

Diversidad y Abundancia Relativa de Mamíferos (Medianos y Grandes) y Aves Terrestres en Agroecosistemas del Área de Amortiguamiento del Parque Nacional Natural Serranía de los Yarigués, Mediante Cámaras Trampa

Luisa Fernanda Villalba Amaya

Informe final de pasantía de investigación para optar al título de bióloga

Director:

PhD. Diego Alejandro Zárate Caicedo

Codirectora:

PhD. Carolina Santos Heredia

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Básicas

Escuela de Biología

Bucaramanga

2020

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a mi madre por su incesante ayuda y apoyo; sin su ayuda yo no podría haber llegado tan lejos. Agradezco también a mi director y codirectora, quienes estuvieron apoyándome y orientándome en todo el proceso, agradezco sus correcciones, palabras de aliento y paciencia; al profesor Björn quien me permitió realizar mi trabajo de grado en el marco del proyecto de investigación titulado “GEF- SATOYAMA: Reconciling biodiversity conservation and agricultural production in agroforestry cultivation systems in the Colombian Andes: a model for Colombia’s post conflicto era”; a todas las personas que me acompañaron en campo, en especial a aquellas que muy amablemente me recibieron en sus fincas y me acogieron con hospitalidad; a Daniel Badillo y Robinson Rincon, por su colaboración en la identificación de aves; a todas aquellas personas que con sus palabras me dieron la energía necesaria para culminar este trabajo de grado y demás personas involucradas en el desarrollo del proyecto.

Tabla de Contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción	13
1. Objetivos.....	15
1.1 Objetivo general.....	15
1.2 Objetivos específicos	15
2. Materiales y métodos	16
2.1 Área de estudio	16
2.2 Descripción de hábitats	18
2.2.1 Plantaciones a plena exposición.....	18
2.2.2 Plantaciones con 15 % de sombra	19
2.2.3 Plantaciones con 30 % de sombra	20
2.2.4 Bosque	21
2.3 Muestreo.....	22
2.4 Entrevistas.....	24
2.5 Análisis de datos	24
2.5.1 Diversidad de especies.....	24
2.5.2 Abundancia relativa	25
2.5.3. Efecto del hábitat	25
3. Resultados.....	26
3.1 Diversidad de especies.....	26
3.2 Abundancia relativa	30
3.3 Efecto del hábitat	32

3.4	Entrevistas.....	33
4.	Discusión.....	38
4.1	Diversidad de especies y abundancia relativa.....	38
4.2	Entrevistas.....	42
5.	Conclusiones	44
6.	Competencias Desarrolladas	45
	Bibliografía.....	46

Lista de Tablas

Las tablas están adjuntas en el CD en la carpeta de apéndices y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS

Tabla 1. Sumatoria de taxones pertenecientes a los individuos muestreados

Tabla 2. Cantidad de especies e individuos de mamíferos y aves terrestres por tipo de cultivo

Tabla 3. Tabla de riqueza y esfuerzo de muestreo por hábitat

Tabla 4. Abundancia y Abundancia relativa para las especies encontradas en el bosque

Tabla 5. Abundancia y Abundancia relativa para las especies encontradas en los cultivos con 30% de sombra

Tabla 6. Abundancia y Abundancia relativa para las especies encontradas en los cultivos con 15% de sombra

Tabla 7. Abundancia y Abundancia relativa para las especies encontradas en los monocultivos

Tabla 8. Percepciones de los campesinos sobre los animales reportados presentes en sus cultivos

Tabla 9. Resultados de correlación y regresión lineal de las variables: distancias al pueblo, bosque y fuentes de agua versus cantidad de especies que generan conflicto por finca

Tabla 10. Porcentaje de especies que los campesinos reportan como dañinos a sus cultivos y tipo de perjuicio ocasionado

Tabla 11. Listado de especies con las frecuencias de uso como alimento y mascota

Tabla 12. Porcentajes de riqueza de especies de aves muestreadas según su preferencia de hábitat para cada unidad de muestreo

Lista de Figuras

Fig. 1. Mapa del área de estudio.....	18
Fig. 2. Foto de cámara trampa dispuesta en cultivo con 0% de sombra.....	19
Fig. 3. Foto de cámara trampa dispuesta en un cultivo con 15% de sombra.....	20
Fig. 4 Foto de la cámara trampa dispuesta en cultivo con 30% de sombra.....	21
Fig. 5. Foto de cámara trampa dispuesta en bosque conservado.....	22
Fig. 6. Cámara trampa con el lente a 50 cm del suelo	23
Fig. 7. Cantidad de especies por clase para cada hábitat muestreado. Cob 30= 30% de sombra; Cob 15= 15% de sombra; Cob 0= 0% de sombra.....	28
Fig. 8. Curvas de acumulación de especies con el método “exact”. A) representa el muestreo a escala de paisaje y B) representa la acumulación de especies por hábitat muestreado en función de la cantidad de cámaras trampa usadas como esfuerzo de muestreo (Bos= Bosque, Cob 30= 30% de sombra; Cob 15= 15% de sombra; Cob 0= 0% de sombra).	29
Fig. 9. Gráfico de ordenación, NMDS, con datos de presencia/ausencia y distancias Bray-curtis. Las elipses representan cada hábitat muestreado y su cercanía está determinada por su similaridad	30
Fig. 10. <i>Zentrygon linearis</i> (Izquierda), <i>Nothocercus bonapartei</i> (Centro) y <i>Catharus ustulatus</i> (derecha)	30
Fig. 11. <i>Dasyprocta punctata</i> (izquierda) y <i>Microsciurus santanderensis</i> (derecha).....	31
Fig. 12. <i>Cerdocyon thous</i> (izquierda) y <i>Conepatus semistriatus</i> (derecha).....	31

Fig. 13. <i>Leptotila verreauxi</i> (izquierda), <i>Sporophila nigricollis</i> (centro) y <i>Didelphis marsupialis</i> (derecha)	32
Fig. 14. Gráfico de cajas y bigotes con abundancias de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres en agroecosistemas y bosque. La parte superior e inferior de las cajas corresponden al primer y tercer cuartil. La línea que divide la caja representa la mediana del conjunto de datos y los bigotes representan el valor mínimo y el valor máximo. Las diferentes letras sobre las barras indican las diferencias encontradas con las pruebas a posteriori de Tukey.....	33
Fig. 15. Cantidad de especies de vertebrados mencionados como dañinas para los sistemas de cultivo en cada finca donde se realizaron las entrevistas.....	35
Fig. 16. Puntos en los que los pobladores reportaron daños por parte de <i>Notosciurus granatensis</i> durante las entrevistas	36
Fig. 17. Puntos donde <i>Dasyprocta punctata</i> fue reportada como especie indeseada debido a los daños causados a los cultivos	37
Fig. 18. Riqueza de aves para cada hábitat muestreado. Cob 30= Sistemas agroforestales con 30% de sombra; Cob 15= sistemas agroforestales con 15% de sombra; Cob 0= Monocultivos	39
Fig. 19. Riqueza de aves por grupos funcionales para cada hábitat muestreado. Cob 30= Sistemas agroforestales con 30% de sombra; Cob 15= sistemas agroforestales con 15% de sombra; Cob 0= Monocultivos. Crn= Carnívoro, Hrb=Herbívoro (frugívoro, granívoro, folívoro), Grn= Granívoro, Omn= Omnívoro, Frg= Frugívoro, Ins= Insectívoro. Información sobre hábitos alimenticios tomada de: McMullan, M., Quevedo, A., y Donegan, T. M. (2011). Guía de campo de las aves de Colombia. ProAves.	40

Lista de Apéndices

Los apéndices están adjuntos en el CD y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS

Apéndice A. Tablas

Apéndice B. Formato de Entrevistas

Apéndice C. Listado de mamíferos y aves terrestres por hábitat, y estatus UICN para cada especie. Cob30= sistemas agroforestales con 30% de sombra. Cob15= sistemas agroforestales con 15% de sombra. Cob0=sistemas agroforestales con 30% de sombra

Apéndice D. Guía ilustrada de mamíferos y aves registrados con fototrampeo

Resumen

Título: Diversidad y abundancia relativa de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres en agroecosistemas del área de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, mediante cámaras trampa *

Autor: Luisa Fernanda Villalba Amaya **

Palabras Clave: Mamíferos medianos y grandes, aves terrestres, sistemas agroforestales, cámaras trampa

Descripción:

Se ha demostrado que algunos tipos de sistemas agrícolas pueden actuar como refugios de biodiversidad cuando poseen mayor cantidad de sombra. No obstante, aún existe cierto debate sobre su potencial de conservación respecto a especies dependientes del bosque, por lo que nuestro trabajo pretendió contribuir al conocimiento de los efectos del manejo agrícola sobre la diversidad al estudiar las características de las comunidades de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres presentes en cuatro hábitats con diferentes usos del suelo en la región noroccidental del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes. Para esto se usaron cámaras trampa dispuestas en hábitats con diferentes porcentajes de cobertura, desde bosque y cultivos agroforestales hasta monocultivos, durante 180 días. Del muestreo realizado se registraron 69 especies de las cuales 46 son aves y 23 mamíferos. Encontramos que los hábitats se diferencian en abundancia y composición de especies; siendo el bosque el lugar con mayor cantidad de abundancias y composición más heterogénea albergando tanto especies resistentes como sensibles a la fragmentación. Hallamos, además, especies con gran presión antrópica en los sistemas agroforestales. Finalmente, se realizaron entrevistas que evidencian la importancia en la percepción y actitud de los pobladores para el mantenimiento del valor de conservación de los sistemas de cultivo acá estudiados.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ciencias, Escuela de Biología. Director: Diego Zárate. Codirector: Carolina Santos- Heredia

Abstract

Title: Diversity and relative abundance of mammals (medium and big) and terrestrial birds in agroforestry systems of the buffer area of Serranía de los Yariguíes Natural National Park, through camera traps *

Author: Luisa Fernanda Villalba Amaya **

Keywords: Medium and large mammals, terrestrial birds, agroforestry systems, camera traps

Description:

It has been shown that some types of agricultural systems can act as a refuge for biodiversity when they have more shade. However, there is still some debate about its conservation potential with respect to forest-dependent species, so our work aimed to contribute to knowledge about the effects of diversity conservation by studying the characteristics of mammalian communities (medium and large) and terrestrial birds present in four habitats with different land uses in the northwestern region of the Serranía de los Yariguíes National Park. For this, camera-traps arranged in habitats with different coverage percentages were used, from forest and agroforestry crops to monocultures, for 180 days. Of the sampling carried out, 69 species of which 46 are birds and 23 mammals were recorded. We found that habitats differ in abundance and species composition; the forest was the place with the greatest amount of abundance and most heterogeneous composition, harboring both resistant and fragmentation sensitive species. We also found species with great anthropic pressure in agroforestry systems. Finally, interviews were carried out that show the importance in the perception and attitude of the inhabitants for the maintenance of the conservation value of the cultivation systems studied here.

