

Diversidad taxonómica de aves asociada a la estructura de la vegetación en tres hábitats  
diferentes de San Andrés, Santander

Karoll Jibeth Cáceres Rondón

Trabajo de Grado para Optar al Título de Bióloga

Director

Víctor Hugo Serrano Cardozo

Doctor en Ciencias Biológicas

Codirectora

Martha Patricia Ramírez Pinilla

Doctora en Ciencias Biológicas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2022

**Dedicatoria**

A mi familia, especialmente a mis padres Marco Tulio y Martha, quienes siempre me han enseñado a ser una guerrera perseverante en la lucha de mis sueños y me han apoyado incondicionalmente. A mis hermanos por sus consejos, apoyo y motivación. A mi compañero de aventuras por acompañarme y ayudarme en los momentos más difíciles. A mi tierra natal, San Andrés, Santander.

### **Agradecimientos**

A Dios, por otorgarme fortaleza espiritual para afrontar cualquier adversidad. A mi alma mater, la Universidad Industrial de Santander, por abrir mi mente a nuevas ideas y por aportarme tanto en mi formación como profesional y personal con pensamiento crítico. A mi Director Víctor Hugo Serrano Cardozo y mi Codirectora Martha Patricia Ramírez Pinilla, por todo su apoyo, orientación, tiempo, paciencia y enseñanzas. A los evaluadores por todas sus sugerencias. A la Escuela de Biología, especialmente a todos los maestros que hicieron parte de mi formación académica y a mis colegas, con quienes pude conocer especies y lugares increíbles. Al Grupo de Estudios en Biodiversidad (GeBIO) por acogerme y aportarme conocimiento científico. A todas las personas de la Vereda Mogotocoro y Santo Domingo que me colaboraron en la realización de mi trabajo, especialmente al Ing. Jair, Don Chimiro y Doña Rocy. Infinidad de gratitud.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	11
1. Objetivos .....	14
1.1 Objetivo General.....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Competencias .....	15
3. Metodología .....	16
3.1 Área de estudio.....	16
3.2 Toma de datos .....	18
3.2.1 Muestreo de aves.....	18
3.2.2 Caracterización de la estructura vegetal.....	19
3.3 Análisis de datos .....	20
3.3.1. Riqueza.....	20
3.3.2. Diversidad entre las coberturas vegetales .....	21
4. Resultados .....	23
4.3 Descripción del ensamblaje de aves respecto a las coberturas vegetales .....	31
4.3.1 Aves .....	31

4.4 Análisis de la asociación entre las variables de la estructura de la vegetación y la diversidad taxonómica de las aves en las tres coberturas muestreadas .....	33
5. Discusión.....	35
6. Conclusiones .....	51
7. Recomendaciones.....	52
Referencias Bibliográficas .....	53

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Clinograma del Municipio de San Andrés, Santander .....	17
Figura 2. Mapa del área de estudio (Veredas Mogotocoro y Santo Domingo del Municipio San Andrés, Santander).....	17
Figura 3. Hábitats muestreados en el área de estudio .....	20
Figura 4. Representatividad de las familias de aves registradas en el área de estudio .....	25
Figura 5. Algunas fotografías realizadas de las especies de la avifauna en el área de estudio .....	25
Figura 6. Curvas de extrapolación y rarefacción basada en el tamaño de la muestra para las aves en Mogotocoro y Santo Domingo en los tres tipos de hábitats potrero, cercas vivas y bosque natural.....	28
Figura 7. Rango-Abundancia de la avifauna de Mogotocoro y Santo Domingo en relación con las tres coberturas vegetales muestreadas: bosque, cercas vivas y potrero .....	30
Figura 8. Análisis de Correspondencia (CA) entre la abundancia de las especies de aves y las tres coberturas vegetales: potrero, cercas vivas y bosque.....	32

Figura 9. Análisis de Redundancia (RDA) con la distribución de las especies de aves respecto a las variables de la estructura vegetal en las tres coberturas en un diagrama de ordenación con los ejes RDA1 y RDA2 ..... 34

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Abundancia de la avifauna registrada en las tres coberturas vegetales muestreadas en las veredas Mogotocoro y Santo Domingo de San Andrés, Santander .....	74
Apéndice B. Estructura de la vegetación en las tres coberturas muestreadas potrero, cercas vivas y bosque .....	80
Apéndice C. Poster de la avifauna total registrada en el área de estudio (obsequio para la Escuela Rural Pedro Facundo Vera, Mogotocoro, Santander).....	84

## Resumen

**Título:** Diversidad taxonómica de aves asociada a la estructura de la vegetación en tres hábitats diferentes de San Andrés, Santander\*

**Autor:** Karoll Jibeth Cáceres Rondón\*\*

**Palabras Clave:** Aves, diversidad, riqueza, estructura vegetal.

### Descripción:

Se presentan los resultados correspondientes al componente avifaunístico de la pasantía de investigación, enmarcada en el macroproyecto permanente del Grupo de Estudios en Biodiversidad (GeBIO) sobre la evaluación de la diversidad regional de flora y fauna. El objetivo fue realizar un inventario de avifauna y determinar el impacto de la estructura de la vegetación respecto a la diversidad taxonómica de aves en tres tipos de hábitats en una localidad del municipio San Andrés, Santander. Para tal fin, se realizaron 30 conteos con un esfuerzo de muestreo de 181.5 horas entre noviembre de 2020 y febrero de 2021. Se lograron registrar 69 especies de aves. En cuanto a la riqueza, diversidad y equidad de aves se determinó que es mayor en los bosques, seguido de las zonas de cercas vivas y por último en los potreros, lo cual se determinó gracias al análisis de Diversidad con los números Hill. Finalmente, por medio del análisis de redundancia (RDA) se reconoció que las variables de la estructura de la vegetación que más influyeron significativamente en dicha diferenciación fueron el número y la altura de los árboles.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Víctor Hugo Serrano Cardozo, PhD. Codirectora: Martha Patricia Ramírez Pinilla, PhD.

### Abstract

**Title:** Taxonomic diversity of birds associated with the structure of the vegetation in three different habitats of San Andrés, Santander\*

**Author:** Karoll Jibeth Cáceres Rondón\*\*

**Key Words:** Birds, diversity, richness, vegetation structure.

#### Description:

The results corresponding to the avifaunistic component of the research internship, framed in the permanent macro-project of the Biodiversity Studies Group (GeBIO) on the evaluation of flora and fauna regional diversity. The objective was to carry out an inventory of avifauna and determine the relation of the structure of the vegetation regarding the taxonomic diversity of birds in three types of habitats in a locality of the municipality of San Andrés, Santander. For this purpose, 30 counts were carried out with a 181.5-hours sampling effort between November 2020 and February 2021. Sixty-nine species of birds were recorded. Regarding the richness, diversity, and equality of birds, it was determined that it is greater in the forests, followed by the areas of live fences, and finally in the paddocks, which was determined thanks to the analysis of diversity with Hill numbers. Finally, through the redundancy analysis (RDA) it was recognized that the variables of the vegetation structure that most significantly influenced this differentiation were the number and height of the trees.

---

\* Degree Work

\*\* Science Faculty. School of Biology. Director: Víctor Hugo Serrano Cardozo, PhD. Co-director: Martha Patricia Ramírez Pinilla, PhD.

## Introducción

El territorio colombiano mantiene una alta diversidad de especies de flora y fauna, lo que se relaciona con el hecho de que está compuesto por una gran diversidad ecosistémica, posee una compleja topografía y una serie de condiciones climáticas un poco extremas, y por su ubicación geográfica en el trópico (Andrade, 2011). Este territorio solo representa el 0.77% de la superficie terrestre a nivel mundial, por lo que el país es reconocido como uno de los más biodiversos en el mundo (Rudas et al., 2007). Para el caso de la avifauna han sido registradas 1954 especies, posicionándolo como el país más diverso en este grupo de organismos (Asociación Colombiana de Ornitología, 2020).

Los cambios en la biodiversidad debido a las actividades humanas han ocurrido más rápidamente en los últimos 50 años que en cualquier otro tiempo en la historia (Vaccaro y Bellico, 2019). La alta diversidad biológica colombiana se ve amenazada por la intensa presión antrópica debido a la deforestación, la fragmentación de los bosques y los cambios en el uso de la tierra, por actividades ganaderas y agrícolas (Chazdon, 2014), lo que altera la funcionalidad de los bosques primarios y provoca cambios en la estructura, la composición y la función de las comunidades animales y vegetales (Salas-Correa y Mancera-Rodríguez, 2018).

Los paisajes de la región Andina han sido reconocidos a nivel mundial por su diversidad de aves, además de sus altos niveles de endemismo y amenaza (Myers et al., 2000). La alta heterogeneidad ambiental generada por la variabilidad topográfica, climática y edáfica ha tenido efectos importantes sobre la diversificación de la biota regional (Kattan et al., 2006). Varios autores (Kattan et al., 1994; Renjifo, 1999, 2001; Sekercioglu, 2012) sugieren que la transformación de estos paisajes ha tenido un efecto negativo sobre la composición de la

avifauna, y se han descrito algunos patrones de extinción de especies en los que las aves más dependientes de los bosques se extinguen primero, teniendo como consecuencia unos ensamblajes de aves empobrecidos y compuestos principalmente de especies generalistas (Carranza-Quiceno et al., 2018).

Los estudios más recientes han logrado documentar que efectivamente los cambios en la estructura vegetal influyen directamente en el cambio de la composición de los grupos taxonómicos de aves (Weiss et al., 2008; Bregman et al., 2014; Santamaria-Rivero et al., 2016) debido a, por ejemplo, la disponibilidad diferencial de recursos alimenticios como flores y frutos. Así, los resultados del estudio de Salas-Correa y Mancera-Rodríguez (2018) en el departamento de Antioquia demuestran que a medida que aumentaron la complejidad estructural de la vegetación en cuatro etapas sucesionales de bosque secundario, se evidenció una mayor asociación de especies con preferencia de hábitat de interior de bosque y aumentaron los gremios tróficos de aves nectarívoras y frugívoras. Sin embargo, aún existen regiones andinas en el departamento de Santander, donde no se han realizado estudios para reconocer y comprender la importancia ecológica sobre la riqueza y diversidad de la avifauna respecto al medio.

El presente trabajo de pasantía de investigación tuvo como finalidad dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cuál es la relación entre la estructura de la vegetación y la diversidad taxonómica de aves en tres tipos de hábitats (potrero, cercas vivas y bosque natural) ubicados en un área del Municipio de San Andrés, Santander? Con el propósito central de contribuir a la comunidad académica y social del departamento de Santander con nueva información sobre la avifauna en este municipio, teniendo en cuenta que se trata de un área con muy pocos estudios de abordaje, además de la búsqueda por el fortalecimiento de futuros planes de conservación de

aves en esta zona mediante el aporte significativo de información acerca de la composición diferencial de la avifauna con relación al uso del suelo en esta región de Colombia.

Para ello, se utilizó durante la metodología de estudio un enfoque cuantitativo, teniendo en cuenta la utilización del método de registros visuales y auditivos durante recorridos extensivos para el muestreo de aves, junto a la caracterización de la estructura vegetal, con lo cual se obtuvieron los datos analizados a partir de una matriz de abundancia, de cobertura de muestreo y de diversidad.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Determinar la relación entre la estructura de la vegetación y la diversidad taxonómica de aves en tres tipos de hábitats (potrero, cercas vivas y bosque natural) ubicados en el Municipio de San Andrés, Santander.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Estimar la composición y diversidad taxonómica de avifauna en los tres tipos de hábitats.

Comparar la composición de especies de aves entre los sitios de muestreo.

Determinar qué variables de la estructura de la vegetación influyen en las disimilitudes de la diversidad taxonómica de las aves entre los sitios muestreados.

## **2. Competencias**

Realiza un inventario de avifauna sistematizado utilizando correctamente las técnicas de muestreo.

Maneja y aplica herramientas estadísticas e informáticas para obtención y análisis de los resultados.

Comprende, analiza e interpreta los datos obtenidos.

Redacta un informe claro, conciso y con rigor científico.

### 3. Metodología

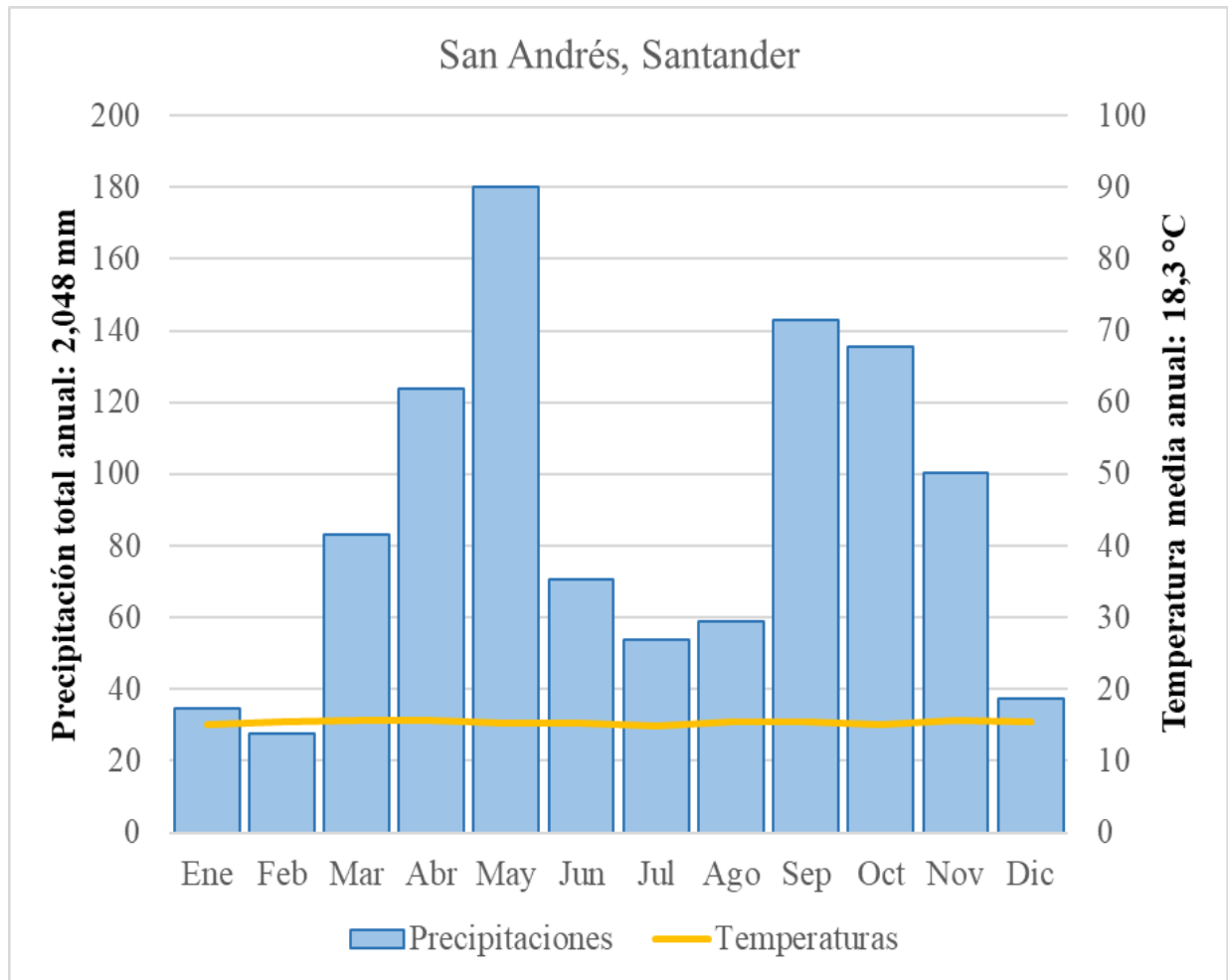
#### 3.1 Área de estudio

El Municipio de San Andrés, Santander ( $6^{\circ} 48' 35''$  N y  $72^{\circ} 51' 01''$  O) ubicado en el flanco occidental de la Cordillera Oriental colombiana cuenta con una superficie de 278 km<sup>2</sup>, situado al norte de Bogotá y al suroriente de Bucaramanga, dista a 104 km de Bucaramanga y 50 km de Málaga. Su relieve es muy variado (Rey, 1911). El área de estudio de la presente investigación se ubica en la Vereda Mogotocoro y Santo Domingo ( $6^{\circ} 50' 40.51''$  N y  $72^{\circ} 49' 20.04''$  O) hacia el norte del municipio de San Andrés con una extensión aproximadamente de 3.446 ha (Figura 1). El área ocupa un intervalo altitudinal desde los 2400 hasta los 2700 m que corresponde a bosque andino bajo (Pérez, 2000) y originalmente a bosque seco montano bajo, según la clasificación de Holdridge (Holdridge, 1947). La región presenta un régimen climático bimodal con picos de precipitación en mayo y septiembre (IDEAM, 2014) con una precipitación promedio anual de 2.048 mm y una temperatura media anual de 18.3 °C (CHELSA, 2022) (Figura 1). La zona se caracteriza por presentar diferentes coberturas arbóreas, tales como potreros, cultivos, cercas vivas, bosques secundarios y bosques de galería. En el presente trabajo, se estudiaron 1) un fragmento de bosque andino dominado por roble (*Quercus humboldtii*), el cual se encuentra en el límite superior de la altitud evaluada, 2) un sistema agropecuario ganadero doble propósito dominado por pastizales limpios con árboles y arbustos dispersos, y 3) cercas arboladas alrededor de actividades agrícolas principalmente de maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). Los sitios de muestreo se seleccionaron mediante imágenes satelitales de Google Earth y visitas previas al sitio, teniendo en cuenta que los sitios seleccionados estuvieran dentro de un rango de elevación no mayor a 300 m

altitudinales de diferencia, para evitar posibles efectos de la variación en riqueza de especies con la elevación o la transición hacia bosques altoandinos.

