975. En: Travaini A, Zapata SC, Zoratti C, Soria G, Escobar F, Aguilera G, Collavino P. Diseño de un programa de seguimiento de poblaciones de cánidos silvestres

- en ambientes esteparios de la Patagonia, Argentina. *Acta Zoológica Mexicana*. 2003; 90: 1-14.
17. Roughton RD, Sweeny MW. Refinements in scent-station methodology for assessing trends in carnivore populations. 1982. En: Travaini A, Zapata SC, Zoratti C, Soria G, Escobar F, Aguilera G, Collavino P. Diseño de un programa de seguimiento de poblaciones de cánidos silvestres en ambientes esteparios de la Patagonia, Argentina. *Acta Zoológica Mexicana*. 2003; 90: 1-14.
 18. Rodríguez- Mazzini R. Uso de la técnica de estaciones olfativas (Scent-Station technique) en estudios de ecología de mamíferos. Documentos de trabajo 8, PROBIDES. 1996, 12p.
 19. Travaini A, Martinez-Peck R, Zapata SC. Selection of odor attractants and meat delivery methods for control of Culpeo foxes (*Pseudalopex culpaeus*) in Patagonia. 2001. En: Travaini A, Pereira J, Martinez-Peck R, Zapata SC. Monitoreo de zorros colorados (*Pseudalopex culpaeus*) y grises (*Pseudalopex griseus*) en Patagonia: Diseño y comparación de dos métodos alternativos. *Mastozoología Neotropical*. 2003; 10(2): 277-291.
 20. Wemmer C, Kuntz TH, Lundie-Jenkins G, McShea W. Mammalian sign. 1996. En: Yasuda M, Kawakami K. New method of monitoring remote wildlife via the internet. *Ecological Research*. 2002; 17, 119-124.
 21. Cutler TL, Swann DE. Using remote photography in wildlife ecology: a review. 1999. En: Lyra-Jorge MC, Ciocheti G, Pivello VR, Meirelles ST. Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: Camera traps and track plots. *Eur J Wildl Res*. 2008 ; 54: 739-744.
 22. McCullough DR, Pei KC, Wang Y. Home range, activity patterns, and habitat relations of Reeves' muntjacs in Taiwan. 2000. En: Yasuda M, Kawakami K. New method of monitoring remote wildlife via the internet. *Ecological Research*. 2002; 17, 119-124.
 23. Lyra-Jorge MC, Ciocheti G, Pivello VR, Meirelles ST. Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: Camera traps and track plots. *Eur J Wildl Res*. 2008 ; 54: 739-744.
 24. Silver S. Estimando la abundancia de jaguars mediante trampas-cámara. *Wildlife Conservation Society*. 2004 ; 24p.

25. Rowcliffe JM, Field J, Turvey T, Carbone C. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*. 2008; 45: 1228–1236
26. O'Brien G, Kinnaird F, Hariyo T. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* . 2003; 6: 131–139
27. O'Brien T.G, Kinnaird M.F, Wibisono H.T. Estimation of species richness of large vertebrates using camera traps: an example from an Indonesian rainforest. 2010. En: Treves A, Mwima P, Plumptre A, Isoke S. Camera-trapping forest –woodland wildlife of western Uganda reveals how gregariousness biases estimates of relative abundance and distribution. *Biological conservation*. 2010; 143: 521-528.
28. Cifuentes F. Propuesta de ordenamiento ambiental para el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya. En: Navarro E. Abundancia relativa y distribución de los indicios de las especies de mamíferos medianos en dos coberturas vegetales en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya, Pereira- Colombia. Tesis de Pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá- Colombia. 2005, 87p.
29. Orjuela O, Jiménez G. Estudio de la abundancia relativa para mamíferos en diferentes tipos de coberturas y carretera, finca hacienda cristales, área cerritos- la Virginia, municipio de Pereira, departamento de Risaralda- Colombia. *Universitas Scientiarum*. 2004; 9, 87-96.
30. Otani T. Seed dispersal by Japanese marten *Martes melampus* in the subalpine shrubland of northern Japan. 2002. En: Yasuda, M. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: A case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal study*. 2004; 29: 37-46.
31. Jiménez, G. Propuesta metodológica en el diseño y evaluación de un corredor biológico en la reserva forestal Golfo Dulce, Costa Rica. 2000, 143 p. Trabajo de Postgrado (Magister Scientiae). Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Programa de educación para el desarrollo y la conservación. Costa Rica. 2000; 89 p.
32. Yasuda M. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal study*. 2004; (29): 37-46.
33. Díaz L. Variación de la abundancia y densidad de *Puma concolor* en zonas con alta y baja concentración de trampas cámara en el centro de México. Trabajo de Grado de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali. 2010; 62p.