* Degree Work

** Faculty of Sciences, Program of Biology. Director: Diego Zárate. Codirector: Carolina Santos-Heredia

Introducción

La conversión de bosques y la intensificación de la agricultura son los conductores más importantes de cambio en el uso del suelo y pérdida de biodiversidad (Bhagwat et al., 2012). Sin embargo, en vista de las crecientes demandas de producción, la intensificación de la agricultura se hace necesaria para el mantenimiento de poblaciones humanas. De esta manera, surgen los sistemas agroforestales como estrategia de conservación para mitigar los efectos del cambio en el uso del suelo y servir como refugios de diversidad sin interferir en la subsistencia de las comunidades locales (Bhagwat et al., 2008). Estos sistemas agrícolas pueden funcionar como hábitat temporal o permanente para muchas especies de plantas o animales, a la vez que permiten el mantenimiento de funciones ecosistémicas como la dispersión de semillas o el reclutamiento de plántulas (Zárata et al., 2014; Zárata et al., 2019). Sin embargo, el potencial de estos sistemas depende de la complejidad estructural y presencia de diversidad florística semejante a los sistemas naturales (Harvey y Villalobos, 2007).

Estudios con vertebrados sobre una matriz antropogénica han demostrado que la reducción o eliminación de la sombra en cultivos agroforestales, tales como café o cacao, afecta negativamente la riqueza y abundancia de especies (Somarriba et al., 2004; Harvey, Gonzalez y Somarriba, 2006). De igual manera, al comparar la riqueza y abundancia de mamíferos en un gradiente de intensidad de manejo en café (e.g. bosque, café bajo sombra y café sin sombra), Caudill et al. (2014) encontraron que el incremento en la estructura vegetal y su complejidad como elementos de sombra pueden favorecer el aumento de diversidad siendo semejantes a los encontrados en los bosques circundantes. No obstante, los sistemas agroforestales de café y cacao, que son los sistemas de cultivo más extendidos en los trópicos, pierden su valor de conservación debido a la

pérdida de cobertura vegetal para aumentar el rendimiento en la producción (Cassano et al., 2014; Jezeer et al., 2017).

En este contexto, la presente investigación busca caracterizar la composición y estructura de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres en sistemas agrícolas de café y cacao con diferentes porcentajes de sombra para generar información que facilite la búsqueda de estrategias de conservación que permitan el sostenimiento tanto de poblaciones humanas como de mamíferos y aves terrestres.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Estudiar las características de las comunidades de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres presentes en cuatro hábitats con diferentes usos del suelo en la región noroccidental del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes

1.2 Objetivos específicos

- Describir la composición de las comunidades de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres presentes en tres tipos de agroecosistemas y el bosque de la región noroccidental del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, mediante cámaras trampa
- Estimar la diversidad de especies y abundancia relativa de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres presentes en tres tipos de agroecosistemas y en bosque conservado de la región noroccidental del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes
- Determinar los efectos del hábitat sobre los atributos de las comunidades (riqueza y abundancia relativa) de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres presentes en bosque andino de la región noroccidental del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes y tres tipos de agroecosistemas en zona de amortiguamiento
- Evaluar información recopilada a partir de pobladores locales acerca de las interacciones entre vertebrados terrestres y agroecosistemas

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El muestreo tuvo lugar en la región noroccidental del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (PNN SEYA) y en las veredas Mérida (sector Varsovia, Carpinteros y Maravillas) y Centro (sector Cantagallos Bajo, Cantagallos Alto, Siberia, Germania y canoas) del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander. Estas veredas hacen parte de la microcuenca Las Cruces, donde cerca de 700 hectáreas hacen parte del programa de restauración ecológica liderado por la Fundación Natura. La microcuenca Las Cruces nace dentro del sector norte del PNN SEYA y abastece el acueducto municipal de San Vicente de Chucurí (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2019); además, desde 2012 se encuentra dentro del programa Acuerdos Recíprocos por el Agua (ARA), como una estrategia para la conservación de los bosques y el mejoramiento de las condiciones de regulación de la cantidad y calidad del agua (reglamento del fondo del programa acuerdos recíprocos por el agua - ARA). El rango altitudinal oscila entre los 600 y 2.800 m, lo que genera un clima cálido medio y templado con temperaturas promedio entre 16 y 25°C y precipitaciones promedio de 1.000 mm anuales (Céspedes, 2012). Respecto a la cantidad de área ocupada predominan en orden descendente: el cultivo de cacao, los bosques naturales y rastrojos, los potreros para la ganadería, el café con sombrío, café expuesto y otros cultivos (aguacate, cítricos, plátano, yuca, lulo, mora, entre otros). Por debajo de los 1600 m se encuentran zonas de siembra de cacao, entre los 1500 y 1900 m siembra de café y entre los 2000 a 2600 m establecimientos de pastizales (Céspedes, 2012).

La investigación se llevó a cabo en el año 2018 de enero a junio en 12 sitios de estudio y cuatro hábitats: (i) monocultivos a plena exposición, (ii) policultivo con 15% de árboles de sombra, (iii)

policultivo con 30% de árboles de sombra; y (iv) bosque conservado. Estos cuatro hábitats representan diferentes tipos de usos del suelo, que se pueden ubicar en un gradiente de intensidad de manejo, determinada por el número de árboles que se encontraban en los sitios de estudio (basado en el protocolo Gentry, Gentry, 1982).

Para cuantificar el número de árboles en cada sitio se establecieron 10 transectos paralelos, 50 m de longitud y 2 m de ancho con 25 m de distancia entre transectos (total de área muestreada 0.1 ha (Zárate et al., 2014)). La ubicación de los transectos fue determinada al azar dentro de cada uno de los 12 sitios de estudio. En cada transecto fueron cuantificados los árboles con DAP ≥ 10 cm, excluyendo a los árboles de cultivo (e.g. café, cacao, aguacate, guanábana, cítricos). Se utilizó el número de árboles por sitio como un estimador indirecto de la cobertura vegetal (Korhonen et al., 2007). Los sitios del bosque se seleccionaron porque tenían ≥ 56 árboles en 0.1 ha y se ubicaron en un extremo del gradiente (100% de cobertura vegetal). En el otro extremo del gradiente se encontraban los monocultivos a plena exposición sin árboles de sombra (0% de sombra en 0.1 ha) sobre el cultivo. Las plantaciones donde encontramos entre 7-9 árboles de sombra y las plantaciones donde encontramos entre 15-18 árboles de sombra en 0.1 ha, se asignaron a las categorías de 15% y 30%, respectivamente.

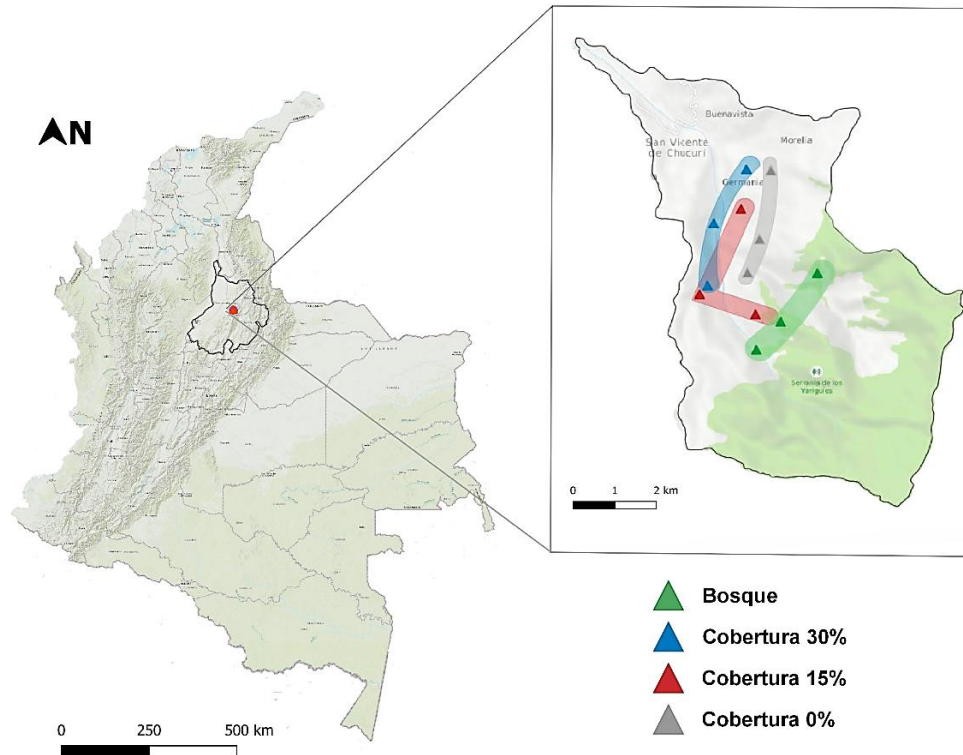


Fig. 1. Mapa del área de estudio

2.2 Descripción de hábitats

2.2.1 Plantaciones a plena exposición: Las tres plantaciones están localizadas en las veredas Mérida (sector Varsovia) y Centro (sector Cantagallos bajo y Cantagallos alto) en terrenos totalmente talados. El cultivo del sector Varsovia se encuentra a 1137 m, posee 19 ha, corresponde a café y contiene un pequeño relicto de bosque. El cultivo localizado en el sector Cantagallos bajo está a 1085 m, posee 3 ha y corresponde a cacao. Y el cultivo del sector Cantagallos alto se encuentra a 1200 m, posee 2.5 ha, corresponde a café y también contiene un pequeño relicto de bosque.



Fig. 2. Foto de cámara trampa dispuesta en cultivo con 0% de sombra.