**Figura 1**

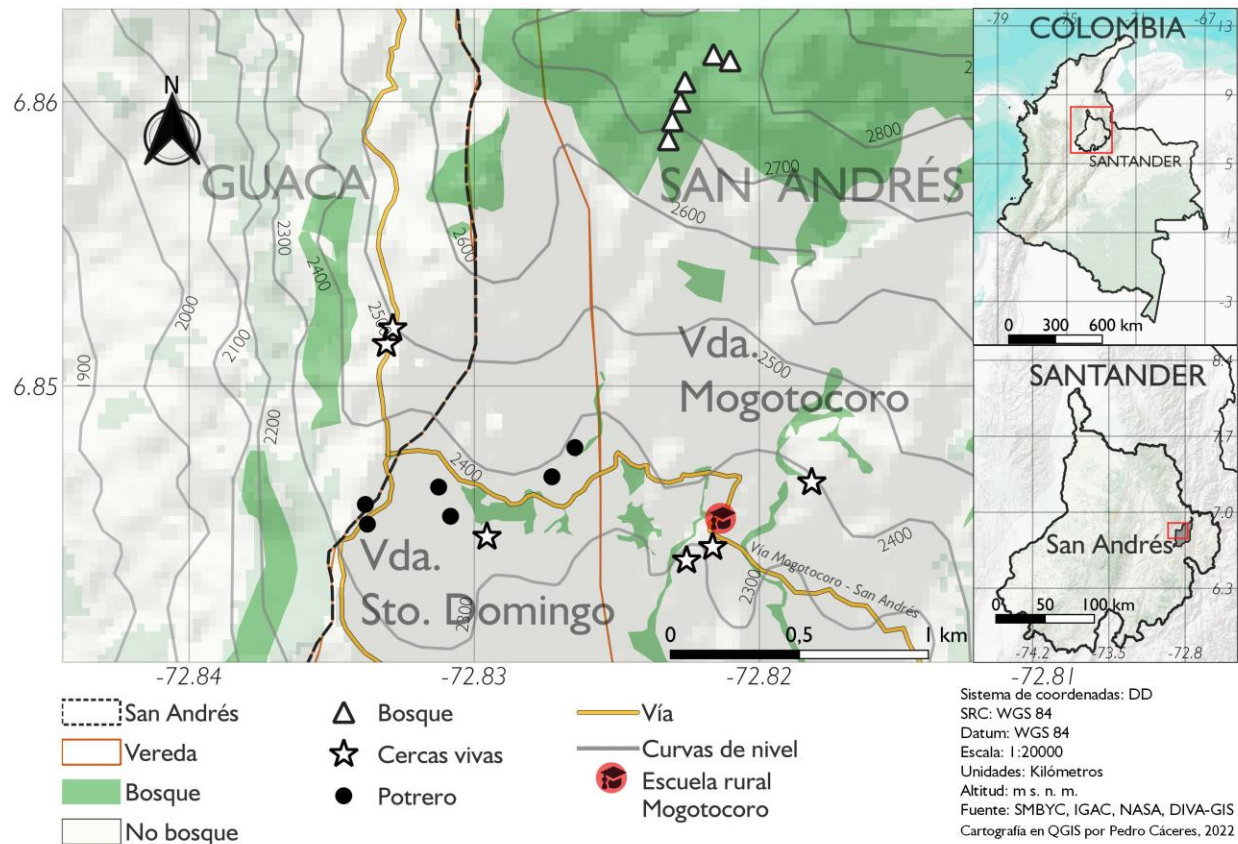
*Clinograma del Municipio de San Andrés, Santander*



*Nota:* Datos proporcionados por Google Earth Pro y Chelsa Climate V2.1 (2022)

**Figura 2**

*Mapa del área de estudio (Veredas Mogotocoro y Santo Domingo del Municipio San Andrés, Santander)*



*Nota:* Mapa elaborado por medio del programa QGIS (2022)

### 3.2 Toma de datos

#### 3.2.1 Muestreo de aves

Para el registro de la avifauna se utilizó el método de registros visuales y auditivos durante recorridos extensivos (>1.5 km), dado que es considerado como el más efectivo y eficiente para inventarios en bosques tropicales (Stiles y Rosselli, 1998). Se realizaron 10 conteos en cada una de las tres coberturas, entre las 05:30 a 09:30 horas y entre las 15:00 a 17:30 horas para potreros y cercas vivas (Figuras 3a, 3b) y entre las 05:30 a 12:00 horas en el bosque natural (Figura 3c), en el bosque no se hicieron conteos en la tarde ya que el acceso en esta jornada no era seguro, para un esfuerzo de muestreo de 60.5 horas/cobertura y un total de 181.5

horas/muestreo durante los cuatro meses de estudio. Se registraron aquellas aves que estaban usando la vegetación, sin incluir aquellas que estaban por fuera de los sitios de muestreo o sobrevolando, teniendo en cuenta que, las coberturas muestreadas presentaban diferencias en la detectabilidad de las especies y, por tanto, podrían tener efectos en las comparaciones. Las observaciones se hicieron con binoculares Bushnell 10x42mm, se tomaron fotografías usando cámara Nikon D3200 con teleobjetivo 70-300mm y se hicieron grabaciones focales durante los recorridos con un micrófono adaptado al teléfono móvil. Para la respectiva identificación visual se usaron las guías de aves de Colombia (McMullan, 2018) y avifauna colombiana de Ayerbe (2019); para las auditivas se emplearon las plataformas Merlin Bird ID (Cornell Lab of Ornithology, 2019) y Xeno Canto (Xeno-canto, 2018). Finalmente, se creó una lista de especies lo más representativa posible usando la clasificación y ordenación de la lista de especies propuesta por el Comité de Clasificación de Aves Sudamericano (SACC) (Remsen et al., 2022) y la lista roja de especies amenazadas IUCN (2021).

### ***3.2.2 Caracterización de la estructura vegetal***

Para la descripción de las familias vegetales presentes en cada cobertura se registraron solamente las plantas leñosas con un DAP  $> 10\text{cm}$  (no se realizó identificación de plantas vasculares y no vasculares). Se establecieron 6 parcelas en cada una de las 3 coberturas y se ubicaron a una distancia mínima de 25 m en sentidos cardinales (N, S, E, O) usando una brújula y una cinta métrica, estableciendo 18 parcelas en total de  $10 \times 10$  m. Las variables de estructura de la vegetación que se registraron de las parcelas mencionadas fueron: 1) diámetro a la altura del pecho de los árboles, definida por el grosor del tronco a una altura de 1.3 m desde el suelo (Rangel y Velázquez, 1997; Vallejo-Joyas et al., 2005) utilizando una cinta diamétrica, 2) altura total de los árboles con DAP  $\geq 10$  cm, usando un clinómetro a partir de una distancia conocida

(Salas-Correa y Mancera-Rodríguez, 2018), 3) cobertura del dosel mediante fotografías hemisféricas a través de un lente ojo de pescado (Figuras 3d, 3e, 3f), usando el programa Gap Light Analyzer (Frazer et al., 1999), 4) densidad de árboles con frutos, y 5) densidad de árboles con flores (Andino, 2014), empleando la fórmula  $D = N/A$ , donde N corresponde al número de individuos y A es el área del sitio de muestreo (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

### Figura 3

*Hábitats muestreados en el área de estudio*



*Nota:* a) potrero b) cercas vivas c) bosque natural, d) fotografía hemisférica de potrero e) fotografía hemisférica de cercas vivas f) fotografía hemisférica de bosque natural.

### 3.3 Análisis de datos

#### 3.3.1. Riqueza

Se creó una matriz de abundancia para cada uno de los sitios muestreados con los datos crudos obtenidos y se realizó un diagrama en Microsoft Excel para describir la representatividad de las familias de aves en el muestreo. Es necesario mencionar que, como no se emplearon redes

de niebla, posiblemente la riqueza y abundancia de algunas especies transeúntes como colibríes pudo ser subestimada. Adicionalmente, se creó una matriz de abundancia de las especies vegetales registradas con sus respectivas variables estructurales para describir su representatividad en las tres coberturas analizadas, para la identificación de las especies de plantas se contó con la colaboración del Ing. Forestal UIS Jair Ramón (experto en la zona).

### ***3.3.2. Diversidad entre las coberturas vegetales***

Inicialmente se realizó un análisis de cobertura de muestreo para verificar que el muestreo fuera representativo, tanto para especies abundantes como para especies raras, y así medir la completitud de la muestra (Chao y Jost, 2012) utilizando el programa R y el paquete iNEXT (interpolación y extrapolación) con 200 aleatorizaciones (Hsieh y Chao, 2016).

Para el análisis de diversidad alfa se usó el mismo paquete de iNEXT, se realizaron curvas de rarefacción y extrapolación, se estimaron los índices de diversidad en términos de números equivalentes de especies (números de Hill) (Jost, 2010), que están parametrizados por un orden de diversidad  $q$  de la siguiente manera: orden 0 que equivale a ( $q=0$ ) o riqueza de especies, orden 1 ( $q=1$ ), que corresponde al exponencial de la entropía del índice de Shannon, y orden 2 ( $q=2$ ), que es el inverso del índice de Simpson. Cabe resaltar, que los órdenes de estas medidas de diversidad tienen diferentes niveles de sensibilidad a la abundancia relativa de cada especie, el ( $q=0$ ) considera a todas las especies con igual frecuencia, ( $q=1$ ) pesa moderadamente la abundancia de las especies y puede ser interpretado como un índice que da más peso a las especies comunes y, finalmente, ( $q=2$ ) da más peso a las especies abundantes (equidad); la relación de cambio entre cada uno de estos índices permite construir un perfil de diversidad donde las comunidades más equitativas presentarán un reducido cambio entre cada orden de diversidad (Chao et al., 2014). Se usaron estos índices ya que representan una alternativa

estadísticamente rigurosa en comparación con otros índices de diversidad (Mandujano y Pérez-Solano, 2019).

Con respecto a la comparación de la composición, abundancia y distribución de las especies entre los tipos de hábitats, se realizó una curva de rango-abundancia en escala logarítmica usando el Software Microsoft Excel para determinar su dominancia y/o equitatividad (Andino, 2014).

Adicionalmente, para identificar tendencias en la distribución y abundancia de las especies respecto a sus características ecológicas se clasificaron las especies en gremios tróficos y/o de forrajeo teniendo en cuenta lo propuesto por Stiles y Rosselli (1998). Para los grupos de dieta se reconocieron siete tipos generales de alimento: Insectívoros (IN), frugívoros (FR), omnívoros (OM), carnívoros (CR), nectarívoros (NE), semilleros (SE) y carroñeros (CA).

Para la medición de la diversidad beta, se realizó una matriz de abundancia de las especies de aves respecto a las parcelas donde fueron registradas en cada una de las coberturas muestreadas y se realizó un Análisis de Correspondencia (CA) en el programa PAST 4.01 (Paleontological statistics) (Hammer et al., 2001), el cual es un método que ordena hábitats y especies de manera simultánea sobre un plano cartesiano (Moreno, 2001).

Además, se calculó la diversidad beta utilizando el método BAS propuesto por Baselga (2010), el cual mide la disimilitud total de un conjunto de sitios mediante el índice de Sorensen ( $\beta$ SOR), oscila entre 0, cuando los ensamblajes a comparar son idénticos y 1, cuando estos son totalmente diferentes; asimismo, se pueden determinar dos procesos diferentes: 1) anidamiento: especies de áreas con menor riqueza son subconjuntos de las especies de áreas con mayor riqueza ( $\beta$ NES) o diferencia en la riqueza de las dos comunidades; 2) recambio espacial, el cual

implica el remplazo de algunas especies por otras ( $\beta$ SIM) (Baselga, 2010). Se calcularon los índices usando el paquete betapart en R (Baselga y Orme, 2012).

Para determinar el efecto de las variables de la estructura de la vegetación respecto a la distribución de las abundancias de las especies de aves en los tres hábitats muestreados, se realizó un Análisis de Redundancia (RDA) el cual corresponde a un método de ordenación canónico asimétrico que combina regresión múltiple y análisis de componentes principales (PCA) para ordenar las variables de mayor a menor significancia (Borcard et al., 2011). Para la elección de los ejes de ordenamiento se tuvo en cuenta la proporción de varianza explicada por cada eje. Debido a que las abundancias de las especies no presentaron normalidad, se procedió a una transformación logarítmica ( $\text{abundancia} + 1$ ) y las variables ambientales fueron estandarizadas. Las variables ambientales fueron: promedio de la apertura del dosel, promedio del DAP, altura de los árboles, número de especies vegetales y número de árboles. Finalmente, se realizó un biplot para graficar las especies y las puntuaciones ambientales de RDA (Borcard et al., 2011).

Por último, se describió la asociación de las características ecológicas y taxonómicas de las especies con las abundancias registradas. Aunque cualitativos o semicuantitativos, este tipo de análisis fueron útiles para realizar comparaciones entre hábitats e identificar procesos de pérdida o ganancia de especies debido a la fragmentación (Stiles y Bohórquez, 2000).

## **4. Resultados**

### **4.1 Riqueza**

#### **4.1.1 Avifauna**

Se registraron 390 individuos pertenecientes a 9 órdenes, 24 familias, 57 géneros y 69 especies (Apéndice A), el 98% de las especies fueron registradas visualmente, el 14% mediante observaciones y grabaciones y el 1% usando solamente registro auditivo. El orden Passeriformes fue el mejor representado por su riqueza de familias en las zonas de muestreo. Las familias Thraupidae y Tyrannidae presentaron la mayor riqueza de especies con una representatividad del 19% y 14% respectivamente, seguidas por la familia Trochilidae con un 10%. Columbidae y Parulidae estuvieron representadas por el 6% de las especies mientras que Furnariidae, Icteridae, Passerellidae y Picidae por el 4%. Accipitridae, Cardinalidae, Cathartidae, Cuculidae y Falconidae fueron representadas por el 3% y, las familias restantes obtuvieron una representatividad del 1% como se muestra en la Figura 4. Cabe resaltar que se encontraron tres especies Nativas (N) *Colibri cyanotus*, *Mecocerculus leucophrys* y *Serpophaga cinerea*; una especie migratoria (M) *Mniotilta varia*; dos especies migratorias boreales (MB) *Contopus sordidulus* y *Tyrannus tyrannus*. Las especies restantes fueron Residentes (R). Algunas de las aves observadas se muestran en la Figura 5 y la totalidad se encuentra en el Apéndice C.

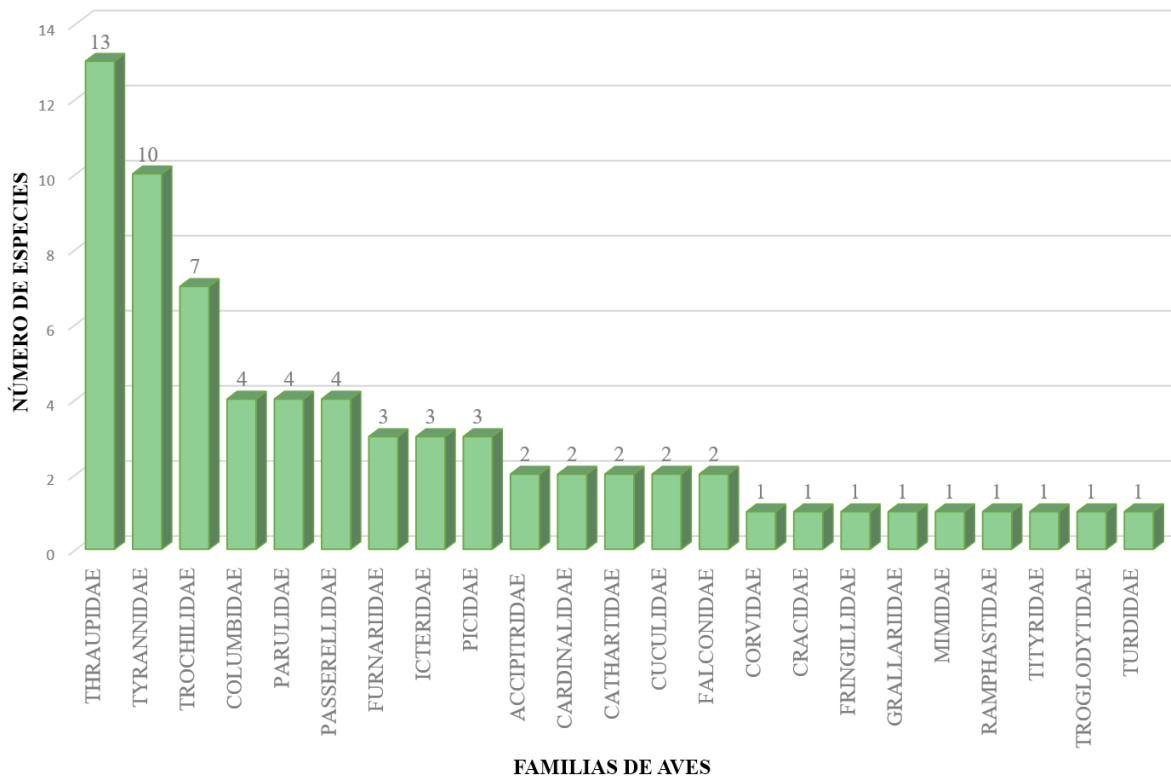
Adicionalmente, el 30% de las especies se encontraron usando la cobertura de potrero representadas por 79 individuos; el 42.85% se encontró en la cobertura de cercas vivas con 166 individuos; y un 68.57% se registraron en la cobertura de bosque con 145 individuos.