34. Neu W, Byers C, Peek M. A technique for analysis of utilization availability data. *J. wildl. manage.* 1974; 38(3):541-545
35. Painter L. Técnicas de investigación para el manejo de Fauna Silvestre. Un manual del curso dictado con motivo del III congreso internacional sobre el manejo de Fauna silvestre en la Amazonía. Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 1999; 81p.
36. Navarro E. Abundancia relativa y distribución de los indicios de las especies de mamíferos medianos en dos coberturas vegetales en el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya, Pereira- Colombia. Tesis de Pregrado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá- Colombia. 2005, 87p.
37. Mengak M. Natural History Series: Nine-banded Armadillo (*Dasypus novemcinctus*). University of Georgia. USA. 2009; 8p.
38. Dunning J, Danielson B, Pulliam H.R. Ecological Processes That Affect Populations in Complex Landscapes. *Oikos.* 1992. 65[1]:169-175
39. Smythe N. The Natural History of the Central American Agouti (*Dasyprocta punctata*). Smithsonian Institution Press. Washington. 1978; 60p.
40. Chinchilla F A. La dieta del jaguar (*Panthera onca*), El puma (*Felis concolor*), El manigordo (*Felis pardalis*) (Carnivora, Felidae) y dos métodos de evaluación de su abundancia en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica. 1994; 47p
41. Medellín R, Azuara D, Maffei L, Zarza H, Bárcenas H, Cruz E, Legaria R, Lira I, Ramos-Fernández G, Ávila S. Censos y monitoreos. En: Chávez C, Ceballos G. Memorias del Primer Simposio. El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo. CONABIO-Alianza WWF Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 2006; 88p.
42. Jiménez G. Propuesta metodológica para el diseño y validación de corredores biológicos en Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana, CATIE.* 2001; 34:73-79.
43. Jiménez G. Estrategia metodológica para el diseño y evaluación de corredores biológicos: un estudio en Costa Rica. p 103-107 *En: Polanco-Ochoa, R. (ed). Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica Selección de trabajos V Congreso Internacional.* CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia. ISBN 958-97035-2-6. 2003; 446 pp.