2.2.2 Plantaciones con 15 % de sombra: Las tres plantaciones están localizadas en la vereda Mérida, sector Varsovia. Uno de los cultivos se encuentra a una altura de 1070 m, posee un área aproximada de 8.5 ha, corresponde a café y lo atraviesa una quebrada llamada La Seca. El segundo cultivo se encuentra a 1116 m, posee un área de aproximada de 11 ha, corresponde a cacao y por él también fluye la quebrada La Seca. Y el tercero se encuentra a 1401 m, posee un área de 5 ha, corresponde a café y se encuentra a aproximadamente 400 m del bosque del PNN SEYA.

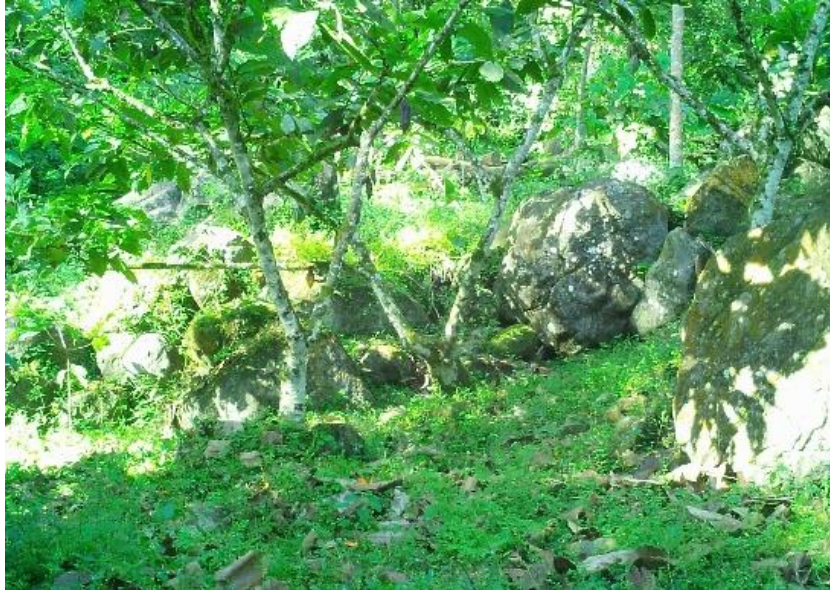


Fig. 3. Foto de cámara trampa dispuesta en un cultivo con 15% de sombra.

2.2.3 Plantaciones con 30 % de sombra: Estas tres plantaciones están localizadas en las veredas Mérida (sector Maravillas) y Centro (sector La Germania y Las Canoas). El cultivo localizado en el sector Maravillas se encuentra a una altura de 894 m, posee un área de 5.5 ha, corresponde a cacao y se encuentra a aproximadamente 30 m de la microcuenca Las Cruces. El cultivo del sector La Germania está a 956 m, posee un área de aproximada de 3.8 ha y corresponde a cacao. El cultivo que se encuentra en el sector Las Canoas se encuentra a 979 m, posee un área de 9 ha y corresponde a cacao.



Fig. 4 Foto de la cámara trampa dispuesta en cultivo con 30% de sombra

2.2.4 Bosque: Los tres sitios de bosque conservado se ubicaron en la región noroccidental del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (PNN SEYA), en las veredas Mérida y Centro, del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander. Dos de las cámaras fueron puestas en bosques sin fuentes de agua cercanas y la tercera cámara fue puesta a aprox. 20 m de la quebrada La Verde. Uno de los lugares de muestreo se encuentra a 1255 m (cerca a la quebrada La Verde), los otros dos a 1650 y 1715 m. Los bosques se caracterizan por presentar nubosidad a nivel de la tierra y una separación ≥ 1 Km entre sitios. La mayor parte de la vegetación corresponde a bosque Húmedo Premontano y Bosque Premontano Muy Húmedo (Holdridge, 1967), con árboles que alcanzan > 15 m de altura, aproximadamente (Fig. 5), y muchas epífitas.



Fig. 5. Foto de cámara trampa dispuesta en bosque conservado.

2.3 Muestreo

Como herramienta de muestreo se utilizaron cámaras trampa debido a su carácter no invasivo y a la posibilidad de captura de animales crípticos y de difícil observación. Previo a la postura de las cámaras se realizó una visita al área de estudio para la selección de posibles lugares de paso de fauna que constituirán las estaciones de muestreo. Por cada estación de muestreo hubo una cámara trampa (Marca Moultrie A-5 GEN2, resolución de imagen 12.0 MP) a 50 cm del suelo (Fig. 6.), que se programó para tomar 3 fotografías de alta resolución por cada detección, con intervalo de 15 segundos. Se colocaron las cámaras trampa en las 12 estaciones de muestreo separadas por una distancia entre 0,7 y 1 km. En total fueron utilizadas 12 cámaras trampa: 3 en cultivos a plena exposición, 3 en cultivos con cobertura del 15%, 3 en cultivos con cobertura del 30% y en el bosque. No se utilizó cebo ni ningún tipo de atrayente.



Fig. 6. Cámara trampa con el lente a 50 cm del suelo

Las cámaras trampa permanecieron alrededor de 180 días efectivos por estación de muestreo y se revisaron cada mes. El esfuerzo de muestreo se calculó multiplicando la cantidad de cámaras trampa por la cantidad de noches-trampa (Díaz y Payán, 2012). La taxonomía de los individuos capturados por las cámaras trampa se corroboró con literatura (libros, artículos científicos) y con expertos. Se consideraron únicamente las fotografías con mejor calidad y definición para la identificación taxonómica. Para las aves se tomó como referencia la nomenclatura taxonómica del South American Classification Committee (SACC) y para los mamíferos se tomó como referencia la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

2.4 Entrevistas

Se realizaron 29 entrevistas semiestructuradas sobre la interacción entre vertebrados y agricultores entre los 28 y 80 años en el mes de julio del 2018. Se entrevistaron personas que trabajan a diario en los cultivos, sin discriminar edad o sexo. Entre las preguntas realizadas también se tuvo en cuenta la cantidad de animales domésticos, con el fin de conocer la relación entre biodiversidad y la presencia de animales silvestres y domésticos en las fincas (Apéndice B). Con el objetivo de reconstruir escenarios de interacción a través de un sistema de información geográfica (SIG) se tomaron coordenadas mediante un GPS en los lugares donde se realizaron las entrevistas para la realización de mapas con los reportes de interacciones negativas reportadas.

Para determinar las relaciones espaciales derivadas y posibles estrategias, la información se combinó entre capas de datos (presencia/ausencia de vertebrados), reportes de las interacciones vertebrado-agricultor y mapas de la caracterización de la estructura del paisaje, mediante la aplicación gratuita QGIS Development Team (2018). Además, se realizaron regresiones lineales y un análisis de correlación de Spearman para determinar si existe alguna relación entre la variable cantidad de especies dañinas que habitan por finca y las variables: cantidad de cultivos, cercanía a bosques, afluentes y distancia al pueblo; estos análisis se realizaron en el entorno de software libre para computación estadística y gráficos R v 3.6.2, paquete base stats.

2.5 Análisis de datos

2.5.1 Diversidad de especies: Para estimar el número de especies registradas en los sitios de muestreo, se generó una curva de acumulación de especies, a través de una matriz binaria de especies por sitio. Este análisis se realizó con el entorno de software libre para computación estadística y gráficos R v 3.6.2, paquete BiodiversityR, en un entorno de desarrollo integrado

Rstudio v 1.2.5033. Asimismo, se empleó el análisis no paramétrico Jackknife 1 como estimador de riqueza debido a su baja subestimación y alta exactitud aun cuando el tamaño de la muestra es pequeño (Oreja et al., 2010). Por otro lado, para comparar la composición de especies entre hábitats, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional, utilizando la distancia de Sorensen (Bray-Curtis) como parámetro de ordenación y el test de permutación Multi-respuesta (MRPP) con el paquete "Vegan" versión 2.5-6.

2.5.2 Abundancia relativa: El índice de abundancia relativa (IAR) para cada especie muestreada se calculó según Liu et al. (2013), así:

$$IAR=(A_i/N) * 100 \text{ trampas-noche}$$

Donde:

A_i = Número de fotos independientes de una especie

N = Número total de fotos del muestreo

Aquellas fotografías con 12 horas de diferencia entre capturas de individuos de la misma especie se tomaron como independientes. Esto se decidió en relación con la capacidad de movimiento de las especies y la dificultad en la identificación de individuos de especies que no poseen marcas distintivas tales como *Leopardus sp.* o *Panthera onca*

2.5.3. Efecto del hábitat: Para determinar los efectos del hábitat sobre los atributos de las comunidades (riqueza y abundancia relativa) se realizaron Modelos Lineales Generalizados (MLG) con el tipo de cobertura vegetal como factor fijo utilizando el paquete "multcomp" (Hothorn et al., 2016) con el entorno de software libre para computación estadística y gráficos R v 3.6.2. Se utilizó una distribución de error de Poisson para conteos de riqueza y abundancia. El ajuste del modelo a los datos fue comprobado por medio de la devianza (D^2) que nos dice la

cantidad de varianza explicada por el modelo (Cayuela, 2009). Se realizó un análisis de devianza (ANOVA) para observar el ajuste del modelo; el valor de chi-cuadrado se informó como devianza. Adicionalmente se realizó el test de Tukey como análisis post hoc, para comparar las medias de abundancia y riqueza entre hábitats.

En los modelos lineales generales, cuando los datos no cumplen los supuestos se hacen transformaciones hasta que los datos se ajustan a una distribución. Los modelos lineales generalizados (MLG) proporcionan una vía de análisis para aquellos datos que se encuentran correlacionados y no requiere necesariamente que la variable evaluada se distribuya normalmente, sino que permite la especificación a una distribución de distribuciones de error diferentes (Gamma, Poisson, Binomial, entre otras). En este sentido los MLG respetan la naturaleza de los datos, por lo cual consideramos este análisis la mejor alternativa para analizar nuestros datos (Crawley, 2007).

3. Resultados

3.1 Diversidad de especies

Se registraron un total de 69 especies pertenecientes a 13 ordenes, 31 familias y 62 géneros. En general se encontraron 46 especies pertenecientes a la clase Aves y 23 a la clase Mammalia (Tabla 1). Los valores más altos de número de especies entre las familias registradas fueron para Passeriformes (50.72%) y Carnivora (21.74%). El hábitat con mayor cantidad de especies fue los monocultivos (32), seguidos del bosque (30), cultivos con 15% de cobertura (27) y cultivos con 30% de cobertura (19). Respecto al tipo de cultivo, encontramos los valores más altos de número

de individuos y número de especies en los cultivos de café y los valores más bajos en los cultivos de cacao (Tabla 2).