En la composición de gremios tróficos las aves en general se representaron así: 70% insectívoras, 47.14% frugívoras, 20% granívoras-semilleras, 15.71% nectarívoras, 11.42% carnívoras, 5.71% omnívoras y 4.28% carroñeras. De manera específica dentro de las coberturas, en el bosque se registró el 78.7% insectívoras, seguido por el 51% de frugívoras, 23.4% nectarívoras, 10.6% granívoras, 4.2% carnívoras y ninguna proporción en el gremio de omnívoras y carroñeras. En las cercas vivas el 68.9% fueron insectívoras, 55.1% frugívoras, 31%

granívoras, 13.7% carnívoras, 6.8% omnívoras y no hubo representatividad en nectarívoras ni en carroñeras. Finalmente, para el potrero el 47.6% pertenecieron al gremio de alimenticio de insectívoras, seguido por el 42.8% de granívoras, las frugívoras y carnívoras se representaron en un 35% ambas, las carnívoras y carroñeras tuvieron un 14.2% de representatividad y ningún porcentaje de nectarívoras hubo en esta cobertura.

**Figura 4**

*Representatividad de las familias de aves registradas en el área de estudio*



*Nota:* Cada barra corresponde al número de especies de aves registradas por cada familia.

Mayor representatividad encontrada en las familias Thraupidae, Tyrannidae y Trochilidae.

**Figura 5**

*Algunas fotografías realizadas de las especies de la avifauna en el área de estudio*



Nota: a) *Zonotrichia capensis*, b) *Heliangelus amethysticollis*, c) *Aulacorhynchus prasinus albivitta*, d) *Colaptes rubiginosus buenavistae*, e) *Piranga rubra*, f) *Turdus fuscater*.

#### 4.1.2. Coberturas vegetales

Se registraron 22 especies de plantas pertenecientes a 18 familias en el área de estudio. La cobertura de potrero estuvo representada por 10 especies correspondientes a 9 familias, la familia Myrtaceae con dos especies *Myrcia popayanensis* y *Calycolpus moritzianus* (20%); la familia Anacardiaceae con *Mauria sp* representando un 10% de la riqueza; asimismo, la familia Cupressaceae (*Cupressus lusitanica*), Escalloniaceae (*Escallonia pendula*), Moraceae (*Ficus sp.*), Oleaceae (*Fraxinus chinensis*), Phyllanthaceae (*Hieronyma sp.*), Primulaceae (*Myrsine guianensis*) y Verbenaceae (*Duranta mutisii*) (Apéndice B).

En la cobertura de cercas vivas se registraron 14 especies pertenecientes a 11 familias de plantas de la siguiente forma: La familia con mayor riqueza (21.42%) fue Fabaceae con *Acacia sp*, *Erythrina rubrinervia* y *Senna sp*; seguida por la familia Myrtaceae (14,28%) con las especies *Eucalyptus globulus* y *Myrcia popayanensis*. Las familias restantes estuvieron representadas por una sola especie vegetal (7.14%) así: Anacardiaceae con *Mauria sp*, Betulaceae con *Alnus acuminata*, Cupressaceae con *Cupressus lusitanica*, Escalloniaceae con *Escallonia pendula*, Lauraceae con *Persea americana*, Oleaceae con *Fraxinus chinensis*, Pinaceae con *Pinus patula*, Primulaceae con *Myrsine guianensis* y Solanaceae con *Acnistus arborescens* (Apéndice B).

Finalmente, en la cobertura de bosque se registraron 7 especies pertenecientes a 7 familias vegetales, las cuales fueron representadas por una sola especie cada una (14.28%), la familia Fagaceae con *Quercus humboldtii*, Araliaceae (*Schefflera sp.*), Clusiaceae (*Clusia multiflora*), Cunoniaceae (*Weinmannia tomentosa*), Cyatheaceae (*Cyathea caracasana*), Lauraceae (*Ocotea sp.*) y Primulaceae (*Myrsine coriacea*) (Apéndice B).

## **4.2 Análisis de la diversidad entre las coberturas vegetales**

### **4.2.1 Avifauna**

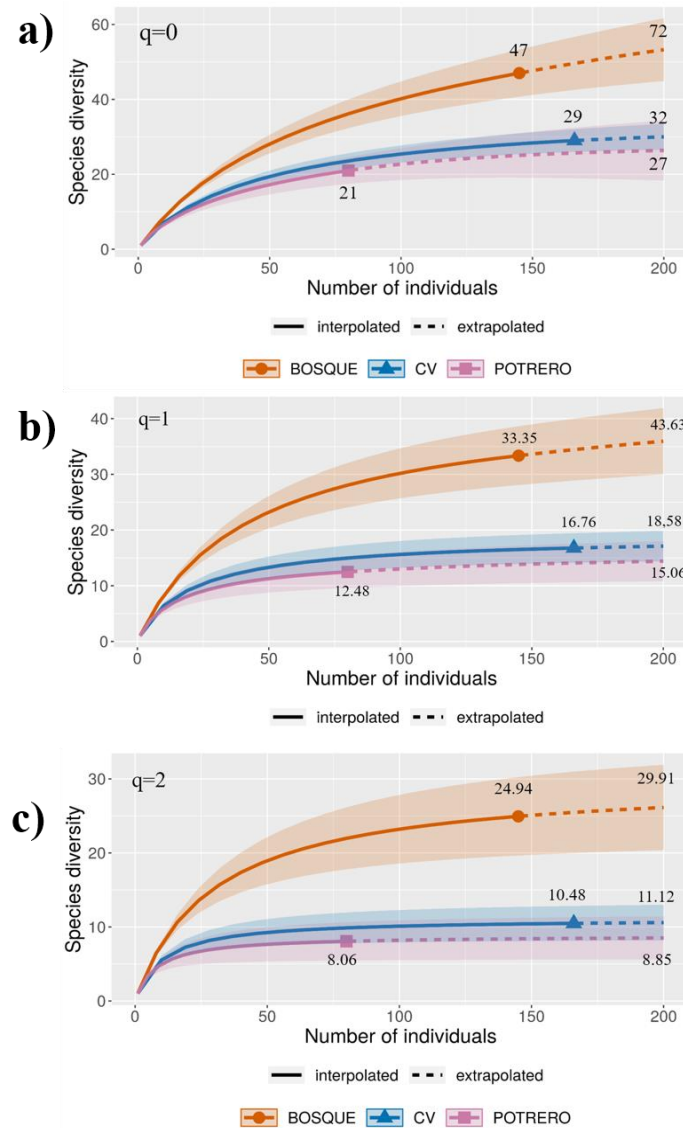
El estimador de la cobertura de muestreo realizado en iNEXT arrojó valores altos para cada uno de los tres hábitats muestreados, siendo el porcentaje más alto para las cercas vivas con 96.43%, seguido por el potrero con 90.16% y por último para el bosque con 86.96%.

En cuanto a los números de Hill, en el orden  $q=0$  se observó la mayor riqueza de especies en la cobertura de bosque donde se registraron 47 especies de aves de las 72 esperadas. Seguido por la cobertura de cercas vivas con 29 especies de 31 esperadas y la cobertura con el valor más bajo de riqueza fue el potrero con 21 especies de 27 esperadas. Además, se observaron diferencias significativas entre los valores de riqueza de bosque y cercas vivas, asimismo entre bosque y potrero. Entre los valores de cercas vivas y potrero no hubo diferencias significativas. (Figura 6a).

Con respecto a los resultados del orden  $q=1$ , se encontró el mayor valor de diversidad en la cobertura vegetal de bosque con 33.35%, seguido por la cobertura de cercas vivas con un valor de 16.77% y la cobertura con menor diversidad fue el potrero con 12.49% (Figura 6b). Según estos resultados, se pudo observar una pérdida de especies del bosque a las cercas vivas del 49.72% y del bosque al potrero una pérdida del 62.56%. Adicionalmente, los valores del orden  $q=2$  indicaron que la cobertura con mayor equidad fue el bosque con un valor de 24.94%, seguido por la cobertura de cercas vivas con 10.49%; y, por último, con menor equidad la cobertura de potrero con 8.06% (Figura 6c).

### **Figura 6**

*Curvas de extrapolación y rarefacción basada en el tamaño de la muestra para las aves en Mogotocoro y Santo Domingo en los tres tipos de hábitats potrero, cercas vivas y bosque natural*



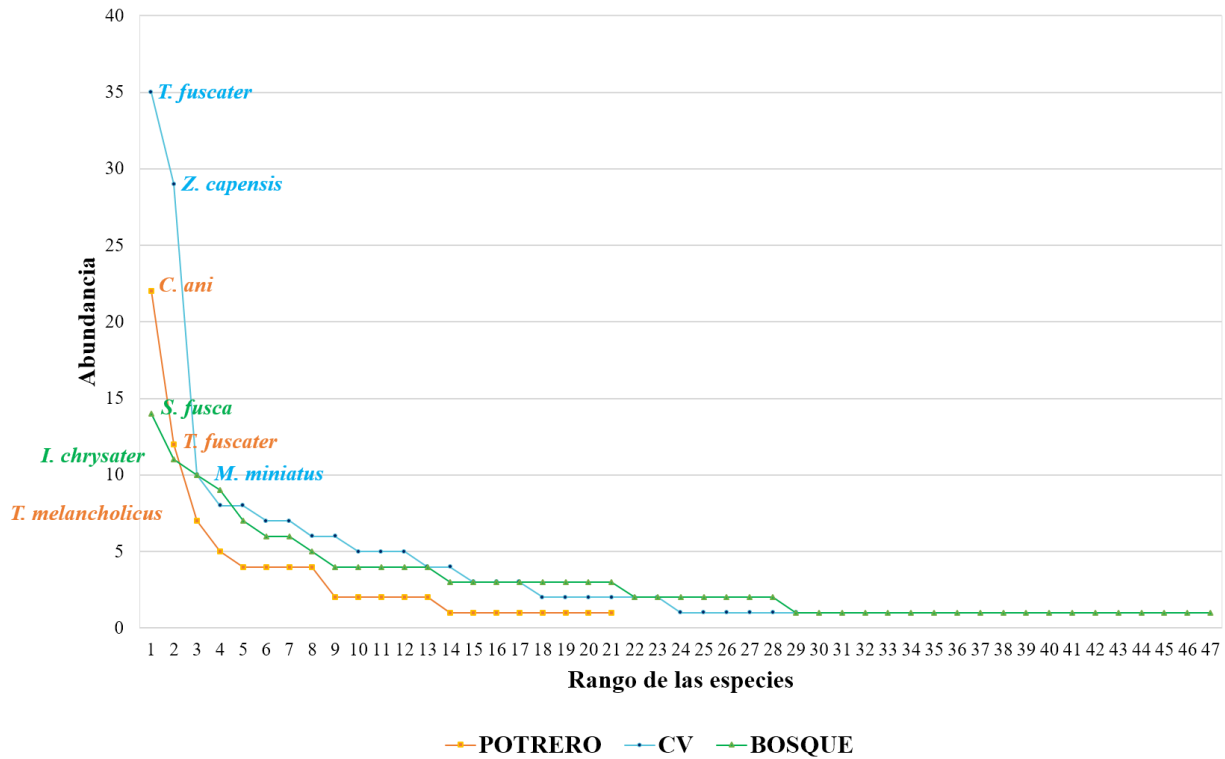
*Nota:* Las líneas continuas representan la interpolación y las líneas discontinuas la extrapolación. Los números sobre las líneas representan lo observado vs lo esperado. El orden  $q=0$  representa la riqueza,  $q=1$  la diversidad y  $q=2$  la equidad.

En cuanto a la curva de Rango-Abundancia para las tres coberturas vegetales, se obtuvieron los siguientes resultados: 1) en las cercas vivas predominaron tres especies *Turdus fuscater*, *Zonotrichia capensis* y *Myioborus miniatus* con los valores más altos de abundancia mientras que el resto de las especies decrecieron gradualmente. 2) En el potrero se encontraron

tres especies más abundantes *Crotophaga ani*, *Turdus fuscater* (nuevamente) y *Tyrannus melancholicus*. 3) En el bosque se obtuvieron los menores valores de dominancia en comparación con las otras dos coberturas. Como se muestra en la Figura 7, las especies más abundantes de bosque fueron *Setophaga fusca*, *Icterus chrysater*, *Lepidocolaptes lacrymiger* y *Colibri coruscans*.

**Figura 7**

*Rango-Abundancia de la avifauna de Mogotocoro y Santo Domingo en relación con las tres coberturas vegetales muestreadas: bosque, cercas vivas y potrero*



*Nota:* Cada punto en la gráfica corresponde a una especie de ave. Abreviatura: (CV) = Cercas Vivas. Cada color representa una cobertura diferente.

### 4.3 Descripción del ensamblaje de aves respecto a las coberturas vegetales

#### 4.3.1 Aves

En cuanto al Análisis de Correspondencia (CA) la mayoría de las especies de aves se agruparon en alguna de las tres coberturas (Figura 8). En la cobertura de potrero se agruparon las siguientes especies: *Cathartes aura*, *Mimus gilvus*, *Sporophila luctuosa*, *Coragys atratus*, *Serpophaga cinerea*, *Leptotila verreauxi*, *Milvago chimachima*, *Tyrannus tyrannus* y *Crotophaga ani*.

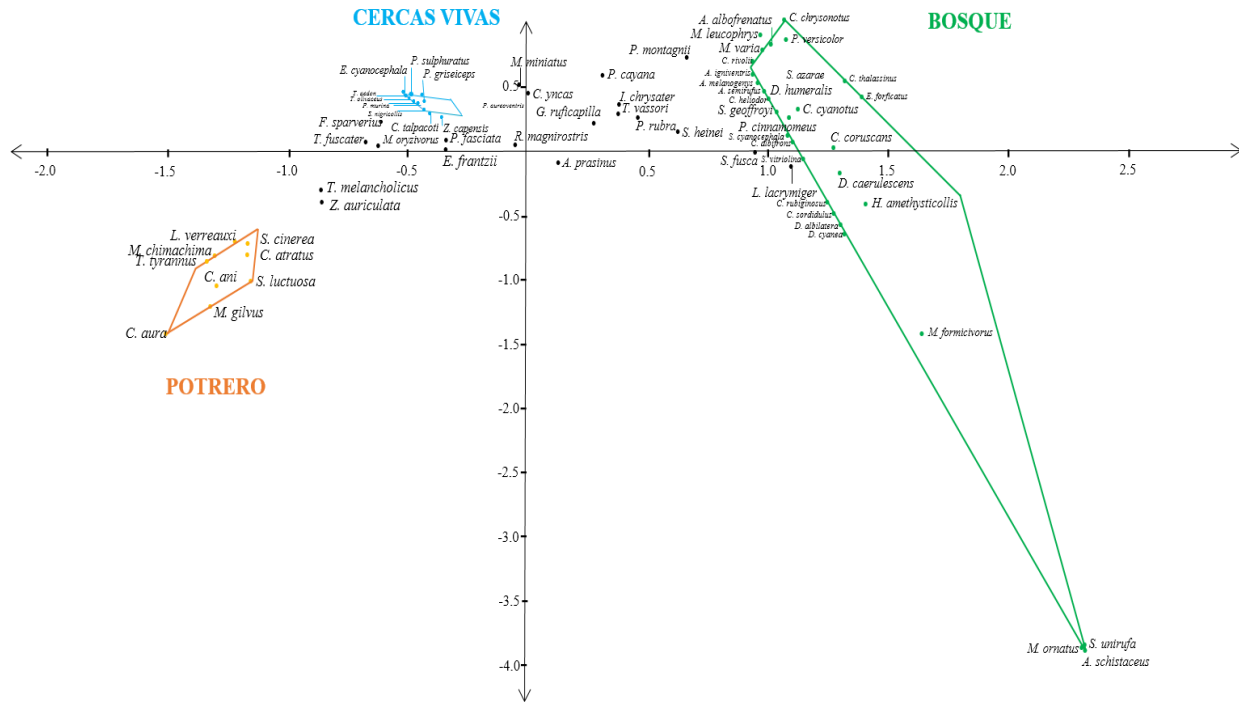
En la cobertura de cercas vivas se agruparon: *Pheucticus aureoventris*, *Phyllomyias griseiceps*, *Pitangus sulphuratus*, *Euphonia cyanocephala*, *Troglodytes aedon*, *Tiaris olivaceus*, *Phaeomyias murina*, *Sporophila nigricollis* y *Columbina talpacoti*.

En el bosque se agruparon la mayoría de las especies como: *Pachyramphus versicolor*, *Synallaxis azarae*, *Diglossa humeralis*, *Colibri cyanotus*, *Diglossa caerulescens*, *Heliangelus amethysticollis*, *Melanerpes formicivorus*, entre otras (Figura 8).