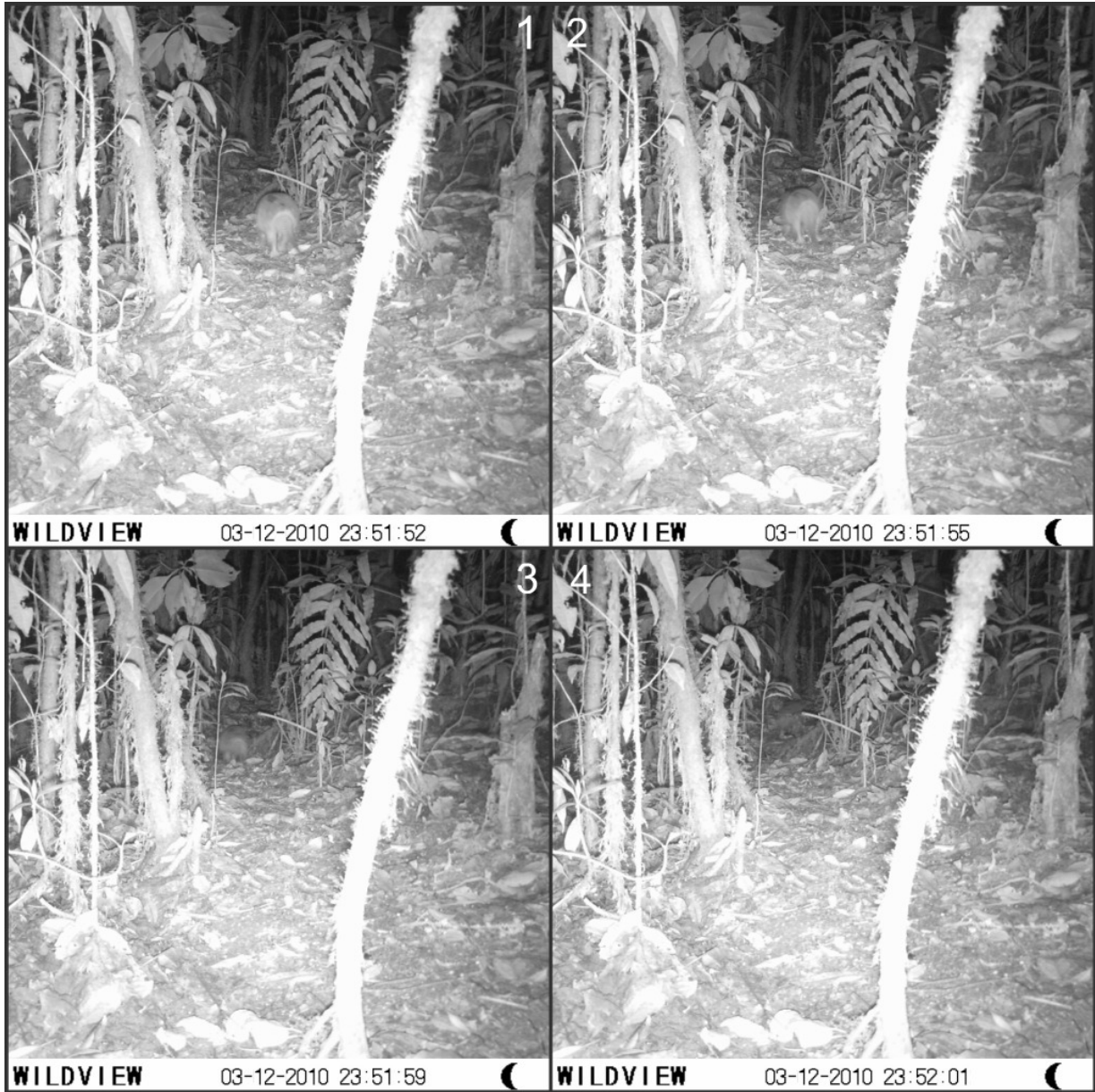
44. Remsen J, Robinson SK. A Classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. 1990. En: Avalos V. Aspectos del comportamiento de forrajeo de *Phibalura flavirostris boliviana* (Cotingidae, Passeriformes). *Ecología en Bolivia*. 2009, 44 (1): 62-66.
45. Brady CA. Observations on the behavior and ecology of the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*). In *Vertebrate ecology in the northern Neotropics* (J:F. Eisenberg, ed.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 1979.
46. Berta A. *Cerdocyon thous*. *Mammalian species*. 1982; 186 (23): 1-4
47. Maffei L, Taber A. Área de acción, actividad y uso de hábitat del zorro patas negras, *Cerdocyon thous*, en un bosque seco. *Mastozoología Neotropical*. 2003; 10 (1): 154-160.
48. Huckschlag D. Development of a digital infrared video camera system for recording and remote capturing. *Eur J Wildl Res*. 2008; 54: 651-655.
49. González-Maya J, Finegan BG, Schipper J, Casanoves F. Densidad absoluta y conservación del jaguar y sus presas en la Región Talamanca Pacífico, Costa Rica . Serie Técnica No. 7: Apoyando los esfuerzos en el manejo y protección de la biodiversidad tropical. The Nature Conservancy. San José, Costa Rica. 2008; 49 p.
50. Periago M, Leynaud, G. Density estimates of *Mazama gouazoubira* (Cervidae) using the pellet count technique in the arid Chaco (Argentina). *Ecol. Austral*. 2009, 19 (1): 73-77