En los bosques fueron exclusivas las siguientes especies: *Arremon atricapillus*, *Arremon brunneinucha*, *Eira barbara*, *Leopardus sp2 (pardalis?)*, *Lontra longicaudis*, *Masius chrysopterus*, *Microsciurus santanderensis*, *Mustela frenata*, *Nasua nasua*, *Nothocercus bonapartei*, *Psarocolius angustifrons*, *Puma concolor*, *Tremarctos ornatus* y *Zentrygon linearis*.

En los cultivos con 30% de cobertura vegetal fueron exclusivas las siguientes especies: *Eucometis penicillata*, *Leopardus sp3(tigrinus?)*, *Myiodynastes maculatus*, *Piaya cayana*, *Rupornis magnirostris* y *Steatornis caripensis*.

En los cultivos con 15% de cobertura vegetal fueron exclusivas las siguientes especies: *Cyanocorax yncas*, *Leopardus sp1(wiedii?)*, *Myiothlypis fulvicauda* y *Parkesia noveboracensis*.

En los cultivos con 0% de cobertura vegetal fueron exclusivas las siguientes especies: *Asemospiza obscura*, *Formicivora grisea*, *Galictis vittata*, *Ortalis columbiana*, *Sporophila nigricollis*, *Synallaxis brachyura*, *Tiaris olivaceus*, *Turdus nudigenis*, *Volatinia jacarina* y *Zimmerius chrysops*.

Se observó alta representatividad de aves en los cultivos con menor cantidad de sombrero (0% y 15% de sombra), contribuyendo así el 68.96% y 64% de especies al total de las encontradas para estos hábitats. Mientras que para los mamíferos los valores de diversidad se mantuvieron semejantes en los distintos tipos de sistemas de cultivo (Fig.7).

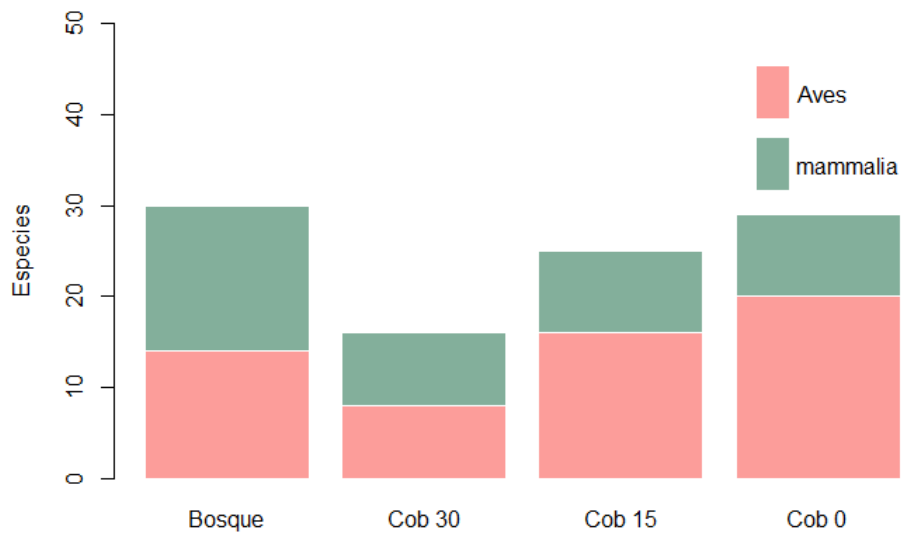


Fig. 7. Cantidad de especies por clase para cada hábitat muestreado. Cob 30= 30% de sombra; Cob 15= 15% de sombra; Cob 0= 0% de sombra

Las curvas de acumulación no alcanzaron la asíntota para ningún hábitat (Fig. 8 A y B). El estimador de riqueza Jackknife 1 mostró que la cantidad de especies registradas en todo el muestreo (69) es menor a lo esperado (102). Se observó la misma tendencia en los valores de Jackknife 1 para cada hábitat muestreado (Tabla 3).

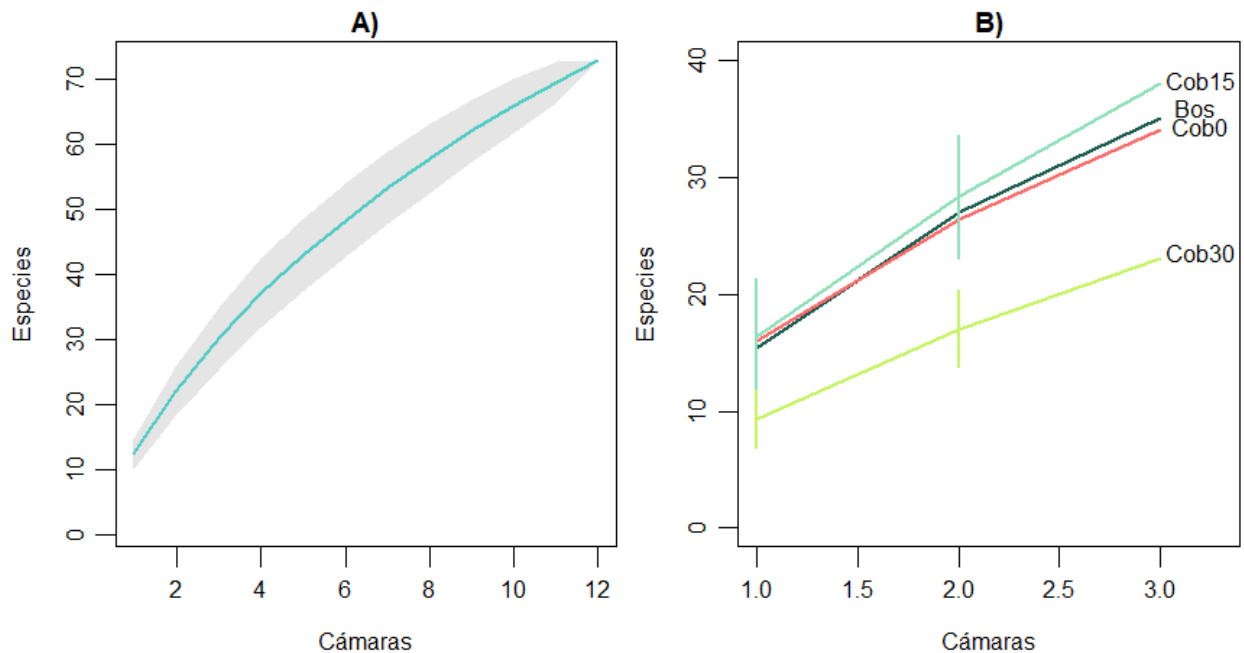


Fig. 8. Curvas de acumulación de especies con el método “exact”. A) representa el muestreo a escala de paisaje y B) representa la acumulación de especies por hábitat muestreado en función de la cantidad de cámaras trampa usadas como esfuerzo de muestreo (Bos= Bosque, Cob 30= 30% de sombra; Cob 15= 15% de sombra; Cob 0= 0% de sombra).

El análisis de ordenación (NMDS) discriminó dos grupos (NMDS: stress= 0.1; Linear fit, $R^2= 0.951$, MRPP: $p=0.009$). Un grupo constituido por los cultivos y un grupo correspondiente al bosque (Fig. 9). En la figura se puede observar a los sitios del bosque más alejados de los otros sitios de los cultivos.

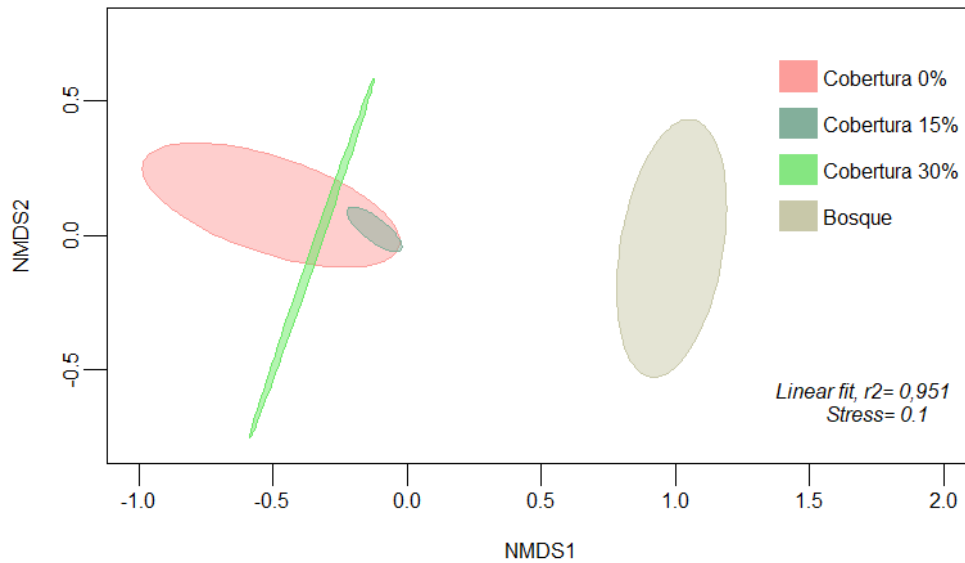


Fig. 9. Gráfico de ordenación, NMDS, con datos de presencia/ausencia y distancias Bray-curtis. Las elipses representan cada hábitat muestreado y su cercanía está determinada por su similitud

3.2 Abundancia relativa

De las cámaras trampa se obtuvieron en total 62670 fotos, de las cuales 1368 correspondieron a capturas independientes siendo el bosque el hábitat con mayor cantidad de ellas (491), seguido de cultivos con 0% (351), 15% (288) y 30% de sombra (238).



Fig. 10. *Zentrygon linearis* (Izquierda), *Nothocercus bonapartei* (Centro) y *Catharus ustulatus* (derecha)

En el bosque, las especies que mostraron los valores más altos de abundancia relativa son: *Zentrygon linearis* (0.660); *Nothocercus bonapartei* (0.394); *Catharus ustulatus* (0.249); *Dasyprocta punctata* (0.243) y *Microsciurus santanderensis* (0.226) (Fig. 10, Fig. 11). De igual forma, fueron estas especies las que más contribuyeron a la abundancia relativa total de este hábitat (Tabla 4).