En cuanto a las especies que se encontraron usando más de un hábitat como entre la cobertura de bosque y cercas vivas fueron: *Aulacorhynchus prasinus albivitta*, *Cyanocorax yncas*, *Myioborus miniatus*, *Penelope montagnii*, *Piaya cayana*, *Piranga rubra*, *Setophaga fusca*, *Stilpnia heinei* y *Tangara vassori*. Por otra parte, las especies registradas que usaron las coberturas de potrero y cercas vivas fueron: *Falco sparverius ochraceus*, *Molothrus oryzivorus*, *Turdus fuscater*, *Tyrannus melancholicus* y *Zenaida auriculata*. Adicionalmente, solo se halló una especie usando la cobertura de potrero y bosque: *Grallaria ruficapilla*. Finalmente, las especies que se encontraron usando las tres coberturas fueron: *Elaenia frantzii*, *Icterus chrysater*, *Patagioenas fasciata*, *Rupornis magnirostris* y *Zonotrichia capensis* (Figura 8).

**Figura 8**

*Análisis de Correspondencia (CA) entre la abundancia de las especies de aves y las tres coberturas vegetales: potrero, cercas vivas y bosque*



*Nota:* Cada punto representa una especie de ave. Cada polígono representa una cobertura diferente. Las especies dentro de los polígonos representan las exclusivas para esa cobertura.

En cuanto al análisis de diversidad beta según Baselga (2010), el índice de Sorensen tuvo un valor del 63%, que hace referencia a la diversidad beta total de las tres coberturas. Esta diversidad beta entre las diferentes coberturas es explicada principalmente por el recambio de especies entre las coberturas, el cual tuvo un valor del 42%; por su parte el anidamiento aportó un valor menor del 21%. Adicionalmente, se usó el concepto de  $\beta$ ratio propuesto por Dobrovolski et al. (2012) y Si et al. (2015), en cual consiste en calcular la relación  $\beta$ SNE/ $\beta$ SOR; el resultado para este estudio fue  $\beta$ ratio= 0.3 < 0.5, lo que permite concluir que los procesos de

diversidad beta en los ensamblajes de aves están siendo provocados por el recambio de especies entre las coberturas.

Respecto a las comparaciones de  $\beta$ SIM entre pares de coberturas se obtuvo que entre el potrero y las cercas vivas hubo el mayor recambio de especies con un 50%, seguido por un 35% entre el potrero y el bosque, y, entre las cercas vivas y el bosque hubo un recambio del 31%. Es decir, el bosque presentó el menor remplazo de especies en relación con las otras dos coberturas porque presentó menos del 40% del recambio, pero, presentó el mayor anidamiento o diferencias en la riqueza ( $\beta$ SNE) frente a las otras coberturas, entre la cobertura del bosque y el potrero hubo un 31% de anidamiento, seguido por un anidamiento del 22% entre el bosque y las cercas vivas y, el valor más bajo de anidamiento o diferencias en la riqueza fue entre el potrero y las cercas vivas con un 9%.

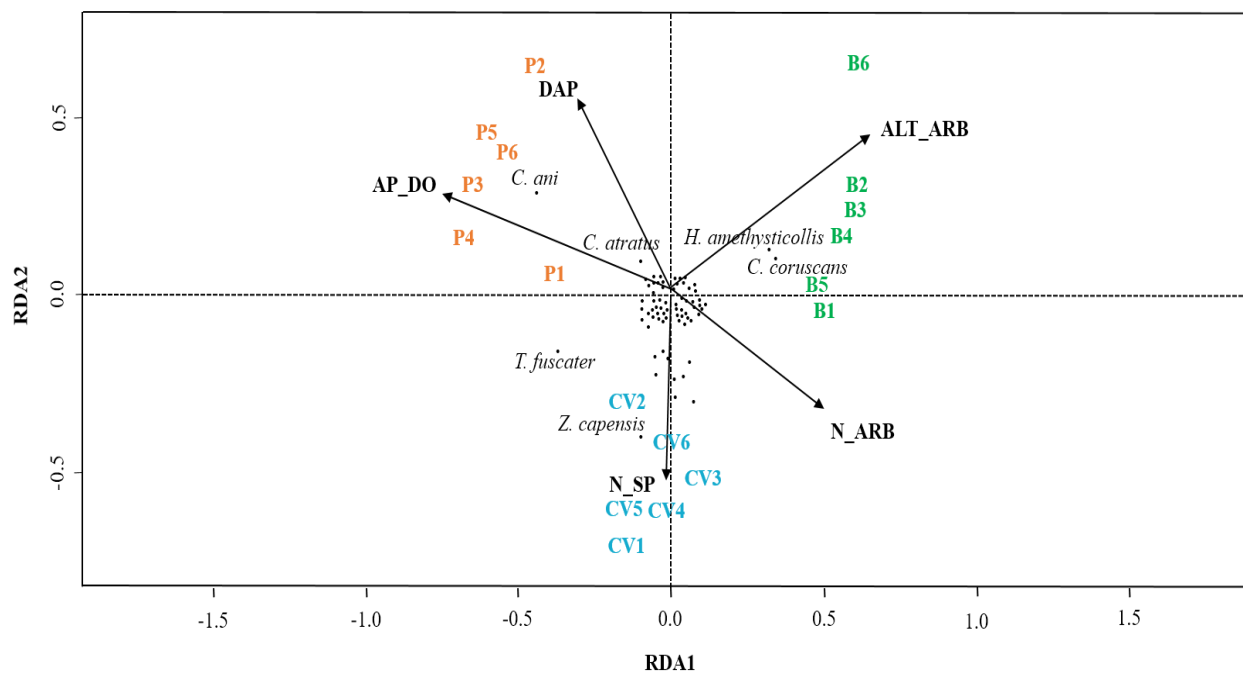
#### **4.4 Análisis de la asociación entre las variables de la estructura de la vegetación y la diversidad taxonómica de las aves en las tres coberturas muestreadas**

En el Análisis de Redundancia (RDA) los valores de colinealidad para las variables ambientales estuvieron por debajo del 10 de la siguiente manera: Número de especies vegetales (3.13%), número de árboles (4.67%), altura de los árboles (2.65%), DAP (2.47%) y apertura del dosel (3.14%). Además, el ajuste del modelo elegido por el RDA usando todas las cinco variables ambientales mencionadas anteriormente fue significativo ( $p = 0.001$ ). Asimismo, los ejes canónicos RDA1 y RDA2 fueron significativos ( $p = 0.001$ ) y explicaron el 74.93% de la varianza. Con respecto a la disimilitud de la composición de especies entre las tres coberturas vegetales respecto a las variables de la estructura de la vegetación, los resultados del RDA (Figura 9) indicaron que todas las variables influyeron significativamente en dicha diferenciación, se presentan a continuación de mayor a menor valor de significancia: Número de

árboles ( $p = 0.001^{***}$ ), altura de los árboles ( $p = 0.003^{**}$ ), número de especies vegetales ( $p = 0.011^*$ ), apertura del dosel ( $p = 0.024^*$ ) y DAP ( $p = 0.026^*$ ) teniendo en cuenta ( $p < 0.05$ ).

### Figura 9

*Análisis de Redundancia (RDA) con la distribución de las especies de aves respecto a las variables de la estructura vegetal en las tres coberturas en un diagrama de ordenación con los ejes RDA1 y RDA2*



*Nota:* Los puntos representan la distribución espacial de las especies de avifauna. Las variables de la estructura de la vegetación están representadas por flechas que indican la dirección en la cual incrementan. Abreviaturas de las coberturas: P (Potrero), CV (Cercas Vivas), B (Bosque), Abreviaturas de las variables: AP\_DO (Apertura del dosel), DAP (Promedio del DAP), ALT\_ARB (Altura de los árboles), N\_ARB (Número de árboles), N\_SP (Número de especies

vegetales). Todas las variables estructurales influyeron significativamente, principalmente N\_ARB y ALT\_ARB.

## 5. Discusión

### 5.1. Riqueza

La riqueza de especies de aves registrada en el presente estudio (69 spp) para los tres tipos de hábitats (potrero, cercas vivas y bosque natural) fue mayor en relación con otro estudio realizado en una zona similar de vida andina en la Cordillera Oriental de Colombia por Sarmiento-Garavito et al. (2022) en el Departamento de Boyacá, en el cual registraron 63 especies de aves a una altitud semejante (2.583 m) considerando vegetación natural y antrópica, donde la mayor riqueza de aves la reportaron en zonas de pastizal arbolado y la menor riqueza en un fragmento de bosque andino, mientras que en nuestra investigación la riqueza varió entre los tres tipos de hábitats, en el bosque natural se registró la mayor riqueza de aves, seguida de las cercas vivas y por último en el potrero. Sin embargo, esta riqueza fue baja en comparación con otros paisajes fragmentados en Colombia (García-Monroy et al., 2020; Córdoba-Córdoba y Echeverry-Galvis, 2006; Sáenz-Jiménez, 2010). En efecto, esta baja riqueza de aves en la zona rural de Mogotocoro y Santo Domingo es probable que se deba a la perturbación antropogénica, la cual ha conllevado a la transformación de los hábitats naturales en su mayoría por pastos para la ganadería y los cultivos. Otro aspecto que tiene un efecto directo en los valores de riqueza y que a veces no se tiene en cuenta es la cobertura de muestreo y la capacidad de detección (Sarmiento-Garavito et al., 2022), es decir, si se aumentara la duración y la intensidad del muestreo probablemente aumentaría la cantidad de especies registradas.

Además, es necesario reconocer que en este estudio se usaron métodos complementarios por medio de observaciones y grabaciones para aumentar la detección de las especies de aves (la mayoría registradas visualmente), sin embargo, estos componentes vinculados al tipo de muestreo, es necesario considerarlos ya que todos los métodos de muestreo tienen sesgos metodológicos, ya sea por técnicas, causas biológicas, relacionadas con el observador o el instrumento de detección (Pineda y Moreno, 2015) y podrían tener implicaciones en los análisis de diversidad.

Sin embargo, en este estudio los diferentes tipos de hábitats naturales e intervenidos aportaron a la diversidad taxonómica total de la avifauna en la zona. El hecho de que el bosque presentara la mayor riqueza de aves se puede asociar con la heterogeneidad y complejidad en la estructura de su vegetación como lo ha sugerido Ramírez-Albores (2010) para otros lugares, según Casas et al. (2016) esto permite la coexistencia de un mayor número de especies y probablemente mayor suministro de recursos diversos (e.g., alimento, nido, percha, refugio) en el ecosistema. Asimismo, se ha sugerido que el bosque al poseer una mayor estratificación tanto horizontal como vertical en comparación con las coberturas antrópicas, genera una mayor disponibilidad de hábitats y nichos ecológicos tanto para especies especialistas como generalistas (Loiselle y Blake, 1991, McIntyre 1995, Villard et al., 1999).

Es importante destacar que las especies exclusivas del hábitat boscoso podrían ser las más afectadas o sensibles a cambios o alteración de su hábitat natural, como la reinita gorginaranja (*Setophaga fusca*) la cual se encuentra amenazada actualmente por la destrucción de su hábitat natural (Birds-Colombia, 2020) y la pava andina (*Penelope montagnii*) la cual también se encuentra afectada por la deforestación y caza (Castillo-Figueroa y Collazos-González, 2020).

En las cercas vivas, se encontraron más especies generalistas, como la mirla patinaranja (*Turdus fuscater*) y el copetón (*Zonotrichia capensis*), debido a que son especies comunes y están asociadas a hábitats antrópicos (McMullan, 2018). Aunque también se registraron aves de interior de bosque usando con frecuencia las cercas vivas, como la especie candelita plumiza (*Myioborus miniatus*) que habita en bosques húmedos montanos (Mumme, 2002) y el tucancito esmeralda (*Aulacorhynchus prasinus albivitta*) el cual generalmente se reproduce en bosques húmedos (Puebla-Olivares et al., 2008), se puede deducir que estas especies usan la cobertura de las cercas vivas como puentes de conexión entre los hábitats. Bennet (2003) considera que las cercas vivas son importantes porque cumplen un rol ecológico fundamental en el paisaje, al proveer recursos para las aves y servir como corredores biológicos permitiendo la conectividad, dispersión y movilidad entre los hábitats aislados e intervenidos.

En el potrero, la presencia de más especies generalistas y de áreas abiertas en contraste con las otras coberturas se debe a que como en otros lugares estudiados hay una asociación de hábitats intervenidos con menor complejidad estructural (Casas et al., 2016) y con alta especificidad en el uso de coberturas de potreros para forrajeo (Salas-Correa y Mancera-Rodríguez, 2018). Esto concuerda con Martínez-Bravo et al. (2013), quienes encontraron una mayor dominancia de especies adaptadas a áreas abiertas aprovechando la presencia de invertebrados y pequeños vertebrados disponibles al momento del corte de los pastos. No obstante, en esta cobertura también se registró el tororoi comprapán (*Grallaria ruficapilla*) especie de áreas boscosas andinas (Martin y Greeney, 2006); esta especie se registró en esta cobertura (aunque con poca frecuencia) ya que se ha reportado que esta especie tiende a preferir áreas más perturbadas (aunque no completamente abiertas), lo que podría hacerla más tolerante a la modificación del hábitat inducido por el hombre (Freile et al., 2010).

En cuanto a la composición de la avifauna, los passeriformes estuvieron mejor representados, estudios señalan que este orden es el más destacado a nivel de diversidad y riqueza de especies (Becerra-Bejarano et al., 2015), atribuido a su alta radiación adaptativa en los ecosistemas (Tabilo-Valdivieso, 2006), por su parte, las aves no passeriformes se han reportado que presentan una gran vulnerabilidad a la fragmentación ya que son las más sensibles a la destrucción de su hábitat (Vargas y Pedraza, 2004). Por lo que se refiere a las familias Thraupidae (tángaras y afines) y Tyrannidae (atrapamoscas) estuvieron mejor representadas en número de especies en los tres tipos de hábitats, resultados que concuerdan con el estudio de Bohórquez (2002) donde señala que para la Cordillera Oriental Andina de Colombia la familia Thraupidae es el grupo más abundante, seguido de las familias Tyrannidae y Trochilidae. Cabe destacar que, los tiránidos y los tráupidos conforman las familias más especiosas en Colombia 211 y 176 spp respectivamente (Ayerbe-Quiñones, 2019; Stiles y Bohórquez, 2000); además, la mayoría de las especies pertenecientes a estas dos familias mencionadas son generalistas y oportunistas, capaces de aprovechar una amplia variedad de recursos en los ecosistemas, incluso algunas especies pueden habitar desde zonas boscosas hasta áreas abiertas producto de la intervención antropogénica (Ávila-Campos, 2016).

El patrón de riqueza varió dentro de las tres coberturas; en el bosque andino hubo mayor riqueza de especies de las familias Thraupidae, Trochilidae y Parulidae (reinitas); un estudio de Nadkarni y Matelson (1989) reporta que estas familias son las más frecuentemente citadas forrajeando epífitas en bosques. En las cercas vivas las familias Tyrannidae, Thraupidae y Columbidae (palomas y torcazas) representaron un mayor número de especies, resultados similares se han encontrado en estudios acerca del efecto paisajístico sobre la composición y riqueza de la avifauna en las cercas vivas del borde norte de Bogotá (Fontalvo, 2016); ambos

resultados son consecuentes con el patrón registrado en la Cordillera Oriental (Gómez et al., 2008), de igual forma la predominancia de los tiránidos en las cercas vivas se ha reportado en investigaciones donde se señala el valor productivo de esta cobertura y la utilidad que tiene para las aves migratorias y residentes (De la Ossa-Lacayo, 2013). Finalmente, en el potrero las familias mejor representadas fueron semejantes a las cercas vivas, ya que se registró mayor proporción de especies de atrapamoscas, palomas y torcazas, puesto que estas aves son comunes de áreas abiertas y potreros con actividades ganaderas, es decir, se asocian a áreas perturbadas y forrajean buscando insectos terrestres, semillas y granos en el suelo de los pastizales y siguen al ganado para atrapar los insectos que levantan a su paso (Cepeda-González et al., 2011).

Por otra parte, al examinar los gremios tróficos las aves insectívoras presentaron la mayor cantidad de especies y fueron las más abundantes en los tres tipos de hábitats, posiblemente debido a la biomasa disponible de insectos como recurso alimenticio para las aves (Pinos y Tenesaca, 2015). Adicionalmente, se encontraron similitudes y diferencias entre las tres coberturas vegetales; se ha reportado que la composición de la avifauna en función de los gremios alimenticios está relacionada con la estructura de la vegetación (Laurance y Bierregaard, 1997). En este estudio, tanto en el bosque como en las cercas vivas el segundo grupo trófico más diverso fueron los frugívoros, lo cual se ha asociado previamente con la riqueza de especies de plantas productoras de frutos (Kissling et al., 2007). Cabe destacar que, han realizado estudios en América y Asia donde han reportado que los frugívoros e insectívoros responden negativamente a la alteración del hábitat (Gray et al., 2007). Con respecto a la disimilitud de los gremios alimenticios, en este trabajo se encontraron más registros de aves nectarívoras en el bosque, probablemente por la asociación a recursos florales como lo señala Gutiérrez-Zamora (2008) y por la presencia particularmente de epífitas como Bromeliaceae y Ericaceae, donde cumplen una

función muy importante como polinizadores (Martínez y Rechberger, 2007). En las cercas vivas y el potrero hubo más granívoras, esto se relacionaría con la abundancia e incremento de la biomasa de semillas según Zufiaurre (2017). Además, se considera que todos los sitios perturbados presentan una mayor cantidad de especies de este gremio trófico (Morales, 2002).