9. ANEXOS

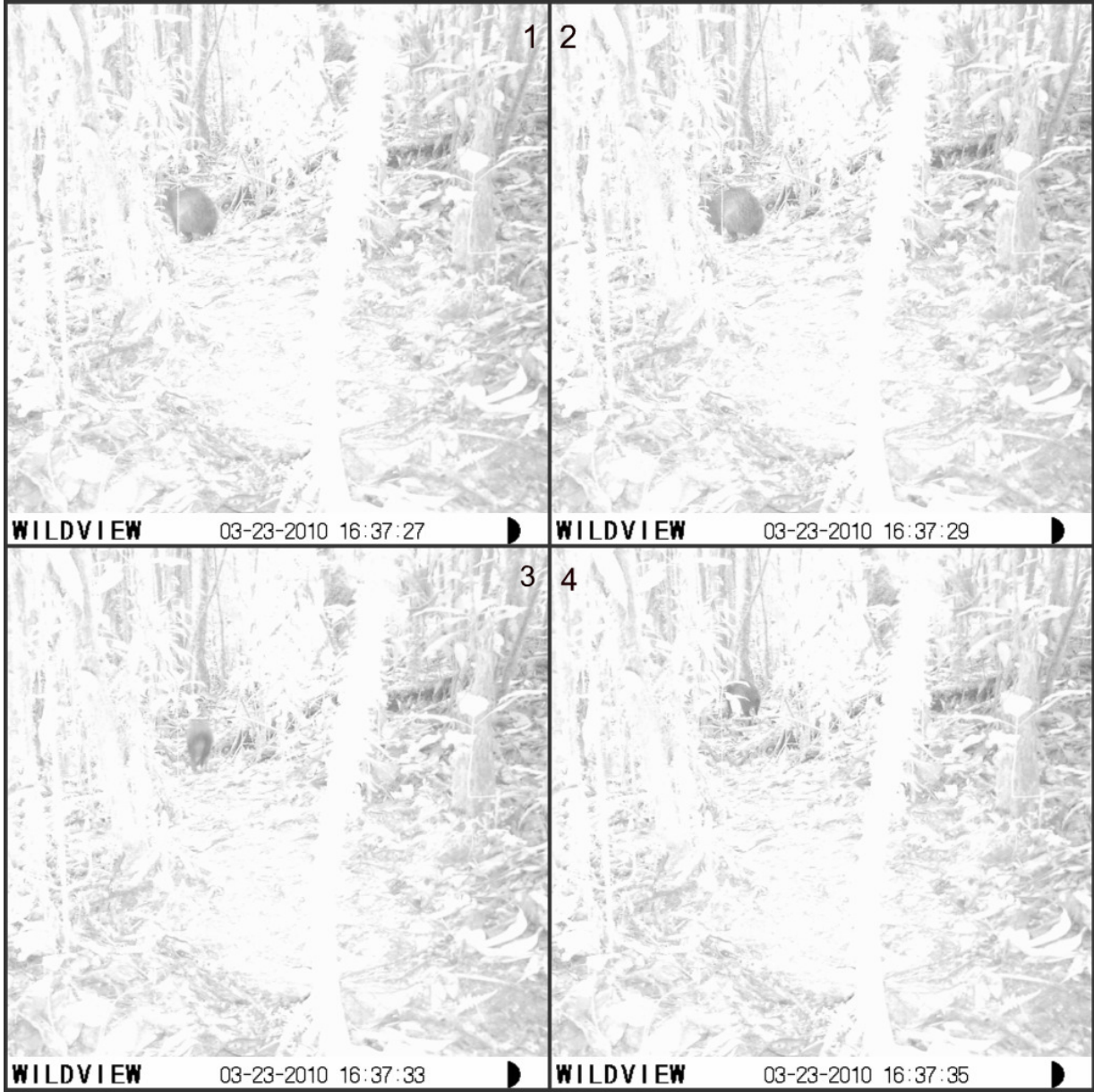
Anexo 1. Formato de campo para la revisión de las cámaras trampa.

Fecha	Código	Hora	Cobertura	Número de fotos	Tipo de Cebo
	138562		BPR		
	138565		BPR		
	138589		BPR		
	138591		BNJ		
	138570		BNJ		
	138567		BNJ		
	138566		BNJ		

Anexo 2. *Dasypus novemcinctus* en tránsito por la cámara trampa en el BNJ. Los números indican el orden de la secuencia fotográfica.



Anexo 3. *Dasyprocta punctata* en tránsito por la cámara trampa en el BNJ. Los números indican el orden de la secuencia fotográfica.



Anexo 4. *Dasypus novemcinctus* haciendo uso de un comedero en el BNJ. Los números indican el orden de la secuencia fotográfica.



Anexo 5. *Dasyprocta punctata* en el BNJ. Los números indican el orden de la secuencia fotográfica.