Fig. 11. *Dasyprocta punctata* (izquierda) y *Microsciurus santanderensis* (derecha)



Fig. 12. *Cerdocyon thous* (izquierda) y *Conepatus semistriatus* (derecha)

En los cultivos con diferentes niveles de sombra, las especies con mayor abundancia relativa no son las mismas. En particular, el cultivo con 30% de cobertura vegetal que mostró a *Canis lupus familiaris* y *Gallus gallus domesticus* entre las que más contribuyen a la abundancia relativa total (Tabla 5). En los cultivos con 15% de sombrero *Catharus ustulatus* (0.778), *Cerdocyon thous* (0.557) y *Conepatus semistriatus* (0.311) poseen mayor abundancia relativa (Fig. 12). En este cultivo, también se encontraron especies domésticas que presentaron valores altos de abundancia, aunque menores en comparación con los encontrados para los cultivos con 30% de cobertura vegetal (Tabla 6). En los monocultivos son *Leptotila verreauxi* (0.156), *Sporophila nigricollis* (0.121) y *Cerdocyon thous* (0.096) las especies que tienen mayor abundancia relativa (Tabla 7). En estos hábitats de cultivo, *Didelphis marsupialis* y *C. lupus familiaris* presentaron alta abundancia relativa.



Fig. 13. *Leptotila verreauxi* (izquierda), *Sporophila nigricollis* (centro) y *Didelphis marsupialis* (derecha)

3.3 Efecto del hábitat

Respecto al efecto del hábitat sobre la diversidad y abundancia de mamíferos y aves terrestres, encontramos que la cantidad de cobertura vegetal tiene un efecto sobre la abundancia ($\chi^2 = 103$;

df = 3; $P < 0.001$), pero no sobre la riqueza ($\chi^2 = 6.9$; df = 3; $P = 0.075$). En particular, el bosque y los monocultivos mostraron valores más altos de abundancia en comparación con los cultivos con mayor cobertura vegetal (15% y 30% de sombra). Los análisis *a posteriori* mostraron diferencias significativas en función de la abundancia entre el bosque y todos los cultivos, y entre los cultivos con 30% de sombra y los monocultivos (Fig. 14).

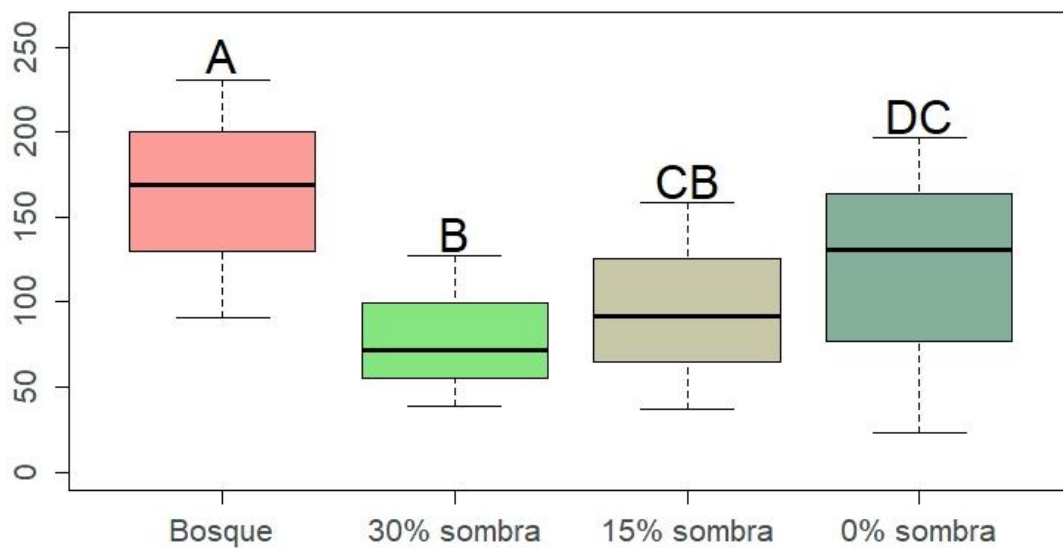


Fig. 14. Gráfico de cajas y bigotes con abundancias de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres en agroecosistemas y bosque. La parte superior e inferior de las cajas corresponden al primer y tercer cuartil. La línea que divide la caja representa la mediana del conjunto de datos y los bigotes representan el valor mínimo y el valor máximo. Las diferentes letras sobre las barras indican las diferencias encontradas con las pruebas *a posteriori* de Tukey

3.4 Entrevistas

Al preguntar a los agricultores locales si usaban animales silvestres con fines medicinales, como alimento, como mascotas o de otras maneras encontramos que el 41.38% de ellos lo usan como mascotas, el 75.86% con fines alimenticios y el 10.34% con fines medicinales. Estos porcentajes no representan una complementariedad, las personas le dan más de un uso a los animales.

La mayoría de las personas entrevistadas aceptó tener animales domésticos (96.55%), de los cuales el 51.72% solo tenían perros y el 44.83% perros y gatos. El 45.42% de los entrevistados que tiene animales domésticos en sus fincas, manifestaron tenerlos con el objetivo de hacer compañía a sus familias y como protección de sus fincas y cultivos. Por otra parte, el 20.68% de los entrevistados manifestó tener perros y gatos para hacer compañía, cuidar y cazar y el 20.68% solo por compañía.

Las percepciones negativas de las personas entrevistadas (20.68%) sobre la presencia de animales silvestres en los cultivos fueron considerablemente menores a las positivas (55.17%). No obstante, el 24.14% de los entrevistados consideró que solo era beneficioso tener algunas especies, porque otras pueden ocasionar daños a sus productos. Las personas manifestaron conocer sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad, y de las funciones ecológicas (e.g. control de plagas, dispersión de semillas) y los servicios ecosistémicos prestados, tanto culturales (valores estéticos) como de regulación (e.g. control de plagas y polinización) (79.31%). Sin embargo, solo el 37.93% de ellos considera que sus cultivos o familia se han beneficiado de alguna manera por la presencia de animales silvestres.

Las actitudes hacia murciélagos, ardillas, faras y zorros fueron las más negativas (Tabla 8). A pesar de los reportes por daños a cultivos, las percepciones negativas sobre los tinajos (*Cuniculus paca*), los ñeques (*Dasyprocta punctata*), los erizos (*Coendou prehensilis*, *Coendou quichua*) y los armadillos (*Dasypus novemcinctus*) no superaron las positivas. La opinión de los agricultores sobre la existencia de aves en sus cultivos fue muy favorable (75.86%), mientras que el 20.69% cree que es tanto positivo como negativo y solo para el 3.44% le es indiferente.

Aproximadamente el 60% de los entrevistados afirma que las serpientes son buenas para los cultivos debido a su función como depredadores para control de plagas, sin embargo, el 33% de ellos dijo que eran peligrosas para los humanos y por ende les dan miedo. El 86.21% de los entrevistados no creen que todas las serpientes sean venenosas, aun así, solo el 28% de ellos aceptó conocerlas y saber identificarlas. Por otra parte, el 86.21% de los agricultores sabe que no todos los murciélagos se alimentan de sangre, más consideran que solo algunos se alimentan de frutas porque los han visto (72.41%); el 6.89% de las personas dijo que solo unas cuantas especies de murciélagos son hematófagas.

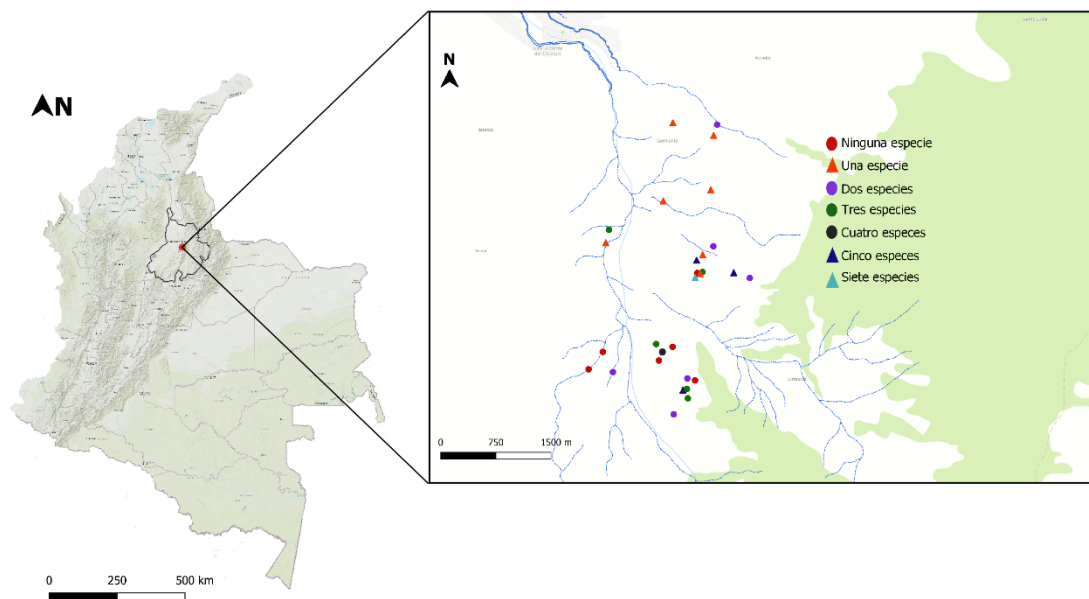


Fig. 15. Cantidad de especies de vertebrados mencionados como dañinas para los sistemas de cultivo en cada finca donde se realizaron las entrevistas

Con relación a los reportes de daños por parte de la fauna silvestre a los cultivos, se puede observar que algunos de esos casos están cerca a afluentes de la microcuenca Las cruces o bosques de la Serranía de Yariguíes (Fig. 15). Sin embargo, al realizar regresiones lineales y coeficientes de correlación de Spearman se encontró que no hay dependencia lineal ni correlación entre las variables de distancias de las fincas al pueblo, bosques, fuentes de agua más cercanas y cantidad de cultivos en función de la cantidad de especies reportadas como dañinas (Tabla 9).