### **5.1.2 Coberturas vegetales**

La dominancia de gramíneas en los potreros es característico de esta cobertura, Rivera-Gutiérrez (2006) señala que estas plantas cumplen una función importante como productoras de semillas y pequeñas flores, recurso que utilizan las aves para forrajear, adicionalmente, este hábitat presentó árboles y arbustos dispersos que aumentaron la riqueza de dicha unidad de paisaje, de los cuales se conoce que ofrecen varios recursos tales como alimento, sitios de descanso o percha a diferentes especies de aves propias de áreas abiertas (Cárdenas, 2003). De los árboles mencionados, la familia Myrtaceae fue la más representada con las especies *Myrcia popayanensis* y *Calycolpus moritzianus*. Según Pérez et al. (2020) dicha familia está compuesta por árboles de aspecto esbelto, arbustos aromáticos y leñosos de hoja perenne, productores de flores que frecuentemente producen frutas comestibles. Un estudio de Parra (2014) indica que en la flora nativa colombiana esta familia es reconocida por su presencia en todas las formaciones vegetales y en todo el gradiente altitudinal del país, además señala que los géneros *Myrcia* y *Calycolpus* incluyen a las especies nativas de esta familia en el territorio nacional. Por tratarse de árboles y arbustos florales y frutales son un gran atractivo para los gremios tróficos de granívoras, semilleras y frugívoras, en Rosero (2010) se registran estas plantas como alimento para aves ya que contienen frutos y muchas semillas diminutas.

Por otra parte, en la cobertura de cercas vivas las familias vegetales con mayor representación fueron la Fabaceae con los géneros y especies *Acacia sp*, *Erythrina rubrinervia* y

*Senna sp*; seguida por la familia Myrtaceae con las especies *Eucalyptus globulus* y *Myrcia popayanensis*. De la primera familia cabe recalcar que la especie *E. rubrinervia* es nativa del territorio nacional y su distribución geográfica abarca los Andes, la Llanura del Caribe y el Pacífico (Ruiz et al, 2022). De la segunda familia, *Eucalyptus globulus* es una especie introducida en Colombia, catalogada como invasora debido a sus diversos y exitosos tipos de reproducción; es una especie de rápido crecimiento y fácil adaptación a suelos con pocos nutrientes, por lo cual estas plantaciones foráneas restringen y compiten ventajosamente con la vegetación nativa por recursos como los nutrientes, el agua, la luz y ofrecen pocos recursos para las aves (Parra, 2014). Sin embargo, hay aves que usan estas plantas como sitios de percha (Velásquez y Viancha, 2021) tal como se observó en el presente estudio con las especies de aves *Rupornis magnirostris* y *Falco sparverius ochraceus*. Adicionalmente, las plantas de la familia Fabaceae se caracterizan por presentar frutos con semillas que pueden ser alimento para especies de aves entre las que destacan aquellas que pertenecen a la familia Thraupidae (Castillo y Calderón, 2017) teniendo en cuenta que estas se mantienen en gremios tróficos de frugívoros, semilleros, insectívoros y nectarívoros como se observó en el caso de las especies *Sporophila nigricollis*, *Stilpnia heinei*, *Stilpnia vitriolina*, *Tangara vassori* y *Tiaris olivaceus*.

En la cobertura de bosque la familia Fagaceae fue la más representativa con la especie que tuvo la mayor abundancia en esta cobertura el roble andino (*Quercus humboldtii*). Al interior de este robleal se conciben funciones de conservación de la diversidad, el establecimiento y tránsito de aves, debido a que *Q. humboldtii* es considerada como especie sombrilla (Bossa et al, 2020). Otro aspecto que denota la importancia de esta especie de planta se centra en la provisión de flores y frutos, teniendo en cuenta que sobre esta cobertura se presentaron diferentes especies de aves pertenecientes a grupos tróficos de insectívoros y frugívoros. Además, en un estudio de

Mayorga y Melo (2014) reportaron que la diversidad estructural propia del bosque andino genera condiciones ecológicas que cubren gran parte de los requerimientos de la avifauna que habitan en estos bosques puesto que su estructura cerrada sirve de hábitat y refugio para numerosas especies de aves especialmente para las más pequeñas como las pertenecientes al orden Passeriformes, por ejemplo, algunas registradas en el presente estudio fueron *Diglossa albilatera*, *Pyrrhomyias cinnamomeus*, *Diglossa cyanea*, *Myioborus ornatus*, *Conirostrum albifrons*, *Pachyramphus versicolor*, entre otras, las cuales encuentran en el interior de bosque mejores condiciones ambientales para resguardo contra el viento, los depredadores, alimento y sitios para nidificar, a diferencia de algunas aves rapaces como el halcón tijereta (*Elanoides forficatus yetapa*) que no disponen de los amplios espacios abiertos que necesitan para sus prácticas de caza y vuelo (Mayorga y Melo, 2014).

Otros autores (Ramírez, 2019) indican que en el bosque también hay más presencia de ericáceas (Ericaceae) y plantas ornitócoras que ofrecen una mayor oferta alimenticia para las aves, como es el caso de colibríes observados en este estudio *Schistes geoffroyi*, *Colibri coruscans*, *Chaetocercus heliodor*, *Heliangelus amethysticollis* y aves frugívoras que son propias de áreas boscosas, por lo que la presencia de ciertas plantas junto con sus periodos de floración y fructificación influyen en atraer ciertos gremios tróficos. Una evaluación de redes mutualistas de Ramírez y Parrado-Rosselli (2021) lo demuestran con la especie *Diglossa cyanea*, encontraron que esta especie de ave tenía una alta interacción con plantas ornitócoras, además, resaltaron la presencia de las aves *Patagioenas fasciata* y *Turdus fuscater*. Cusser y Goodell (2013) y González et al. (2010) sugieren que estas especies generalistas son importantes en el bosque ya que dispersan las semillas de una gran cantidad de plantas. Por ejemplo, Robles (2004) señala que la dispersión de la planta del género *Schefflera*, (familia Araliaceae registrada también en el

presente estudio) es realizada principalmente por aves, asimismo ocurre con las especies vegetales *Myrsine coriacea* y *Clusia multiflora* (Cantillo et al., 2008).

Cabe destacar que, en la cobertura de bosque natural a diferencias de las cercas vivas y el potrero, se registran más componentes importantes de flora que no se tuvieron en cuenta en este muestreo, como lo son las plantas epífitas, lianas, hierbas terrestres, arbustos y los individuos juveniles de especies arbóreas, que no han alcanzado el diámetro mínimo definido y en conjunto pueden representar hasta el 70 % del total de las especies en un área boscosa como lo demuestran estudios realizados en Ecuador, Guayanas, Colombia, Costa Rica, Filipinas y Bolivia (Linares-Palomino et al., 2008). Dentro de este conjunto de plantas mencionadas anteriormente, las epífitas son consideradas como un microhábitat por su alta capacidad para almacenar insectos, agua, hojarasca y minerales disueltos (Ceja-Romero et al., 2008) asimismo, aumentan la heterogeneidad del hábitat creando nuevos sustratos que albergan una gran cantidad de alimento como los artrópodos que a su vez aumentan la presencia de las aves (Roth, 1976). Como es el caso de las familias Thraupidae (tángaras), Trochilidae (colibríes) y particularmente las aves frugívoras, las cuales se han reportado usando con más frecuencia las epífitas (Martínez, 2004) esto concuerda con nuestros resultados ya que fueron las familias más registradas y uno de los gremios tróficos más representativos en esta cobertura boscosa. Otra razón que explicaría la presencia de aves más recurrentes en sitios con epífitas, es porque la probabilidad de conseguir alimento es mayor y a un menor costo energético, gracias a la variabilidad de sustratos con diversos alimentos que a su vez genera la coexistencia de familias más diversas de aves (e.g., Trochilidae, Thraupidae, Furnaridae, Tyrannidae, Parulidae y Turdidae) en comparación con hábitats alterados donde se han removido estas plantas (Martínez, 2004).

## **5.2. Diversidad entre las coberturas vegetales**

### ***5.2.1. Avifauna***

Las estimaciones de diversidad y composición de las especies de avifauna registradas en los tres tipos de hábitats naturales y modificados permitieron entender de qué manera se está estructurando el ensamblaje de aves. En este estudio se obtuvo el 6.8% del total de especies de aves reportadas para el Departamento de Santander (1.012 spp) (SiB Colombia, 2020). En cuanto al análisis de los datos de diversidad biológica, los valores de completitud de la muestra indicaron una buena cobertura de muestreo para los tres tipos de hábitats evaluados (Hsieh y Chao, 2016). Sin embargo, para bosques se ha reportado que por presentar follajes densos la detección de aves se torna más difícil (González-Ortega y Morales-Pérez, 1998) y a su vez, la temporada migratoria o reproductiva de las especies también influye en su presencia-ausencia (Rangel-Salazar et al., 2005). Además, Pineda y Moreno (2015) plantean que las especies no muestreadas pertenecen a la proporción del “déficit de la cobertura”, la cual se obtiene al restar el valor de la cobertura de muestreo de la unidad, dicho de otra manera, este déficit hace referencia a la probabilidad de que una nueva especie sea registrada si se incrementase la muestra.

En el análisis de riqueza, el bosque natural representó el hábitat con mayor riqueza, diversidad y equidad respecto a las otras dos coberturas, esto se debe a varios factores, según Harvey et al. (2008) los bosques cuentan con una mayor complejidad en la estructura de la vegetación, por tanto, es de esperarse encontrar una mayor diversidad de aves en esta cobertura, además, en estudios se ha demostrado que proveen y ofrecen gran variedad de hábitats y recursos diversos para muchas especies de aves, proporcionando alimentos clave para dietas basadas en frutos, insectos y néctar permitiendo la coexistencia de numerosas especies (DeWalt et al., 2003). Otros autores como Bojorges y López-Mata (2006) plantean que la riqueza de aves se

encuentra fuertemente asociada con la diversidad de plantas y, por tanto, la modificación de coberturas nativas por pastos, conlleva a la pérdida de la riqueza y abundancia de plantas de las que las aves dependían para su alimentación y refugio. Sin embargo, en este estudio el bosque fue menos diverso a nivel de familias y especies vegetales en comparación con las cercas vivas y los potreros con árboles dispersos, pero en el bosque a diferencia de las otras coberturas se observó una mayor cobertura arbórea con abundante presencia de epífitas, arbustos, herbáceas, musgos y líquenes, particularmente las epífitas se consideran un componente importante en la dinámica de las comunidades biológicas ya que al estratificarse verticalmente desde los troncos de los árboles hasta las copas del dosel, ofrecen una gran variedad de nichos y recursos como alimento, perchas y dormitorios que son aprovechados por las aves (Ceja-Romero et al., 2008). Asimismo, las áreas boscosas brindan un refugio importante para las aves dependientes de bosque al permitir su mayor supervivencia, ya que algunas especies son poco tolerantes a las áreas abiertas intervenidas (Mendoza et al., 2008).

La estructura vegetal del bosque andino favoreció la presencia de algunas especies del orden Galliformes como la pava *Penelope montagnii*, ya que estas aves anidan entre las raíces de los árboles, usan troncos de árboles caídos para forrajear, refugiarse y están restringidas a ambientes mejor conservados, donde existe mayor heterogeneidad de microhábitats (Eisermman, 2006). Además de permitir la presencia de aves pertenecientes al orden Apodiformes y, en particular, la familia Trochilidae, representada en el presente estudio por las especies *Adelomyia melanogenys*, *Chaetocercus heliodor*, *Colibri coruscans*, *Colibri cyanotus*, *Heliangelus amethysticollis* y *Schistes geoffroyi*, las cuales se relacionan con hábitats de interior de bosque para su reproducción y nidificación y a su vez dependen de especies vegetales con flores, que contengan abundante polen y néctar (Salas-Correa y Mancera-Rodríguez, 2018).

Finalmente, el bosque fue más equitativo porque los recursos se reparten mejor entre las especies. En esta cobertura boscosa hubo menos especies dominantes y menos abundantes en contraste con las coberturas de cercas vivas y potrero, donde se presentó más abundancia y dominancia de algunas especies en particular. En las cercas vivas, la especie más dominante fue *Turdus fuscater* que se asocia a hábitats intervenidos y tiene hábitos generalistas y de amplia distribución (Salas-Correa y Mancera-Rodríguez, 2018). Adicionalmente, la presencia de aves en las cercas vivas se explica también por su uso como corredor biológico, sitios de percha y refugio temporal, lo cual concuerda con lo encontrado en Fontalvo (2016).

Por otra parte, en la cobertura de potrero la dominancia y mayor abundancia de la familia Cuculidae con la especie garrapatera *Crotophaga ani* podría deberse a que esta especie se asocia con la presencia de ganado y con plantaciones agrícolas, lo cual coincide con un estudio de Martínez et al. (2013) quienes mencionan que en los potreros encontraron una mayor dominancia de especies adaptadas a áreas abiertas, que aprovechan la abundancia de invertebrados y pequeños vertebrados.

Considerando todo lo dicho anteriormente, esta investigación sugiere que los hábitats boscosos son fundamentales dentro del paisaje ya que pueden conservar ensamblajes de aves propios de bosques, las cuales no se mantendrían en los hábitats abiertos y serían los más sensibles a la perturbación antropogénica (Vilchez et al., 2014), a su vez, es importante tener en cuenta en estrategias de conservación a las coberturas de cercas vivas y los potreros con árboles dispersos como lo sugiere también Vergara (2015), ya que estas contribuyen a la oferta alimenticia, conectividad y movilidad de las especies tolerantes a áreas intervenidas o que dependen del bosque.

### **5.3. Ensamblaje de aves respecto a las coberturas vegetales**

En el Análisis de Correspondencia (CA) la mayoría de las especies de aves se agruparon en alguna de las tres coberturas; se evidenció mayor proporción de especies exclusivas en el bosque (42%), donde el *Colibrí coruscans* fue el más abundante dentro de este grupo de aves, debido probablemente a su comportamiento altamente territorial y vocal y asimismo, a la gran oferta alimenticia de flores e insectos que se encuentran en esta cobertura, recursos importantes para los colibríes (Gutiérrez et al., 2004).

En las cercas vivas, de las especies exclusivas (16%) de este hábitat, la más representativa fue el picogordo pechinegro *Pheucticus aureoventris*. Este resultado es esperable teniendo en cuenta que se ha visto que esta especie, además de usar ecosistemas naturales como matorrales y bordes de bosque, se asocia a pastizales arbolados densos, los cuales se encuentran en su mayoría compuestos por cercas vivas (Fontalvo, 2016). Además, la presencia de especies vegetales como *Eucalyptus globulus* en esta cobertura influye en la composición y abundancia de las aves que las usan predominantemente para percharse alternando actividades de movilización y traslado a través del paisaje (Fontalvo, 2016), se puede deducir que las cercas vivas son utilizadas como zonas de paso lo cual las convierte en un elemento clave para la conectividad de la zona (Bennett, 1998) como en el caso del ave *P. aureoventris*.

Dentro de la cobertura de potrero el 13% de especies exclusivas fue mejor representado por *C. ani*, aunque los potreros son hábitats más empobrecidos en la composición de aves, juegan un papel importante en el paisaje, brindando alimento, percha, refugio y anidación para una variedad de aves que son estrictas de hábitat alterados o de áreas abiertas como en el caso de la especie mencionada (Vilchez et al., 2017).

Finalmente, el 29% de especies restantes del muestreo, se consideran generalistas, debido a que se presentaron en dos o tres coberturas de forma simultánea (e.g., *E. frantzii*, *I. chrysater*,

*P. fasciata*, *R. magnirostris* y *Z. capensis*), las cuales se encontraron en las tres coberturas del presente estudio y son importantes porque ayudan a mantener los procesos ecológicos vitales para toda la zona, como polinización, control de plagas y dispersión de semillas (Rodríguez y Guido, 2017).

En cuanto al mayor recambio de especies que se presentó de una cobertura a otra, Arango-Lozano et al. (2021) sugieren que probablemente es por la gran capacidad de dispersión que tienen las aves al no verse afectadas por alguna barrera biogeográfica para encontrar los hábitats de preferencia y así, es menos probable que ocurra un evento de extinción local de taxones; a su vez, el bosque al presentar el mayor anidamiento entre las coberturas provee un valor ecológico de gran importancia como sitio de refugio y supervivencia para numerosas especies de aves (Mendoza et al., 2008), este componente puede ser un atributo fundamental para la elaboración de planes de conservación de aves que habitan el bosque montano andino como lo sugerido por (Arango-Lozano et al., 2021).

#### **5.4. Asociación entre las variables de la estructura de la vegetación y la diversidad taxonómica de las aves en las tres coberturas muestreadas**

El Análisis de Redundancia (RDA) indicó que todas las cinco variables de la estructura de la vegetación influyeron significativamente en la distribución espacial de la composición de aves en las tres coberturas, dichas variables fueron: número de árboles, altura de los árboles, número de especies vegetales, apertura del dosel y DAP. Sin embargo, se encontraron dos variables con mayor valor de significancia, estas correspondieron al número de árboles (\*\*\*) y la altura de los mismos (\*\*), las cuales se asocian con el valor más alto de diversidad de aves obtenido en el bosque natural respecto a las otras coberturas, donde se encontró la mayor cobertura arbórea (41 individuos) y mayores alturas de árboles adultos con predominancia de la

especie del roble nativo *Q. humboldtii* que presenta generalmente una altura de 14 a 25 m (Arroyave et al., 2014). Estos resultados son similares a lo descrito por Salas-Correa y Mancera-Rodríguez (2018) donde encontraron la asociación de mayores valores de número y altura máxima de árboles y área basal con la riqueza de aves registrada, los autores señalan que estas características estructurales regulan la temperatura del interior de bosque, la cantidad de luz y facilitan el incremento de humedad lo que favorece la descomposición de la hojarasca y permite el aumento de nichos ecológicos para las aves, especialmente para las más sensibles a la alteración del hábitat (Renjifo et al., 2014). En otro estudio de Sánchez et al. (2011) señalan que la mayor altura de los árboles indica mayor madurez arbórea lo cual proporciona a las aves más cantidad de ramas, huecos para anidar y plantas trepadoras para usar.