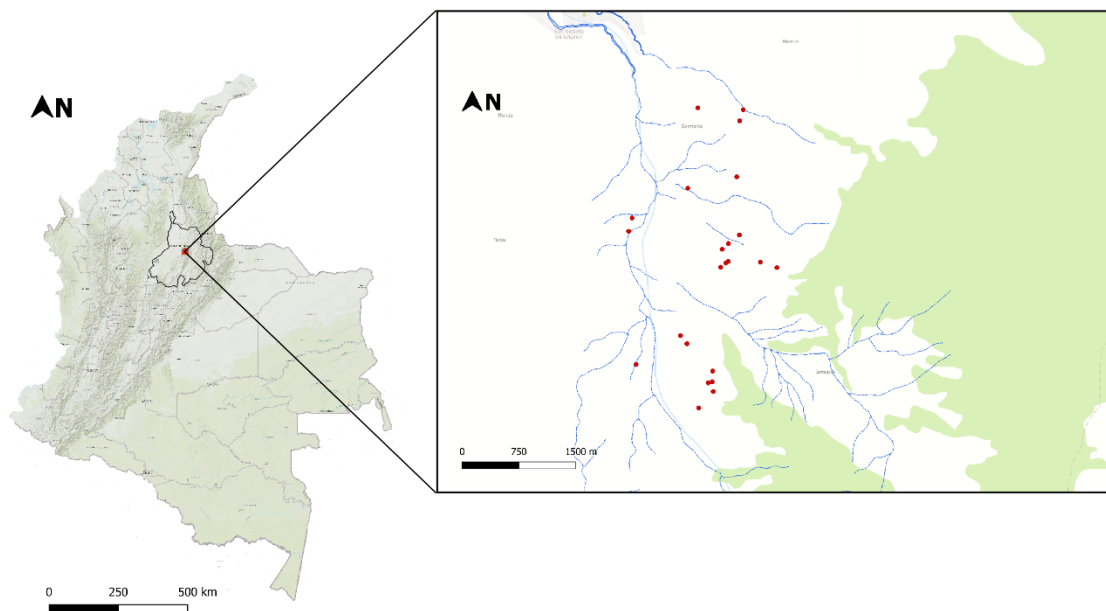


Fig. 16. Puntos en los que los pobladores reportaron daños por parte de *Notosciurus granatensis* durante las entrevistas

La ardilla de cola roja (*Notosciurus granatensis*) fue la especie con más percepciones negativas (79.31%), dado que se come el fruto del cacao, el maíz y el banano (Fig. 16). El ñeque (*Dasyprocta punctata*) también es percibido negativamente (37.93%) debido a que se come el fruto del cacao cuando los agricultores lo apilan en el suelo, también por ocasionar daños a la raíz de la yuca, el fruto del plátano y el maíz (Fig. 17). Zorros (*Cerdocyon thous*) y faras (*Didelphis marsupialis*) son percibidos negativamente por comerse las gallinas y algunos frutos. El tinajo (*Cuniculus paca*)

causa los mismos daños que los mencionados para el ñeque, por lo que es visto de manera negativa por el 20.69% de los pobladores (Tabla 10).

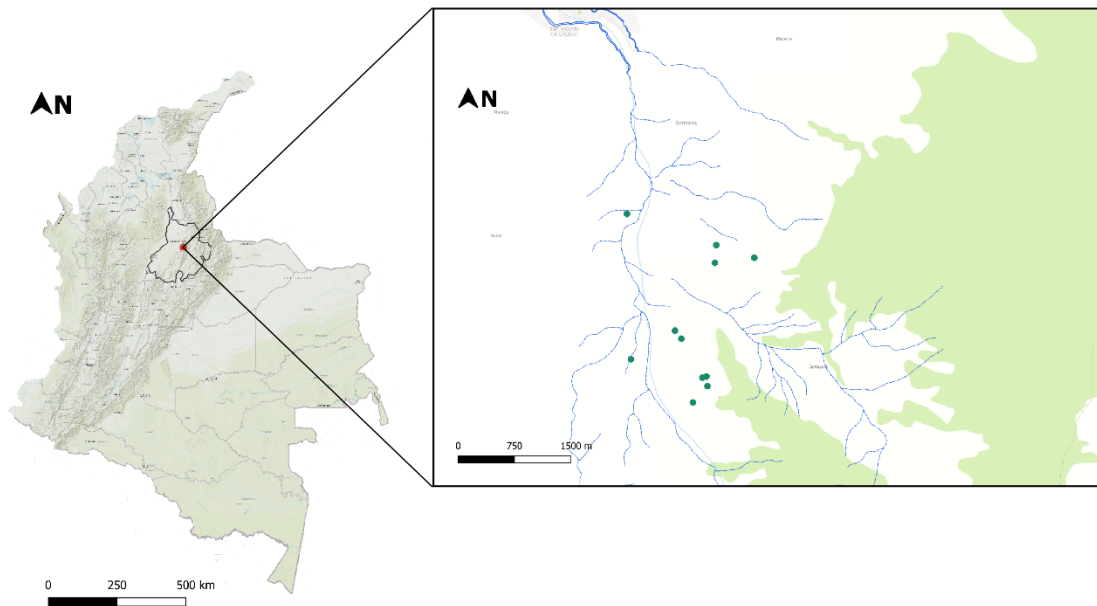


Fig. 17. Puntos donde *Dasyprocta punctata* fue reportada como especie indeseada debido a los daños causados a los cultivos

En relación con las medidas tomadas para evitar daños, la mayoría de las personas entrevistadas no hace nada (86.96%) y solo el 13.04% aceptó tomar medidas regularmente, tales como limpiar los rastrojos y los cultivos, ahuyentar a la fauna con ruido, orinar cerca de los cultivos, tener perros o matar los animales silvestres que ocasionen daños. En concordancia, la mayoría de las personas (93.1%) rechazó rotundamente la caza argumentando sobre la importancia de conservación, la belleza que aportan, su importancia ecológica y el valor de mantener el equilibrio. El restante de los agricultores (6.9%) afirmó estar de acuerdo solo cuando hay necesidad de carne o cuando los animales causan muchos perjuicios económicos.

Las personas que afirmaron haber comido animales silvestres (75.86%), manifestaron preferencia por los ñeques, los armadillos, los tinajos, las ardillas y los erizos (Tabla 11). Algunas personas aceptaron haber comido especies como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el mono aullador (*Alouatta seniculus*), aunque aseguraron que había sido por necesidad y hace mucho tiempo.

Menos de la mitad de las personas aceptó usar o haber usado animales silvestres como mascotas (41.38%), en su mayoría aves (Tabla 11). Solo el 10.34% de las personas aceptó usar o haber usado animales silvestres con fines medicinales. En particular, mencionaron usar la vesícula del fara (para aliviar el dolor en articulaciones), el coto del mono aullador (para curar el asma), la hiel de tinajo (para curar la diabetes y como suero antiofídico) y el escorpión (en alcohol para usos tópicos). También mencionaron haber escuchado de remedios, como la grasa corporal de fara para sobarse, el caldo de guañú (*Crotophaga ani*) para curar el asma y comer pichón de gallinazo (*Coragyps atratus*) para curar el cáncer.

4. Discusión

4.1 Diversidad de especies y abundancia relativa

El presente trabajo aporta evidencia sobre el impacto negativo de la conversión de bosque natural en tierras de cultivo de café y cacao sobre las comunidades de mamíferos y aves terrestres, en especial sobre aquellas especies que son más sensibles al cambio en el uso del suelo por ser más dependientes de bosque y que por ende no se registraron en los cultivos evaluados en esta investigación (*Tremarctos ornatus*, *Puma concolor*, *Nothocercus bonapartei* y *Zentrygon linearis*) (De Beenhouwer et al., 2013).

En la Ordenación de los sitios estudiados basada en la riqueza, se ve claramente que los sistemas de cultivo, sin importar su cantidad de sombrero, son diferentes del bosque en cuanto a la estructuración de las comunidades (Fig. 8). Esto pudo observarse al encontrar un gradiente en el que los valores de riqueza de aves terrestres aumentan cuanto menor es la cantidad de sombra (Fig. 18). En los cultivos con 0 y 15% de cobertura vegetal, las especies de aves encontradas son habitantes comunes de áreas abiertas (e.g. *Pitangus sulphuratus*, *Geothlypis philadelphia*) y cuerpos de agua (e.g. *Dendroplex picus*, *Parkesia noveboracensis*), mientras que en los cultivos con mayor cantidad de sombra (30% de cobertura vegetal) se encontraron especies asociadas a bosques, cuevas y quebradas como *Geranoospiza caerulescens* y *Steatornis caripensis*. Contrario a lo anterior, la totalidad de aves encontradas en el bosque están asociadas a este tipo de hábitat (e.g. *Arremon atricapillus*, *Arremon brunneinucha*). Por consiguiente, se podría decir que la estructura y configuración de la matriz en la que se encuentran inmersos los cultivos también puede influenciar en la estructura de las comunidades de aves terrestres que habitan en ellos (Tabla 12); similar a lo encontrado por otros autores (Clough et al., 2009; Tschardtke et al., 2012; Piha et al., 2007 y Tschardtke et al., 2008).

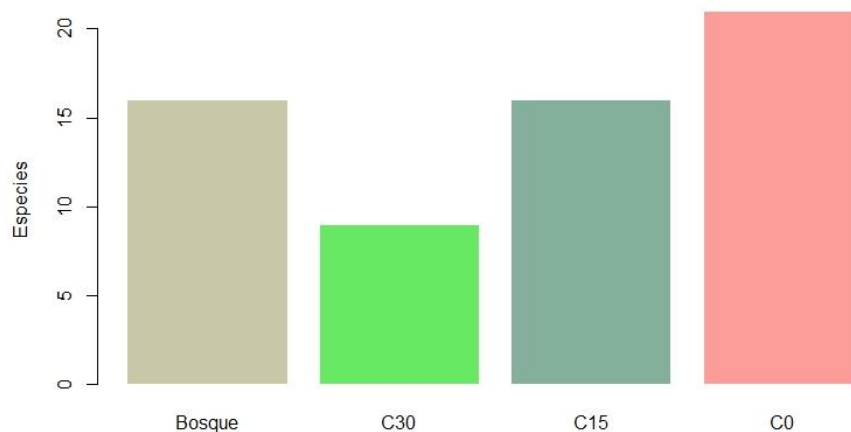


Fig. 18. Riqueza de aves para cada hábitat muestreado. Cob 30= Sistemas agroforestales con 30% de sombra; Cob 15= sistemas agroforestales con 15% de sombra; Cob 0= Monocultivos

Adicionalmente, para cada hábitat se observó diferencias en las proporciones y cantidades de grupos funcionales encontrados. En el bosque predominaron frugívoros e insectívoros, en cultivos con 30% de cobertura: carnívoros y omnívoros, en cultivos con 15% de cobertura: insectívoros y en los monocultivos: insectívoros, granívoros y frugívoros-insectívoros (Fig. 19).

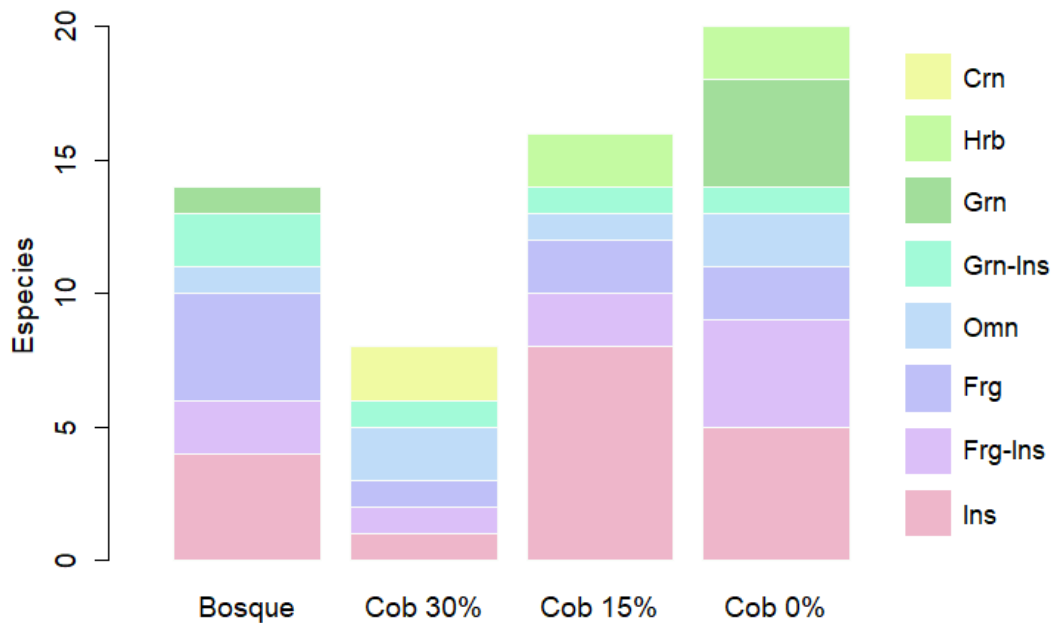


Fig. 19. Riqueza de aves por grupos funcionales para cada hábitat muestreado. Cob 30= Sistemas agroforestales con 30% de sombra; Cob 15= sistemas agroforestales con 15% de sombra; Cob 0= Monocultivos. Crn= Carnívoro, Hrb=Herbívoro (frugívoro, granívoro, folívoro), Grn= Granívoro, Omn= Omnívoro, Frg= Frugívoro, Ins= Insectívoro. Información sobre hábitos alimenticios tomada de: McMullan, M., Quevedo, A., y Donegan, T. M. (2011). Guía de campo de las aves de Colombia. ProAves.

Si bien no encontramos patrones de aumento o disminución de especialistas, nuestros resultados concuerdan con Tschardt et al. (2008) en que los bosques presentan mayor cantidad de frugívoros y las áreas con menor cobertura vegetal tienen alta representatividad de granívoros, en su totalidad depredadores de semillas de pastos (e.g. *Sporophila nigricollis*, *Aemospiza obscura*), Sumado a esto, concordamos con Sekercioglu (2012) en que la sustitución de bosques por áreas

agrícolas da como resultado un cambio hacia comunidades de aves compuestas por especies más extendidas y relativamente comunes.

Es conveniente mencionar que la comunidad de aves aquí descrita y analizada es en su mayoría de hábitos terrestres, puesto que el muestro estuvo restringido al uso de cámaras trampa. Por ende, consideramos necesario que estudios futuros diseñen experimentos que permitan evaluar la efectividad de las cámaras trampa para los muestreos de aves. Creemos que esta herramienta puede ser particularmente útil para el monitoreo de especies de difícil avistamiento como: *odontophorus strophium* (que fue captada en uno de los muestreos piloto), *Nothocercus bonapartei* o incluso para especies de aves nocturnas como *Steatornis caripensis*.

Nuestros resultados muestran además un efecto de la cobertura vegetal sobre la abundancia y no sobre la riqueza de fauna silvestre aun cuando múltiples autores han demostrado la capacidad de los sistemas agroforestales como estrategia de conservación, en especial para aquellos que mantienen estratos arbóreos capaces de albergar composiciones de fauna similares a las encontradas en los bosques (Cassano et al., 2012; Clough et al., 2010; Caudill et al., 2015, Santos-Heredia et al., 2018). La mastofauna encontrada durante este muestreo con cámaras trampa representa el 67,5 % de la reportada para el PNN SEYA (Huertas et al., 2006).

A su vez, tal como se pudo observar en la tabla 2, los cultivos de café presentaron mayor cantidad de individuos y especies pese a que representan el 44.44% de las fincas muestreadas con porcentajes de sombra bajos (15% y 0%). Por lo tanto, podríamos afirmar que estos cultivos son capaces de mantener mayores valores de riqueza y abundancia incluso que cultivos de cacao con 30% de sombra.

Finalmente, consideramos que la continua ocurrencia de animales domésticos es otra variable que puede haber afectado nuestros resultados y que denota una pérdida en el valor de conservación de los sistemas agroforestales. El efecto de ausencia de vida silvestre cuando los animales domésticos (perros, gatos, gallinas) se encontraban explorando en los cultivos (sin importar la hora del día) fue generalizado. En particular logramos capturar secuencias de fotos, donde se observaba a perros y gatos rastreando animales silvestres y excavando en madrigueras. Al igual que nosotros, otros autores han encontrado efectos negativos de los animales domésticos sobre la biodiversidad y han resaltado la importancia de controlar el desplazamiento de estos por el paisaje para incrementar el valor de conservación de los agroecosistemas (Cassano, 2012; dos-Santos et al., 2017).

4.2 Entrevistas

La preocupación creciente alrededor de la pérdida de hábitat natural y la extinción de especies a causa de actividades humanas ha alejado la atención del papel que podrían tener las comunidades rurales en la conservación de especies dentro de los paisajes modificados (Silva-Rodríguez, Ortega-Solís y Jiménez, 2006). En este estudio, hallamos en las personas entrevistadas un alto sentido de conservación de la biodiversidad pese a las continuas quejas sobre daños a cultivos y animales domésticos (Tabla 11).

A pesar de las actitudes favorables hacia la fauna silvestre en favor de su importancia, aún existe temor por prejuicio. Por ejemplo: la mayoría de las personas reconoció ver murciélagos comiendo frutas, sin embargo, temen al considerar que muchas de ellas se alimentan de sangre. De la misma manera, el 86.21% de los agricultores dijeron que no todas las serpientes son venenosas, pero al preguntar si eran buenas o malas el 60% de ellos manifestó rechazo por considerarlas peligrosas. Es claro que, aunque las personas intentan abogar por la vida silvestre, aun necesitan aprender más

sobre algunos taxa y su contribución a los ecosistemas. Al igual que nosotros, López del toro et al. (2009) encuentra que las personas consideran a las serpientes cómo útiles para los cultivos, pero peligrosas para los humanos, y los murciélagos son vistos como hematófagos.

Las percepciones negativas hacia ardillas (*Notosciurus granatensis*), faras (*Didelphis marsupialis*) y zorros (*Cerdocyon thous*) están influidas en mayor medida por el daño que estas especies ocasionan a los cultivos y que trae repercusiones económicas. Sin embargo, la manera en que las personas perciben a la fauna silvestre también depende del valor estético de los animales y el conocimiento que tienen de ellos. Por ejemplo: las aves fueron mencionadas como causantes de daños a ciertos cultivos, sin embargo, la mayoría de los entrevistados mencionó su gusto por verlas, escucharlas, además de reconocer sus funciones de polinización y dispersión de semillas. Por el contrario, en el caso de los murciélagos y serpientes, las percepciones están influidas por falta de información y las características físicas de las especies: son vistas como feas y peligrosas. Solo reportaron un ataque de murciélagos al ganado y un ataque de serpiente a una persona. Resultados similares son encontrados por Kansky et al. (2014), López del toro et al. (2009), Prokop y Randler (2018) y Knight (2008).

En cuanto a mamíferos no voladores, las personas les otorgaron un valor de uso en función de su consumo (Tabla 12). Quienes aceptaron haber cazado especies amenazadas como el oso de anteojos o el mono aullador reconocieron que no volverían a hacerlo debido a su importancia en los ecosistemas y en función a la ley vigente que prohíbe la cacería (Decreto Ley 2811 de 1974 reglamentado por el Decreto Nacional 2372 de 2010). En contraste, cuando se habló de fauna silvestre como mascota, las personas argumentaron a favor de las aves por su valor estético y canto. Resultados similares fueron encontrados en otros trabajos en los que se menciona que las aves y

mamíferos son las especies más aprovechadas con mayor preferencia de uso (Aldana et al., 2006; Bocanegra et al., 2011).

Es importante que los pobladores le atribuyan un valor positivo a la vida silvestre para que pueda ser posible su coexistencia. El mantenimiento de gallinas en corrales durante las horas de mayor actividad de especies como *D. marsupialis* y *C. thous*, o la siembra de árboles frutales alrededor de los cultivos como áreas de barrera o dentro de ellos podría disminuir el conflicto entre agricultores y fauna silvestre.

5. Conclusiones

- La composición de especies de aves y mamíferos terrestres en el bosque difiere notablemente de aquellas presentes en los sistemas de cultivo. Predominan especies sensibles a la presión antrópica y presentan mayor cantidad de especies exclusivas para este hábitat. De igual manera, las especies con mayor abundancia relativa corresponden a especies dependientes de bosque.
- Los sistemas de cultivo comparten especies de pequeño tamaño, generalistas y resistentes a presiones antrópicas, presentan menor cantidad de especies exclusivas en comparación con el bosque, en su mayoría habitantes comunes de áreas perturbadas. En estos hábitats se registraron altos valores de abundancia relativa para animales domésticos y especies resilientes al cambio en el uso del suelo.
- El funcionamiento de los sistemas agroforestales como reservorios de diversidad no está sujeto solamente a la complejidad estructural y florística de los mismos. También depende de factores como la cantidad de animales domésticos que habitan en ellos o la capacidad de coexistencia que tengan agricultores y vida silvestre.