Otros estudios difieren, han indicado que la riqueza y abundancia de la avifauna está asociada a la presencia y riqueza de árboles, ya que aumentan la cantidad y variedad de recursos para las aves (Mills et al., 1991); asimismo, lo señala Vélchez et al. (2008) quienes determinaron que la diversidad de árboles fue la variable que mejor discriminaba la variación de la diversidad de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado por ganadería, hábitat que se conoce como pastizal donde hay menor estructura y composición vegetal, menor cobertura del dosel y menor número de árboles (Casas et al., 2016). Por su parte, Sáenz et al. (2006) encontraron alta correlación entre la riqueza de aves y la riqueza y cobertura de la vegetación, siendo la cobertura del dosel la variable que mejor explicaba la alta riqueza de avifauna en un paisaje fragmentado en Matiguás, Nicaragua. En Costa Rica, Cárdenas et al. (2003) encontraron que, en potreros de alta cobertura arbórea y bosques ribereños, hubo más diversidad de aves en comparación con fragmentos de bosque seco y potreros de baja cobertura.

Varias investigaciones refuerzan que la complejidad estructural de la vegetación incrementa la heterogeneidad del hábitat y consecuentemente aumenta la diversidad de aves (Harvey et al., 2008; Wang et al., 2014). Sin embargo, se considera que la selección del hábitat por parte de las aves no depende de un solo factor (James y Wamer, 1982; Freifeld, 1999), sino de la combinación de varios de estos componentes como lo son la estructura de la vegetación, la cobertura, la diversidad y composición florística (Gillespie y Walter, 2001) ya que se ha reportado que hay sitios donde la composición y estructura de las comunidades de aves está más relacionada con la composición de la vegetación, que por sus atributos fisionómicos y se cree que este patrón se presenta cuando hay relaciones particulares de alimentación y oferta de alimento (Rotenberry, 1985). No obstante, la estructura de la vegetación actualmente ha sido reconocida como un factor muy importante en la composición de aves e incluso se considera que puede llegar a ser un mejor indicador para la selección de hábitat en las aves que la misma composición de las plantas, ya que la densidad y cobertura pueden influir en el comportamiento de forrajeo de los organismos (Müller et al., 2010), por ejemplo, en los bosques que cuentan con árboles de grandes diámetros (DAP) como el roble (*Q.humboldtii*), usualmente se asocian con una compleja estructura vegetal conformada por epífitas, plantas de sotobosque y numerosos vertebrados e invertebrados (Lutz et al., 2009) que ofrecen una mayor disponibilidad de alimento, sitios de protección contra alteraciones ambientales y depredadores, así como también mayor disponibilidad de recursos para construir nidos, favoreciendo la diversidad de aves (Santamaría-Rivero et al., 2016).

En suma, todos los resultados obtenidos y los estudios encontrados en la presente investigación, refuerzan la asociación que tienen los ensamblajes de aves con los atributos de la vegetación, lo que indica que a medida que se comprendan más los factores que determinan la

selección del hábitat de las aves, la avifauna se verá favorecida no solo por la conservación de las características de la vegetación nativa sino también por el manejo de las áreas intervenidas para futuros planes de conservación. Teniendo en cuenta la priorización de aves de interior del bosque particularmente insectívoras y nectarívoras ya que son las más afectadas negativamente por la alteración del hábitat tanto en términos de especies, riqueza y densidad (O'Dea y Whittaker, 2006), mientras que las aves de cercas vivas son más resilientes a cierto grado de modificación, pero también disminuyen notoriamente en áreas intervenidas, por su parte, las aves de potrero son más tolerantes a la presión antropogénica, sin embargo, conducen a un empobrecimiento del ensamblaje de aves en el paisaje debido a sus características generalistas y de mayor abundancia. Por tanto, se recomienda la aplicación de estrategias para conservar los bosques montanos en esta zona rural ya que son hábitats de gran importancia para la supervivencia de numerosas especies de aves andinas.

## 6. Conclusiones

En general, se logró determinar una relación entre la estructura de la vegetación y la diversidad taxonómica de las aves en los tres tipos de hábitats muestreados. Siendo la cobertura del bosque natural la más diversa, seguida por la cobertura de cercas vivas y, por último, la del potrero.

En la estimación de la composición y diversidad taxonómica de la avifauna se encontraron 69 especies de aves pertenecientes a 9 órdenes, 24 familias y 57 géneros en los tres tipos de hábitats; 47 especies en el bosque, 29 en las cercas vivas y 21 especies en los potreros.

Comparando la composición de especies de aves entre los sitios muestreados se encontraron 31 especies exclusivas en el hábitat boscoso y 9 especies únicas tanto en cercas vivas como en el potrero. En los tres hábitats predominó el gremio trófico de insectívoras; en el bosque y las cercas vivas las aves frugívoras fue el segundo grupo más abundante mientras que en el potrero fueron las granívoras. Además, la distribución diferencial de la composición del ensamblaje de aves se explicó principalmente por el recambio de especies entre las coberturas.

Se determinó que las variables de la estructura de la vegetación que más influyeron en las disimilitudes de la diversidad taxonómica de las aves entre los sitios muestreados fueron el número y la altura de los árboles.

## **7. Recomendaciones**

De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda la ampliación del presente estudio por medio de una investigación que permita reconocer no solo la diversidad taxonómica, sino también funcional de las especies descritas incluyendo más variables de la estructura vegetal.

### Referencias Bibliográficas

- Andino, L. (2014). *Factores que influyen en la diversidad taxonómica y funcional de aves en un paisaje dominado por café en la Sierra de Apaneca en El Salvador* (Tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7119/Factores\\_que\\_influyen\\_en\\_la\\_diversidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7119/Factores_que_influyen_en_la_diversidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Andrade, M. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 491-508. <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA292087358&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=03703908&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7Ed4f65e>  
52
- Arango-Lozano, O., Castaño-Osorio, E., Peña-Vergara, C., Lopez-Florez, D., Sánchez-Bellaiza, D., Guerrero-Peláez, S. y Patiño-Siro, D. (2021). Structure and composition of bird assemblage of two types of habitats in the IBA site Natural Reserve La Patasola, Central Andes of Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 13(2), e865. <https://recia.edu.co/index.php/recia/article/view/865>
- Arroyave, M., Posada, M. y Gutiérrez, M. (2014). *Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá*. Universidad EIA. <http://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co>
- Asociación Colombiana de Ornitología. (2020). Lista de referencia de especies de aves de Colombia. *Asociación Colombiana de Ornitología*, 2020(2).

- [https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=aco\\_listaavescolombia2017#anchor-dataRecords](https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=aco_listaavescolombia2017#anchor-dataRecords)
- Ávila-Campos, J. (2016). Lista de aves de alta montaña de la serranía de Los Picachos, San Vicente del Caguán, Caquetá, Colombia. *Biota Colombiana*, 17(2), 103-113. <https://doi.org/10.21068/C2016v17s02a06>
- Ayerbe-Quiñones, F. (2019). *Guía ilustrada de la avifauna colombiana*. Wildlife Conservation Society. Punto Aparte Bookvertising.
- Baselga, A. (2010). Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19(1), 134-143. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>
- Baselga, A. y Orme, C. (2012). Betapart: An R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(5), 808-812. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00224.x>
- Becerra-Bejarano, A., Robledo-Mosquera, K. y Rengifo-Mosquera, J. (2015). Aves de la parcela permanente de investigación biológica, en Salero, municipio de Unión Panamericana, Chocó, Colombia. *Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, 34(2), 109-128. <https://revistas.utch.edu.co/index.php/revinvestigacion/article/view/796/670>
- Bennett, A. (1998). *Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation*. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/FR-021-Es.pdf>
- Birds-Colombia. (2020). *Toda la información sobre las aves de Colombia*. [www.birdscolombia.com](http://www.birdscolombia.com)
- Bregman, T. P., Sekercioglu, C. H. y Tobias, J. A. (2014). Global patterns and predictors of bird species responses to forest fragmentation: Implications for ecosystem function and

- conservation. *Biological Conservation*, 169, 372-383.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.024>
- Bohórquez, C. (2002). La avifauna de la vertiente oriental de los Andes de Colombia. Tres evaluaciones en elevación subtropical. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 26(100), 419-442. [https://www.accefyn.com/revista/Vol\\_26/100/419-442.pdf](https://www.accefyn.com/revista/Vol_26/100/419-442.pdf)
- Bojorges, J. y López-Mata, L. (2006). Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Revista mexicana de Biodiversidad*, 77(2), 235-249.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42577210>
- Borcard, D., Gillet, F. y Legendre, P. (2011). *Numerical ecology with R*. Springer International Publishing.
- Bossa, R., Garavito, B. y Lopez, R. (2020). Lineamientos para la conservación de *Quercus humboldtii* (Fagaceae) en la provincia del Guavio, Cundinamarca. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 12(1), 33-47. <https://doi.org/10.46571/JCI.2020.1.4>
- Cantillo, E., Castiblanco, V., Pinilla, D. y Alvarado, C. (2008). Caracterización y valoración del potencial de regeneración del banco de semillas germinable de la reserva forestal Cárpatos (Guasca, Cundinamarca). *Colombia forestal*, 11(1), 45-70.  
<https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939611004.pdf>
- Cárdenas, G., Harvey, C., Ibrahim, M. y Finegan, B. (2003). Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(1), 39-40.  
[https://www.academia.edu/25660032/Diversidad\\_Y\\_Riqueza\\_De\\_Aves\\_En\\_Diferentes\\_H%C3%A1bitats\\_En\\_Un\\_Paisaje\\_Fragmentado\\_En\\_Ca%C3%B1as\\_Costa\\_Rica](https://www.academia.edu/25660032/Diversidad_Y_Riqueza_De_Aves_En_Diferentes_H%C3%A1bitats_En_Un_Paisaje_Fragmentado_En_Ca%C3%B1as_Costa_Rica)

- Carranza-Quiceno, J., Henao-Isaza, J. y Castaño, J. (2018). Avifauna de un paisaje rural heterogéneo en Risaralda, Cordillera Central de Colombia. *Biota Colombiana*, 19(2), 92-104. <https://doi.org/10.21068/c2018.v19n02a08>
- Casas, G., Darski, B., Ferreira, P., Kindel, A. y Müller, S. (2016). Habitat structure influences the diversity, richness, and composition of bird assemblages in successional atlantic rain forests. *Tropical Conservation Science*, 9(1), 503-524. <https://doi.org/10.1177/194008291600900126>
- Castillo-Figueroa, D. y Collazos-González, S. (2020). Nest and egg description of the Andean Guan (*Penelope montagnii*, Cracidae). *Ornithology Research*, 28(3), 168-173. <https://doi.org/10.1007/s43388-020-00018-x>
- Castillo, Y. y Calderón, J. (2017). Plantas usadas por aves en paisajes cafeteros de Nariño, Colombia. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2), 3-18. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173402.68>
- Ceja-Romero, J., Espero., A., López, A., García, J., Mendoza, A. y Pérez, B. (2008). Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Redalyc*, 1(91), 34-41. <https://www.redalyc.org/pdf/644/64411463006.pdf>
- Cepeda-González, M., Escalona-Segura, G., Montero-Muñoz, J., Méndez-González, M., Pozo, C. y Hernández-Betancourt, S. (2011). Composición de especies de aves en potreros de matrices de origen antropogénico y mixto en la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, Yucatán, México. *Brenesia*, 75(76), 37-48. [https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1214/1/id27600\\_2011\\_Cepeda\\_Maria.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1214/1/id27600_2011_Cepeda_Maria.pdf)

- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T., Sander, E. L., Ma, K., Colwell, R. K. y Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1), 45-67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Chao, A. y Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: Standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chazdon, R. (2014). *Second growth: the promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. University of Chicago Press. <https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/S/bo17407876.html>
- CHELSEA. (2022). *Chelsea climate climatologies at high resolution for the earth's land surface areas*. <https://chelsea-climate.org/>
- Córdoba-Córdoba, S. y Echaverry-Galvis, M. (2006). Diversidad de aves de los bosques mixtos y de roble del Santuario de flora y fauna de Iguaque, Boyacá. En C. Solano G. y N. Vargas (Eds.), *Memorias del I Seminario Internacional de Roble y Ecosistemas Asociados* (pp. 119-128). Fundación Natura Colombia.
- Cornell Lab of Ornithology. (2019). *All About Birds*. Cornell University, Ithaca, New York. <https://www.birds.cornell.edu/home/>
- Cusser, S. y Goodell, K. (2013). Diversity and distribution of floral resources influence the restoration of plant-pollinator networks on a reclaimed strip mine. *Restoration Ecology*, 21(6), 713-721. <https://doi.org/10.1111/rec.12003>

- De la Ossa-Lacayo, A. (2013). Cercas vivas y su importancia ambiental en la conservación de avifauna nativa. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5(1), 171-193. <https://doi.org/10.24188/recia.v5.n1.2013.483>
- DeWalt, S., Maliakal, S. y Denslow, J. (2003). Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. *Forest Ecology and Management*, 182(1-3), 139-151. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00029-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00029-X)
- Dobrovolski, R., Melo, A. S., Cassemiro, F. y Diniz-Filho, J. (2012). Climatic history and dispersal ability explain the relative importance of turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 21(2), 191-197. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00671.x>
- Eisermman, K. (2006). Conserving Cracids: The most threatened family of birds in the Americas. *PATO-POC Boletín de la Sociedad Gutemalteca de Ornitología*, 3(1813-4017), 42-44. <https://www.avesdeguatemala.org/boletin/patopoc3print.pdf#page=42>
- Fontalvo, Y. (2016). *Efecto del contexto paisajístico sobre la composición y riqueza de la avifauna de las cercas vivas del borde, Norte de Bogotá* (Tesis de maestría). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia. <https://core.ac.uk/download/pdf/326428989.pdf>
- Frazer, G., Canham, C. y Lertzman, K. (1999). *Gap light analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour sheye photographs, user's manual and program documentation*. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, USA. <http://rem-main.rem.sfu.ca/downloads/Forestry/GLAV2UsersManual.pdf>

- Freifeld, H. (1999). Habitat relationships of forest birds on Tutuila island, America Samoa. *Journal of Biogeography*, 26(6), 1191-1213. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00349.x>
- Freile, J., Parra, J. y Graham, C. (2010). Distribution and conservation of *Grallaria* and *Grallaricula antpittas* (Grallariidae) in Ecuador. *Bird Conservation International*, 20(4), 410-431. <https://doi.org/10.1017/S0959270910000262>
- García-Monroy, J., Morales-González, O. y Carvajal-Cogollo, J. (2020). Nuevos registros de aves para la Serranía de Las Quinchas, Colombia: Actualización del inventario y comentarios sobre distribuciones en un gradiente altitudinal. *Lista de verificación*, 16(6), 1475-1518. <https://doi.org/10.15560/16.6.1475>
- Gillespie, T. y Walter, H. (2001). Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography*, 28(5), 651-662. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00575.x>
- Gómez, Y., Rivera, A., Gómez, J. y Vargas, N. (2008). Inventario preliminar de aves en dos fragmentos de bosque en la cordillera oriental de los Andes colombianos. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 11(2), 109-119. <https://doi.org/10.31910/rudca.v11.n2.2008.628>
- González, A., Dalsgaard, B. y Olesen, J. (2010). Centrality measures and the importance of generalist species in pollination networks. *Ecological complexity*, 7(1), 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.03.008>
- González-Ortega, M. y Morales-Pérez, J. (1998) Distribución vertical de la avifauna en un bosque templado de Zinacantán, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 75(1), 125–142. <https://doi.org/10.21829/azm.1998.75751710>

- Google-Earth. (2022). *Google Earth pro*. <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- Gray, M., Baldauf, S., Mayhew, P. y Hill, J. (2007). The response of avian feeding guilds to tropical forest disturbance. *Conservation Biology*, 21(1), 133-141. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00557.x>
- Gutiérrez, A., Rojas-Nossa, S. y Stiles, F. (2004). Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos. *Ornitología Neotropical*, 15(1), 205-213. <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/on/v015s/p0205-p0214.pdf>
- Gutiérrez-Zamora, A. (2008). Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la cordillera oriental de Colombia. *Ornitología Colombiana*, 7(1), 17-42. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/175>
- Hammer, Ø., Harper, D. y Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4(1), 1-9. [https://paleo.carleton.ca/2001\\_1/past/past.pdf](https://paleo.carleton.ca/2001_1/past/past.pdf)
- Harvey, C., Guindon, C., Haber, W., DeRosier, D. y Murray, K. (2008). Importancia de los fragmentos de bosque, los árboles dispersos y las cortinas rompevientos para la biodiversidad local y regional: El caso de Monteverde, Costa Rica. En C. Harvey y J. Sáenz (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica* (pp. 289-325). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad
- Holdridge, L. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105(2727), 367-368. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.105.2727.367>