- Las percepciones y actitudes de los agricultores hacia la fauna silvestre influyen en la capacidad de albergue y refugio que tienen los sistemas de cultivo. Para esto es importante aumentar los conocimientos de las personas y encontrar soluciones al conflicto por daño hacia cultivos para disminuir las reacciones negativas hacia ciertas especies. La existencia de recursos alimenticios como árboles frutales diferentes a las plantas de cultivo y la restricción en el movimiento de animales domésticos por el paisaje podría disminuir el conflicto, enriquecer los ensamblajes y favorecer la coexistencia de agricultores y fauna silvestre.

6. Competencias Desarrolladas

- Manipuló las cámaras trampa y desarrolló de manera efectiva las metodologías para el estudio de la composición de comunidades de mamíferos, medianos y grandes, y aves terrestres (25%).
- Realizó un inventario de la fauna de mamíferos (medianos y grandes) y aves terrestres presentes en el área de estudio, reconocimiento taxonómico y análisis de la información obtenida (45%).
- Aportó información valiosa para la generación de estrategias de conservación de especies en riesgo o peligro (15%).
- Generó de un catálogo de divulgación con las especies de la zona de estudio con fotografías, nombres científicos, estado de conservación, lugares donde fue reportado y breve descripción (habito, dieta, actividad, tamaño relativo) basada en literatura (15%).

Bibliografía

- Aldana, N. J., Porres, M. D., Feijoo, A., y Zuñiga, M. C. (2006). Valoración del uso de la fauna silvestre en el municipio de Alcalá, Valle del Cauca. *Scientia et technica*, 12(31), 291-296.
- Bhagwat, S. A., Willis, K. J., Birks, H. J. B., y Whittaker, R. J. (2008). Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity?. *Trends in ecology & evolution*, 23(5), 261-267.
- Bocanegra, K. G., Berny, E. R., Ocampo, M. C. E., y del Valle, Y. G. (2011). Aprovechamiento de fauna silvestre por comunidades rurales en los humedales de Catazajá-La Libertad, Chiapas, México. *Ra Ximhai: Revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 7(2), 219-230.
- Cassano, C. R., Barlow, J., y Pardini, R. (2012). Large mammals in an agroforestry mosaic in the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 44(6), 818-825.
- Cassano, C. R., Barlow, J., y Pardini, R. (2014). Forest loss or management intensification? Identifying causes of mammal decline in cacao agroforests. *Biological Conservation*, 169, 14-22.
- Caudill, S. A., DeClerck, F. J., y Husband, T. P. (2015). Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation: Does shade coffee provide habitat for mammals?. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 199, 85-93.
- Caudill, S. A., Vaast, P., y Husband, T. P. (2014). Assessment of small mammal diversity in coffee agroforestry in the Western Ghats, India. *Agroforestry systems*, 88(1), 173-186.
- Cayuela, L. (2009). Modelos lineales generalizados (GLM). Materiales de un curso del R del IREC.
- Céspedes Prada, C. C. (2012). Análisis económico y ambiental de los sistemas de producción en la microcuenca las cruces en el municipio de San Vicente de Chucurí (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Clough, Y., Abrahamczyk, S., Adams, M. O., Anshary, A., Ariyanti, N., Betz, L., ... y Fiala, B. (2010). Biodiversity patterns and trophic interactions in human-dominated tropical landscapes in Sulawesi (Indonesia): plants, arthropods and vertebrates. In *Tropical Rainforests and Agroforests Under Global Change* (pp. 15-71). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Clough, Y., Putra, D. D., Pitopang, R., y Tschardtke, T. (2009). Local and landscape factors determine functional bird diversity in Indonesian cacao agroforestry. *Biological Conservation*, 142(5), 1032-1041.
- Crawley, M. J. The R book. 2007. *Imperial College London at Silwood Park*. UK, 527-528.
- De Beenhouwer, M., Aerts, R., y Honnay, O. (2013). A global meta-analysis of the biodiversity and ecosystem service benefits of coffee and cacao agroforestry. *Agriculture, ecosystems & environment*, 175, 1-7.
- Decreto Ley N° 2811, Diario Oficial de Colombia No. 34243, Bogotá, Colombia, 18 de diciembre de 1974.
- Decreto N° 4688, Diario Oficial de Colombia N° 46130, Bogotá, Colombia, 22 de diciembre de 2005.
- Díaz-Pulido, A. y E. Payán Garrido. (2012). Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31415/240.pdf;jsessionid=F36B7725BBEC7FEAA0AB7704A8D54898?sequence=1>
- dos Santos, C. L. A., Silva, A. P., dos Santos, S. B., Pardini, R., y Cassano, C. R. (2017). Dog invasion in agroforests: the importance of households, roads and dog population size in the surroundings. *Perspectives in ecology and conservation*, 15(3), 221-226.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84.
- Haggar, J., Pons, D., Saenz, L., y Vides, M. (2019). Contribution of agroforestry systems to sustaining biodiversity in fragmented forest landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 283, 106567.
- Harvey, C. A., Gonzalez, J., y Somarriba, E. (2006). Dung beetle and terrestrial mammal diversity in forests, indigenous agroforestry systems and plantain monocultures in Talamanca, Costa Rica. *Biodiversity & Conservation*, 15(555-585)
- Harvey, C. A., y Villalobos, J. A. G. (2007). Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation*, 16(8), 2257-2292.
- Harvey, C. A., y Villalobos, J. A. G. (2007). Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation*, 16: 2257-2292.

- Holdridge, L. R. (1967) Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
- Hothorn, T., Bretz, F., Westfall, P., Heiberger, R. M., Schuetzenmeister, A., Scheibe, S., y Hothorn, M. T. (2016). Package ‘multcomp’. Simultaneous inference in general parametric models. Project for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Huertas, B., Donegan, T., Arias, J. J., Avendaño, J., Montealegre, D., Ríos, C., ... y Villanueva, D. (2006). Investigación y Evaluación de las Especies Amenazadas de la Serranía de los Yariguíes, Santander, Colombia.
- Jezeer, R. E., Verweij, P. A., Santos, M. J., y Boot, R. G. (2017). Shaded coffee and cocoa—double dividend for biodiversity and small-scale farmers. *Ecological economics*, 140, 136-145.
- Kansky, R., Kidd, M., y Knight, A. T. (2014). Meta-analysis of attitudes toward damage-causing mammalian wildlife. *Conservation Biology*, 28(4), 924-938.
- Knight, A. J. (2008). “Bats, snakes and spiders, Oh my!” How aesthetic and negativistic attitudes, and other concepts predict support for species protection. *Journal of Environmental Psychology*, 28(1), 94-103.
- Korhonen, L., Korhonen, K. T., Stenberg, P., Maltamo, M., & Rautiainen, M. (2007). Local models for forest canopy cover with beta regression. *Silva Fennica*, 41(4).
- Liu, X., Wu, P., Songer, M., Cai, Q., He, X., Zhu, Y., y Shao, X. (2013). Monitoring wildlife abundance and diversity with infra-red camera traps in Guanyinshan Nature Reserve of Shaanxi Province, China. *Ecological Indicators*, 33, 121-128.
- López-del-Toro, P., Andresen, E., Barraza, L., y Estrada, A. (2009). Attitudes and knowledge of shade-coffee farmers towards vertebrates and their ecological functions. *Tropical Conservation Science*, 2(3), 299-318.
- McMullan, M., Quevedo, A., y Donegan, T. M. (2011). Guía de campo de las aves de Colombia. ProAves.
- Oreja, J. G., de la Fuente-Díaz-Ordaz, A. A., Hernández-Santín, L., Buzo-Franco, D., y Bonache-Regidor, C. (2010). Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal biodiversity and conservation*, 33: 31-45.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2020). Parque Nacional Natural Serranía de Colombia. Obtenido de Parques Nacionales Naturales de Colombia:

- <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales/parque-nacional-natural-serrania-de-los-yariguies/>
- Piha, M., Tiainen, J., Holopainen, J., y Vepsäläinen, V. (2007). Effects of land-use and landscape characteristics on avian diversity and abundance in a boreal agricultural landscape with organic and conventional farms. *Biological Conservation*, 140(1-2), 50-61.
- Prokop, P., y Randler, C. (2018). Biological predispositions and individual differences in human attitudes toward animals. In *Ethnozoology* (pp. 447-466). Academic Press.
- QGIS Development Team, 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <https://qgis.org>.
- Santos-Heredia, C., Andresen, E., Zárate, D. A., y Escobar, F. (2018). Dung beetles and their ecological functions in three agroforestry systems in the Lacandona rainforest of Mexico. *Biodiversity and conservation*, 27(9), 2379-2394.
- Sekercioglu, C. H. (2012). Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forests, agroforests and agricultural areas. *Journal of Ornithology*, 153(1), 153-161.
- Silva-Rodríguez, E. A., Ortega-Solís, G. R., y Jiménez, J. E. (2006). Aves silvestres: actitudes, prácticas y mitos en una localidad rural del sur de Chile. *Boletín Chileno de Ornitología*, 12, 2-14.
- Somarriba, E., C.A. Harvey, M. Samper, F. Anthony, J. González, C. Staver, and R. Rice. 2004. Conservation of biodiversity in neotropical coffee (*Coffea arabica*) plantations. En G. Schroth, G.A.B. da Fonseca, C.A. Harvey, C. Gascon, H.L. Vasconcelos, and A.-M.N. Izac. (Ed.), *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, DC: *Island Press*.
- Tscharntke, T., Sekercioglu, C. H., Dietsch, T. V., Sodhi, N. S., Hoehn, P., y Tylianakis, J. M. (2008). Landscape constraints on functional diversity of birds and insects in tropical agroecosystems. *Ecology*, 89(4), 944-951.
- Tscharntke, T., Tylianakis, J. M., Rand, T. A., Didham, R. K., Fahrig, L., Batary, P., ... y Ewers, R. M. (2012). Landscape moderation of biodiversity patterns and processes-eight hypotheses. *Biological reviews*, 87(3), 661-685.
- Zárate, D. A., Andresen, E., Estrada, A. y Serio-Silva, J. C. (2014). Black howler monkey (*Alouatta pigra*) activity, foraging and seed dispersal patterns in shaded cocoa plantations versus rainforest in southern Mexico. *American Journal of Primatology*, 76: 890-899.

Zárate, D. A., Andresen, E., y Santos-Heredia, C. (2019). Seed fate and seedling recruitment in monkey latrines in rustic cocoa plantations and rain forest in southern Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 35(1), 18-25.