- Hsieh, T. y Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- IDEAM. (2014). *Regionalización de Colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual, a través análisis de componentes principales (ACP)*. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21141/Regionalizacion+de+la+Precipitacion+Media+Mensual/1239c8b3-299d-4099-bf52-55a414557119>
- IUCN. (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <https://www.iucnredlist.org>
- James, F. y Wamer, N. (1982). Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology*, 63(1), 159-171. <https://doi.org/10.2307/1937041>
- Jost, L. (2010). The relation between evenness and diversity. *Diversity*, 2(2), 207-232. <https://doi.org/10.3390/d2020207>
- Kattan, G., Alvarez-López, H. y Giraldo, M. (1994). Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology*, 8(1), 138-146. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08010138.x>
- Kattan, G., Franco, P., Saavedra, C., Valderrama, C., Rojas, V., Osorio, D. y Martínez, J. (2006). Spatial components of bird diversity in the Andes of Colombia: Implications for designing a regional reserve system. *Conservation Biology*, 20(4), 1203-1211. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00402.x>
- Kissling, W.D., Rahbek, C. y Böhning-Gaese, K. (2007) Food plant diversity as broad-scale determinant of avian frugivore richness. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, 274(1611), 799–808. doi:10.1098/rspb.2006.0311

- Laurance, W. y Bierregaard, J. (Eds.). (1997). Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. *The University of Chicago Press*. Chicago, USA. <https://books.google.com.co/books?id=hkHB9I8PCIC&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Linares-Palomino, R., Cardona, V., Hennig, E., Hensen, I., Hoffman, D., Lendzión, J., Soto, D., Herzog, S. y Kessler, M. (2008). Non-woody life-form contribution to vascular plant species richness in a tropical American forest. In: A. Van der Valk, A. (Eds.), *Forest Ecology* (pp. 87–99). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2795-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2795-5_8)
- Loiselle, B. y Blake, J. (1991). Temporal variation in Birds and fruits along an elevational gradient in Costa Rica. *Ecology*, 72(1), 180-193. <https://doi.org/10.2307/1938913>
- Lutz, J., Wagtenonk, J. y Franklin, J. (2009). Twentieth-century decline of large-diameter trees in Yosemite National Park, California, USA. *Forest Ecology and Management*, 257(11), 2296-2307. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.009>
- Mandujano, S. y Pérez-Solano, L. (2019). Fototrampeo en R: Organización y análisis de datos. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 10(1), 978-607-7579-90-8. [https://www.researchgate.net/profile/Salvador-Mandujano/publication/348922971\\_Fototrampeo\\_en\\_R\\_Organizacion\\_y\\_Analisis\\_de\\_Datos\\_Volumen\\_I/links/6016ff3992851c2d4d0a7804/Fototrampeo-en-R-Organizacion-y-Analisis-de-Datos-Volumen-I.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Salvador-Mandujano/publication/348922971_Fototrampeo_en_R_Organizacion_y_Analisis_de_Datos_Volumen_I/links/6016ff3992851c2d4d0a7804/Fototrampeo-en-R-Organizacion-y-Analisis-de-Datos-Volumen-I.pdf)
- Martin, P. y Greeney, H. (2006). Description of the nest, eggs and nestling period of the Chestnut-crowned Antpitta *Grallaria ruficapilla* from the eastern Ecuadorian Andes. *Cotinga*, 25(1), 47-49. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.700.280&rep=rep1&type=pdf>

- Martínez, A. (2004). *Estudio de la presencia de las epifitas para las poblaciones de aves de un cafetal de sombra en Coatepec, Ver* (Tesis de especialización). Universidad Veracruzana, Xalapa, México.  
<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/51870/MartinezFernandezAlberto.pdf?sequence=1>
- Martínez-Bravo, C., Mancera-Rodríguez, N. y Buitrago-Franco, G. (2013). Diversidad de aves en el Centro Agropecuario Cotové, Santa Fe de Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 61(4), 1597-1617. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/12801>
- Martínez, C., Mancera, N. y Buitrago, G. (2013). Diversidad de aves en el centro agropecuario Cotové, Santa Fe de Antioquia, Colombia. *Revista Biología Tropical*, 61(4), 0034-7744. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442013000500006](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442013000500006)
- Martínez, O. y Rechberger, J. (2007). Características de la avifauna en un gradiente altitudinal de un bosque nublado andino en La Paz, Bolivia. *Revista Peruana de Biología*, 14(2), 225-236. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i2.1745>
- Mayorga, J. y Melo, J. (2014). Aves de la vereda San Gil, municipio de Gutiérrez, Cundinamarca-Birds of the sidewalk San Gil, Gutierrez township, Cundinamarca. *Revista científica*, 19(2), 118-133. <https://doi.org/10.14483/23448350.6499>
- McIntyre, N. (1995). Effects of forest patch size on avian diversity. *Landscape Ecology*, 10(2), 85-99. <https://doi.org/10.1007/BF00153826>
- McMullan, M. (2018). *Field Guide to the Birds of Colombia*. Rey Naranjo Editores, Bogotá.
- Mendoza, J., Jiménez, E., Lozano-Zambrano, F., Renjifo, L. y Caicedo-Rosales, P. (2008). Identificación de elementos del paisaje prioritarios para la conservación de la biodiversidad en paisajes rurales de los andes centrales de Colombia. En C. Harvey y J.

- Sáenz (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica* (pp. 252-288). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).
- Mills, G., Dunning, J. y Bates, J. (1991). The relationship between breeding bird density and vegetation volume. *The Wilson Bulletin*, 103(3), 468-479.  
<http://www.jstor.org/stable/4163050>
- Morales-Pérez, L. (2002). *Efecto de la modificación del hábitat sobre la avifauna terrestre de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y sus alrededores* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. México.  
<http://132.248.9.195/ppt2002/0305271/0305271.pdf>
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología vegetal*. <http://www.bionica.info/Biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>
- Mumme, R. (2002). Scare tactics in a Neotropical warbler: white tail feathers enhance flush-pursuit foraging performance in the slate-throated redstart (*Myioborus miniatus*). *The Auk*, 119(4), 1024-1035. <https://doi.org/10.1093/auk/119.4.1024>
- Müller, J., Stadler, J. y Brandl, R. (2010). Composition versus physiognomy of vegetation as predictors of bird assemblages: The role of lidar. *Remote Sensing of Environment*, 114(3), 490-495. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.10.006>
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., Fonseca, G. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.  
<https://doi.org/10.1038/35002501>

- Nadkarni, N. y Matelson, T. (1989). Bird use of epiphyte resources in neotropical trees. *The Condor*, 91(4), 891-907. <https://doi.org/10.2307/1368074>
- O'Dea, N. y Whittaker, R. J. (2006). How resilient are Andean montane forest bird communities to habitat degradation? *Conservation and Biodiversity*, 16(4), 1131-1159. [doi:10.1007/s10531-006-9095-9](https://doi.org/10.1007/s10531-006-9095-9)
- Parra, C. (2014). Sinopsis de la familia Myrtaceae y clave para la identificación de los géneros nativos e introducidos en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(148), 261-277. <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v38n148/v38n148a03.pdf>
- Pérez, A. (2000). La estructura ecológica principal de la Sabana de Bogotá. *Sociedad Geográfica de Colombia*, 1(1), 1-37. [https://sogeocol.edu.co/documentos/est\\_eco.pdf](https://sogeocol.edu.co/documentos/est_eco.pdf)
- Pérez, Y., Valdés, R., Castellanos, L., López, A. y León, J. (2020). Myrtaceae alternativa para el control de plagas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 33-36. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/417/395>
- Pineda, E. y Moreno, C. (2015). Evaluación de la diversidad de especies en ensamblajes de vertebrados: un primer acercamiento midiendo y comparando la riqueza de especies. En S. Gallina-Tessaro (Ed.), *Manual de técnicas del estudio de la fauna* (pp. 115-133). Instituto Literario de Veracruz. [http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV\\_pdf/libros/tecnicas\\_fauna.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/tecnicas_fauna.pdf)
- Pinos, M. y Tenesaca, C. (2015). *Diversidad y biomasa de artrópodos disponibles como recurso alimenticio para las aves en bosques andinos a través de tres técnicas de colecta* (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4845>

- Puebla-Olivares, F., Bonaccorso, E., De Los Monteros, A., Omland, K., Llorente-Bousquets, J., Peterson, A. y Navarro-Sigüenza, A. (2008). Speciation in the emerald toucanet (*Aulacorhynchus prasinus*) complex. *The Auk*, 125(1), 39-50. <https://doi.org/10.1525/auk.2008.125.1.39>
- QGIS. (2022). *Geographic Information System*. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- Ramírez-Albores, J. (2010). Diversidad de aves de hábitats naturales y modificados en un paisaje de la Depresión Central de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 511-528. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/5225>
- Ramírez, A. y Parrado-Rosselli, A. (2021). Evaluación de la trayectoria de la restauración en un bosque andino a través de redes mutualistas de dispersión de semillas. *Colombia forestal*, 24(1), 108-122. <https://doi.org/10.14483/2256201X.15618>
- Ramírez, A. (2019). *Evaluación de la trayectoria de la restauración a través de las aves: Análisis de la recuperación de la composición y las interacciones en un bosque andino* (Tesis de maestría). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/11349/23231>
- Rangel, J. y Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. *Colombia diversidad Biótica*, 2(1), 59-82. <https://issuu.com/diversidadbiotica/docs/indice-dbi>
- Rangel-Salazar, J., Enríquez, P. y Will, T. (2005). Diversidad de aves en Chiapas: prioridades de investigación para su conservación. En M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.), *La diversidad biológica en Chiapas* (pp.339-362). Plaza y Valdés.
- Remsen, J., Jr., Areta, J., Bonaccorsom E., Claramunt, S., Jaramillo, A., Pacheco, J., Robbins, M., Stiles, G. y Zimmer, K. (2022). *A classification of the bird species of South America*.

- American Ornithological Society.  
<https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
- Renjifo, L. (1999). Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology*, 13(5), 1124-1139. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98311.x>
- Renjifo, L. Gómez, M., Velásquez, J., Amaya, Á., Kattan, G., Amaya, J. y Burbano, J. (2014). *Libro Rojo de Aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica*. Bogotá D.C., Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.  
[https://www.researchgate.net/publication/261992711\\_Libro\\_rojo\\_de\\_las\\_aves\\_de\\_Colombia\\_Volumen\\_1\\_bosques\\_humedos\\_de\\_los\\_Andes\\_y\\_la\\_costa\\_pacific#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/261992711_Libro_rojo_de_las_aves_de_Colombia_Volumen_1_bosques_humedos_de_los_Andes_y_la_costa_pacific#fullTextFileContent)
- Renjifo, L. (2001). Effect of natural and anthropogenic landscape matrices on the abundance of subandean bird species. *Ecological Applications*, 11(1), 14-31.  
[https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1051-0761\(2001\)011\[0014:EONAAAL\]2.0.CO;2](https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1051-0761(2001)011[0014:EONAAAL]2.0.CO;2)
- Rey, F. (1911). *Geografía de San Andrés*. Escrito caligrafiado.
- Rivera-Gutiérrez, H. (2006). Composición y estructura de una comunidad de aves en un área suburbana en el suroccidente colombiano: Composition and structure of a suburban bird community in southwestern Colombia. *Ornitología Colombiana*, 4(5), 28-38.  
<https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/91/82>
- Robles, C. (2004). *Estudio taxonómico y ecológico preliminar del género Schefflera (Araliaceae) en el área de jurisdicción de Corantioquia, como base para su conservación*

- y *aprovechamiento sostenible* (5806).  
[https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/flora/airnr\\_cn\\_5806\\_2004.pdf](https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/flora/airnr_cn_5806_2004.pdf)
- Rodríguez, C., y Guido, I. (2017). Diversidad y abundancia de aves de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes y su área de amortiguamiento, Costa Rica. *Pensamiento actual*, 17(1), 74-95. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6053581>
- Rosero, L. (2010). Dinámica anual de un ensamble de aves frugívoras y su relación con la dispersión de semillas. En C. Ortiz y A. Umba (Eds.), *Estudios ecológicos en el Parque Natural Municipal Ranchería, un aporte para su conservación* (pp. 171-192). UPTC. <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/4380/1/3564.pdf>
- Rotenberry, J. (1985). The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? *Oecologia*, 67(2), 213-217.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00384286>
- Roth, R. (1976). Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology*, 57(4), 773-782.  
<https://doi.org/10.2307/1936190>
- Rudas, G., Marcelo, D., Armenteras, D., Rodríguez, N., Morales, M. y Sarmiento, L. (2007). Biodiversidad y actividad humana: Relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*.  
[https://www.academia.edu/56412877/Biodiversidad\\_y\\_Actividad\\_Humana\\_Relaciones\\_en\\_Ecosistemas\\_De\\_Bosque\\_Subandino\\_en\\_Colombia](https://www.academia.edu/56412877/Biodiversidad_y_Actividad_Humana_Relaciones_en_Ecosistemas_De_Bosque_Subandino_en_Colombia)
- Ruiz, L. K., Gradstein, S.R. y Bernal, R. (2022, febrero,11). *Erythrina rubrinervia* Kunth. *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*.  
<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

- Sáenz-Jiménez, F. (2010). Aproximación a la fauna asociada a los bosques de roble del corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque (Boyacá-Santander, Colombia). *Colombia forestal*, 13(2), 299-334. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2010.2.a08>
- Sáenz, J., Villatoro, F., Ibrahim, M., Fajardo, D. y Pérez, M. (2006). Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería En Las Américas*, 45(1), 37-48. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7723>
- Salas-Correa, A. y Mancera-Rodríguez, N. (2018). Relaciones entre la diversidad de aves y la estructura de vegetación en cuatro etapas sucesionales de bosque secundario, Antioquia, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 519-529. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.970>
- Sánchez, F. (2011). La heterogeneidad del paisaje del Borde Norte de Bogotá (Colombia) afecta la actividad de los murciélagos insectívoros. *Revista U.D.C.A actualidad y divulgación científica*, 14(1), 71-80. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n1/v14n1a10.pdf>
- Santamaria-Rivero, W., Leyequién, E., Hernandez-Stefanoni, J. y Wood, P. (2016). Influence of landscape structure and forest age on the richness and abundance of different bird feeding guilds and forest-dependent birds in a seasonal dry tropical forest of Yucatan, México. *Tropical Ecology*, 57(2), 313-332. [https://www.researchgate.net/publication/287223454\\_Influence\\_of\\_landscape\\_structure\\_and\\_forest\\_age\\_on\\_the\\_richness\\_and\\_abundance\\_of\\_different\\_bird\\_feeding\\_guilds\\_and\\_forest-dependent\\_birds\\_in\\_a\\_seasonal\\_dry\\_tropical\\_forest\\_of\\_Yucatan\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/287223454_Influence_of_landscape_structure_and_forest_age_on_the_richness_and_abundance_of_different_bird_feeding_guilds_and_forest-dependent_birds_in_a_seasonal_dry_tropical_forest_of_Yucatan_Mexico)

- Sarmiento-Garavito, L., García-Monroy, J. y Carvajal-Cogollo, J. (2022). Diversidad taxonómica y funcional de aves en un paisaje rural de bosque alto andino, Colombia. *Biología Neotropical y Conservación* 17(1), 39-57. <https://doi.org/10.3897/neotropical.17.e66096>
- Sekercioglu, C. (2012). Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forest, agroforest and agricultural areas. *Journal of Ornithology*, 153(1), 153-161. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10336-012-0869-4>
- Si, X., Baselga, A. y Ding, P. (2015). Revealing beta-diversity patterns of breeding bird and lizard communities on inundated land-bridge islands by separating the turnover and nestedness components. *Plos One*, 10 (5), e0127692. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0127692>
- SiB Colombia. (2020, abril 10). *Biodiversidad en Cifras Santander*. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. <https://santander.biodiversidad.co/>
- Stiles, G., y Bohórquez, C. (2000). Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de la Serranía de las Quinchas, Boyacá, Colombia. *Caldasia*, 22(1), 61–92. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17551>
- Stiles, G. y Rosselli, L. (1998). Inventario de las aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia*, 20(1), 29–43. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17468>
- Suárez-Sanabria, N. y Cadena, C. (2014). Diversidad y estructura de la Avifauna del Valle de Lagunillas, Parque Nacional Natural El Cocuy, Colombia. *Ornitología Colombiana*, 14(48), 48-61. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/wp-content/uploads/2014/12/MS1310d.pdf>

- Tabilo-Valdivieso, E. (2006). Avifauna del humedal Tambo-Puquíos. En P. Cepeda (Ed.), *Geoecología de los Andes desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui*. (pp. 355-379). Ediciones Universidad de La Serena. La Serena, Chile. <https://bit.ly/2TYqn9K>
- Vaccaro, S. y Bellico, M. (2019). Diversidad taxonómica y funcional de aves: Diferencias entre hábitats antrópicos en un bosque subtropical. *Ecología Austral*, 29(3), 391-404. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X2019000300008](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2019000300008)
- Vallejo-Joyas, M., Londoño-Vega, A., López-Camacho, R., Galeano, G., Álvarez-Dávila, E. y Devia-Álvarez, W. (2005). Establecimiento de parcelas permanentes. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 1(268), 1-310. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/34195>
- Vargas, O. y Pedraza, P. (2004). El Parque Nacional Natural Chingaza. *Editorial Gente Nueva*, 1(1), 1-197. [https://www.researchgate.net/profile/orlando-vargas-4/publication/259482394\\_parque\\_nacional\\_natural\\_chingaza/links/00b4952c1f5778923f000000/parque-nacional-natural-chingaza.pdf](https://www.researchgate.net/profile/orlando-vargas-4/publication/259482394_parque_nacional_natural_chingaza/links/00b4952c1f5778923f000000/parque-nacional-natural-chingaza.pdf)
- Velásquez, D. y Viancha, M. (2021). *Análisis de los impactos ecológicos de cinco especies forestales introducidas (Eucalyptus globulus, Acacia melanoxylon, Pinus patula, Acacia decurrens, Ulex europaeus) sobre los ecosistemas presentes en el Parque Natural Municipal de Nobsa, Boyacá y su propuesta de mitigación* (Tesis de especialización). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26665?show=full>
- Vergara, J. (2015). *Caracterización de la degradación y los cambios de usos de suelo en fincas ganaderas y su relación con la diversidad de aves en el Valle del Río Cesar, Colombia*

- (Tesis de maestría). Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, Turrialba, Costa Rica. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7203>
- Vílchez, S., Harvey, C. A., Sánchez, D., Medina, A. y Hernández, B. (2004). Diversidad de aves en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. *Revista Académica de la Universidad Centroamericana*, 1(68), 60-75. <https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i68.4257>
- Vílchez, S., Harvey, C., Sánchez, D., Medina, A., Hernández, B. y Taylor, R. (2008). Diversidad y composición de aves en un agropaisaje de Nicaragua. En C. Harvey y J. Sáenz (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica* (pp. 547-576). Instituto Nacional de Biodiversidad. [https://www.academia.edu/37525499/Diversidad\\_y\\_composici%C3%B3n\\_de\\_aves\\_en\\_un\\_agropaisaje\\_de\\_Nicaragua](https://www.academia.edu/37525499/Diversidad_y_composici%C3%B3n_de_aves_en_un_agropaisaje_de_Nicaragua)
- Vílchez, S., Harvey, C., Sáenz, J., Casanoves, F., Carvajal, J., Villalobos, J., Hernández, B., Medina, A., Montero, J., Sánchez, D. y Sinclair, F. (2014). Consistency in bird use of tree cover across tropical agricultural landscapes. *Ecological Applications*, 24(1), 158-168. <https://doi.org/10.1890/13-0585.1>
- Vílchez, S., Harvey, C., Sánchez, D., Medina, A. y Hernández, B. (2017). Diversidad de aves en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. *Encuentro*, 68(1), 60-75. <https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i68.4257>
- Villard M, Trzcinski, M. y Merriam, G. (1999). Fragmentation effects on forest birds: Relative influence of woodland cover and configuration on landscape occupancy. *Conservation Biology*, 13(4), 774-783. <https://www.jstor.org/stable/2641692?origin=JSTOR-pdf>

- Wang, Y., Xu, J., Chen, J., Wu, B. y Lu, Q. (2014). Influence of the habitat change for birds on community structure. *Acta Ecologica Sinica*, 34(1), 1-6.  
<https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2013.09.003>
- Weiss, S. A., Calmé, S. y Kampichler, C. (2008). Bird communities in rainforest fragments: Guild responses to habitat variables in Tabasco, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 17(1), 173-190. Doi:10.1007/s10531-007-9238-7
- Xeno-canto. (2018): Sharing bird sounds from around the world. Xeno-canto Foundation and Naturalist Biodiversity Center. <https://xeno-canto.org/>
- Zufiaurre, E. (2017). *Aves granívoras en agroecosistemas templados: su relación con el uso de lotes agrícolas y ganaderos y las características del entorno* (Tesis de Doctorado). Universidad de Buenos Aires, Argentina.  
[https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n6206\\_Zufiaurre.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6206_Zufiaurre.pdf)

**Apéndice A**

*Abundancia de la avifauna registrada en las tres coberturas vegetales muestreadas en las veredas Mogotocoro y Santo Domingo de San Andrés, Santander*

Taxa	Cobertura			Gremio trófico	Estado de distribución	Nivel de amenaza (UICN)	Método de registro
	P	CV	B				
<b>No Passeriformes</b>							
<b>Orden Piciformes</b>							
<b>Familia Picidae</b>							
<i>Colaptes rivolii</i>			1	IN - FR	R	LC	V
<i>Colaptes rubiginosus buenavistae</i>			1	IN - FR	R	LC	V
<i>Melanerpes formicivorus</i>			3	IN - FR	R	LC	V
<b>Familia Ramphastidae</b>							
<i>Aulacorhynchus prasinus albivitta</i>		8	3	FR	R	LC	V - A
<b>Familia Falconidae</b>							
<i>Falco sparverius ochraceus</i>	1	5		IN - CR	R	LC	V
<i>Milvago chimachima</i>	2			FR - CR - CA	R	LC	V
<b>Orden Columbiformes</b>							

**Familia Columbidae**

<i>Columbina talpacoti</i>	1			IN - SE	R	LC	V
<i>Leptotila verreauxi</i>	2			SE	R	LC	V
<i>Patagioenas fasciata</i>	2	7	3	FR - SE	R	LC	V
<i>Zenaida auriculata</i>	4	3		OM - SE	R	LC	V

**Orden Cathartiformes****Familia Cathartidae**

<i>Coragys atratus</i>	5			CR - CA	R	LC	V
<i>Cathartes aura</i>	1			CA	R	LC	V

**Orden Galliformes****Familia Cracidae**

<i>Penelope montagnii</i>	2	6		FR	R	LC	V - A
---------------------------	---	---	--	----	---	----	-------

**Orden Cuculiformes****Familia Cuculidae**

<i>Crotophaga ani</i>	22			IN - OM- CR - SE	R	LC	V - A
<i>Piaya cayana</i>	2	2		IN	R	LC	V

**Orden Apodiformes****Familia Trochilidae**

<i>Adelomyia melanogenys</i>	1			IN - NE	R	LC	V
<i>Chaetocercus heliodor</i>	1			IN - NE	CE	LC	V
<i>Colibri coruscans</i>	9			IN - NE	R	LC	V

<i>Colibri cyanotus</i>			5	IN - NE	N	LC	V - A
<i>Colibri thalassinus</i>			1	IN - NE	M	NT	V
<i>Heliangelus amethysticollis clarisse</i>			7	IN - NE	R	LC	V
<i>Schistes geoffroyi</i>			1	IN - NE	R	LC	V
<b>Orden Accipitriformes</b>							
<b>Familia Accipitridae</b>							
<i>Elanoides forficatus yetapa</i>			1	IN - CR	R	LC	V
<i>Rupornis magnirostris</i>	1	4	2	IN - CR	R	LC	V - A
<b>Orden Passeriformes</b>							
<b>Familia Grallariidae</b>							
<i>Grallaria ruficapilla</i>	1		2	IN	R	LC	A
<b>Familia Tyrannidae</b>							
<i>Contopus sordidulus</i>			1	IN	MB	LC	V
<i>Elaenia frantzii</i>	4	6	3	IN - SE	R	LC	V
<i>Mecocerculus leucophrys</i>			4	IN - FR	N	LC	V
<i>Phaeomyias murina</i>			1	IN - FR	R	LC	V
<i>Phyllomyias griseiceps</i>			5	IN - FR	R	LC	V
<i>Pitangus sulphuratus</i>			1	OM	R	LC	V
<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>			6	IN	R	LC	V
<i>Serpophaga cinerea</i>	1			IN	N	LC	V

<i>Tyrannus melancholicus</i>	7	6	IN - FR - CR	R	LC	V
<i>Tyrannus tyrannus</i>	4		IN - FR	MB	LC	V
<b>Familia Tityridae</b>						
<i>Pachyramphus versicolor</i>		1	IN	R	LC	V
<b>Familia Mimidae</b>						
<i>Mimus gilvus</i>	4		OM	R	LC	V
<b>Familia Fringillidae</b>						
<i>Euphonia cyanocephala</i>		2	FR	R	LC	V
<b>Familia Parulidae</b>						
<i>Mniotilta varia</i>		3	IN	M	LC	V
<i>Myioborus miniatus</i>	10	4	IN	R	LC	V
<i>Myioborus ornatus</i>		2	IN	R	LC	V
<i>Setophaga fusca</i>	3	14	IN - FR	R	LC	V
<b>Familia Troglodytidae</b>						
<i>Troglodytes aedon</i>		3	IN	R	LC	V - A
<b>Familia Passerellidae</b>						
<i>Atlapetes albofrenatus</i>		3	IN - FR	R	LC	V
<i>Atlapetes schistaceus</i>		1	IN - FR	R	LC	V
<i>Atlapetes semirufus</i>		1	FR - SE	R	LC	V
<i>Zonotrichia capensis</i>	2	29	2 SE	R	LC	V - A
<b>Familia Cardinalidae</b>						

<i>Pheucticus aureoventris</i>	8		IN - SE	R	LC	V	
<i>Piranga rubra</i>	2	3	IN - FR	R	LC	V	
<b>Familia Furnariidae</b>							
<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	1	10	IN	R	LC	V	
<i>Synallaxis azarae</i>		4	IN	R	LC	V	
<i>Synallaxis unirufa</i>		4	IN	R	LC	V	
<b>Familia Corvidae</b>							
<i>Cyanocorax yncas</i>	7	3	IN - FR	R	LC	V - A	
<b>Familia Turdidae</b>							
<i>Turdus fuscater</i>	12	35	FR - CR - SE	R	LC	V - A	
<b>Familia Icteridae</b>							
<i>Cacicus chrysonotus</i>		4	IN - SE	R	LC	V	
<i>Icterus chrysater</i>	2	5	11	IN - FR	R	LC	V - A
<i>Molothrus oryzivorus</i>	1	2	IN - FR - SE	R	LC	V	
<b>Familia Thraupidae</b>							
<i>Anisognathus igniventris</i>		1	IN - FR	R	LC	V	
<i>Conirostrum albifrons</i>		1	FR	R	LC	V	
<i>Diglossa albilatera</i>		1	FR - NE	R	LC	V	
<i>Diglossa caerulescens</i>		1	FR - NE	R	LC	V	
<i>saturata</i>						V	

<i>Diglossa cyanea</i>		1	FR - NE	R	LC	V
<i>Diglossa humeralis</i>		2	FR - NE	R	LC	V
<i>Sporathraupis</i>		1	IN - FR	R	LC	
<i>cianocephala auricrissa</i>						V
<i>Sporophila luctuosa</i>	1		SE	R	LC	V
<i>Sporophila nigricollis</i>		2	SE	R	LC	V
<i>Stilpnia heinei</i>	1	2	IN - FR	R	LC	V
<i>Stilpnia vitriolina</i>		1	IN - FR	R	LC	V
<i>Tangara vassori</i>	1	1	IN - FR	R	LC	V
<i>Tiaris olivaceus</i>		4	IN - FR	R	LC	V
<b>N° total de individuos</b>	79	166	145			

*Nota:* Los taxones se encuentran en orden filogenético. Abreviaturas: Potrero (P); Cercas Vivas (CV); Bosque (B); Insectívoros (IN); Frugívoros (FR); Semilleros (SE); Nectarívoros (NE); Carnívoros (CR); Omnívoros (OM); Carroñeros (CA); Residente (R); Nativo (N); Migratorio (M); Migratorio Boreal (MB); Preocupación menor (LC); Visual (V); Auditivo (A).

**Apéndice B**

*Estructura de la vegetación en las tres coberturas muestreadas potrero, cercas vivas y bosque*

Hábitat / Taxa	Promedio de la altura de los árboles	Promedio del DAP (m)	Promedio de la apertura del dosel	Número de árboles	Altitud (msnm)
<b>Potrero</b>					
<b>Familia Anacardiaceae</b>					
<i>Mauria sp.</i>	7	0.17		2	2.417
<b>Familia Cupressaceae</b>					
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill	16	0.65		3	2.427
<b>Familia Escalloniaceae</b>					
<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.)	9	0.24		1	2.417
Pers			97%		
<b>Familia Moraceae</b>					
<i>Ficus sp.</i>	13	0.37		1	2.417
<b>Familia Myrtaceae</b>					
<i>Calycolpus moritzianus</i> (Berg)	9	0.48		4	2.427
Burret					
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	6	0.17		1	2.427
<b>Familia Oleaceae</b>					

<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	15.5	0.285	2	2.417
<b>Familia Phyllanthaceae</b>				
<i>Hieronyma sp.</i>	10	0.6	2	2.436
<b>Familia Primulaceae</b>				
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	8	0.14	2	2.405
<b>Familia Verbenaceae</b>				
<i>Duranta mutisii</i> L.f	4	0.37	1	2.390
<b>Cercas Vivas</b>				
<b>Familia Anacardiaceae</b>				
<i>Mauria sp.</i>	9	0.35	1	2.364
<b>Familia Betulaceae</b>				
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	7	0.12	3	2.493
<b>Familia Cupressaceae</b>				
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill	10.2	0.37	5	2.500
<b>Familia Escalloniaceae</b>				
<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	7.75	0.21	2	2.500
<b>Familia Fabaceae</b>				
<i>Acacia sp.</i>	5	0.1	1	2.500
<i>Erythrina rubrinervia</i> Kunth	5.6	0.3	3	2.409

41%

<i>Senna sp.</i>	5	0.18		1	2.364
<b>Familia Lauraceae</b>					
<i>Persea americana</i> Mill.	5	0.15		1	2.364
<b>Familia Myrtaceae</b>					
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	21.3	0.35		4	2.500
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	7.6	0.16		3	2.409
<b>Familia Oleaceae</b>					
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	10	0.23		2	2.336
<b>Familia Pinaceae</b>					
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schtdl. & Cham.	10.5	0.3		2	2.493
<b>Familia Primulaceae</b>					
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	6.5	0.13		4	2.409
<b>Familia Solanaceae</b>					
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schtdl.	13.6	0.14		4	2.364
<b>Bosque</b>					
<b>Familia Araliaceae</b>					
<i>Schefflera sp.</i>	14	0.2	24%	1	2.741
<b>Familia Clusiaceae</b>					

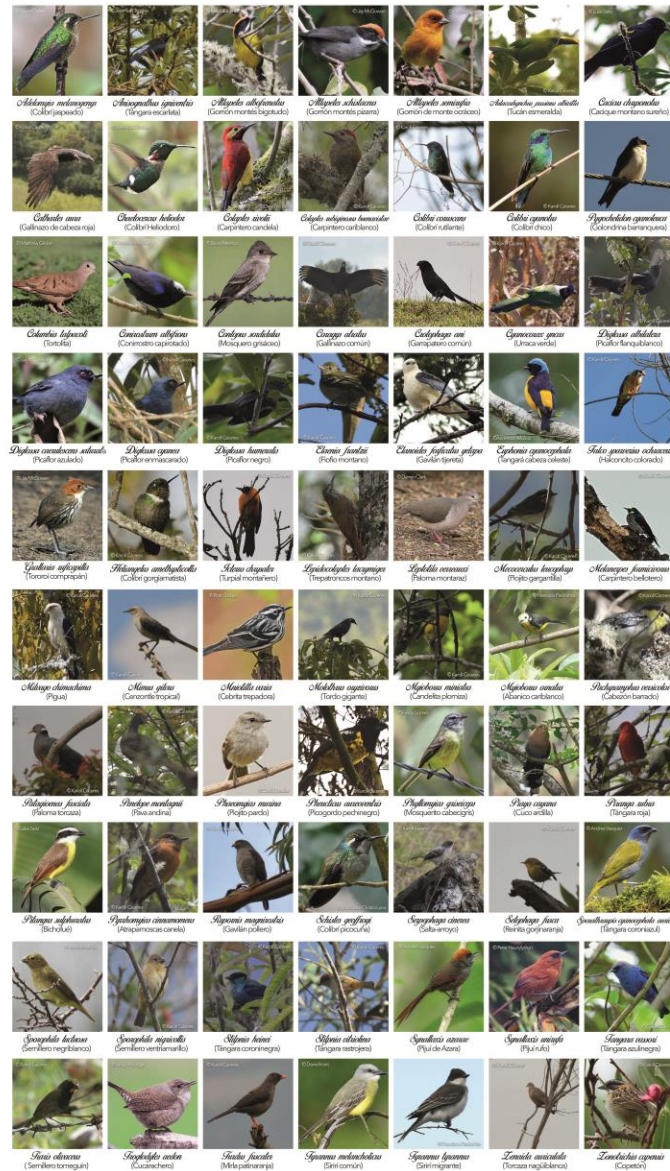
<i>Clusia multiflora</i> Kunth	18	0.17	2	2.747
<b>Familia Cunoniaceae</b>				
<i>Weinmannia tomentosa</i> L.fil.	7	0.11	1	2.734
<b>Familia Cyatheaceae</b>				
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	6	0.1	1	2.753
<b>Familia Fagaceae</b>				
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	19.67	0.25	34	2.713
<b>Familia Lauraceae</b>				
<i>Ocotea sp.</i>	25	0.28	1	2.773
<b>Familia Primulaceae</b>				
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	17	0.16	1	2.753

Apéndice C

Poster de la avifauna total registrada en el área de estudio (obsequio para la Escuela Rural

Pedro Facundo Vera, Mogotocoro, Santander)

Avifauna de Mogotocoro y Santo Domingo en San Andrés, Santander



Trabajo realizado por:  
Karoll Jibeth Cáceres Rondón