

Exploración ornitológica de los bosques montanos  
de la Cordillera Oriental Santandereana

Sergio Augusto Barreto Vargas

Trabajo de Grado para Optar al Título de Biólogo

Director

Enrique Arbeláez Cortés

Doctor en Ciencias Biológicas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2024

### **Dedicatoria**

Esta tesis de investigación se dedica con profundo cariño a mis seres más queridos. Especialmente a mi madre y mis abuelos, cuyo inquebrantable apoyo y voluntad de permitirme seguir mi pasión por la biología han sido fundamentales en mi trayectoria académica. A Mariana, mi compañera de vida, por su amor incondicional y constante estímulo, que han sido fuentes invaluable de motivación a lo largo de este proceso. Su respaldo ha sido esencial, y esta dedicación refleja mi eterna gratitud por ser el pilar de mi éxito y crecimiento personal.

### **Agradecimientos**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que fueron parte fundamental del desarrollo y culminación de este proyecto de investigación. En primer lugar, agradezco de manera especial a mi director, Enrique Arbeláez Cortés, por su inigualable guía y por compartir conmigo valiosas experiencias en campo, en laboratorio y en el aula. Su enseñanza sobre la importancia de las colecciones biológicas y su pasión por la historia han dejado una huella significativa en mi formación. Quiero extender mi agradecimiento a los demás docentes de la Escuela de Biología, quienes han contribuido de manera fundamental a mi desarrollo personal y académico. A la Universidad Industrial de Santander, por proporcionarme los espacios y recursos necesarios para llevar a cabo con éxito mis estudios. Agradezco a mi madre, Pilar Vargas, y a su esposo, Martín Higuera, por haber hecho posible mi educación, así como a Mariana Barbosa por su constante motivación y apoyo incondicional. A mis compañeros, con quienes compartí largas horas de estudio y contribuyeron significativamente en mi desarrollo cognitivo y del pensamiento crítico. Un agradecimiento especial a Briyith Arenas y Angélica Rodríguez, quienes, junto a mi director, me introdujeron al fascinante mundo de la taxidermia de aves. También, agradezco a Carlos Andrés Pinto por su colaboración en la rectificación taxonómica de los especímenes de la salida de campo y su apoyo en el proceso de ingreso a la colección. Además, agradezco a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander por su apoyo financiero al proyecto "Prevalencia y composición de hemosporidios en aves silvestres de bosques aledaños al valle del río Magdalena" (Código: VIE 3707). Asimismo, expreso mi profundo agradecimiento al Instituto Colombiano De Crédito

Educativo Y Estudios Técnicos En El Exterior "Mariano Ospina Pérez" Icetex y al Ministerio De Ciencia, Tecnología E Innovación por su contribución financiera al proyecto "Una expedición científica para enfrentar déficits en el conocimiento de la biodiversidad promoviendo la generación de productos transmedia de divulgación y la evaluación del potencial turístico en una zona de Santander, Colombia" (Código: VIE 8289-3768). Finalmente, agradezco el apoyo de VIE-UIS-2023 al Grupo de Investigación en Biodiversidad GEBIO, así como a la señora Gloria Consuelo Herrera y a todos los colaboradores de la finca El Carajo, quienes amablemente me permitieron trabajar en su predio y me brindaron todo el apoyo logístico para la recolección de datos.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	11
1. Objetivos .....	14
1.1 Objetivo general de la pasantía .....	14
1.2 Objetivo general del pasante .....	14
1.3 Objetivos específicos .....	14
2. Competencias que desarrolló el pasante .....	15
3. Metodología .....	16
3.1 Obtención de datos.....	16
3.2 Curaduría de datos .....	18
3.3 Análisis de datos .....	19
4. Resultados .....	20
5. Discusión.....	29
6. Conclusiones .....	36
7. Recomendaciones .....	37
Referencias Bibliográficas .....	39
Apéndices.....	46

## Lista de Figuras

Pág.

**Figura 1.** Exploración ornitológica de los bosques montanos de Santander. A, mapa de Santander con las localidades de bosques montanos de la Cordillera Oriental en Santander, Colombia que tienen registros de aves soportados por espécimen en colecciones biológicas desde 1916 hasta 2023, las equis rojas ilustran de forma proporcional la cantidad de especímenes recolectados en estos lugares, se observa una mayor concentración de muestreo al norte del departamento y una baja densidad de muestreo al sur y al oriente. Los *insets* a la derecha indican zonas donde se dieron: B) la primera época de muestreo (1916-1942), C) segunda época de muestreo (1943-1969), D) tercera época de muestreo (1970-1999), y E) cuarta época de muestreo (2000-2023). ..... 22

**Figura 2.** Recolección de especímenes en los bosques montanos de Santander e hitos históricos que la han marcado. A, serie temporal de la cantidad de especímenes recolectados por año durante más de un siglo, la primera línea vertical indica el fallecimiento del recolector de aves pionero de los bosques montanos de Santander Melbourne Armstrong Carriker Jr. en 1965, la segunda línea indica el inicio del Museo de historia natural y la colección de ornitología de la Universidad Industrial de Santander (UIS-AV) en 1970, mientras que la tercera línea indica la llegada del profesor Enrique Arbeláez Cortés a la Universidad Industrial de Santander en 2016 y con él la reactivación de UIS-AV como colección ornitológica; B, Fotografía de Carriker en 1952, tomada y adaptada de Union Nebraska Ornithologists (1963); C, Fotografía de los inicios del Museo de

Historia Natural y colección de ornitología UIS-AV en la que se encuentran los colectores históricos UIS, Nelson Moreno Rodríguez y Hernando Romero Zambrano, tomada y adaptada de Avendaño, J. E. (2017). ..... 24

**Figura 3.** Resumen gráfico de las principales categorías de la lista definitiva de especímenes de aves recolectados en bosques montanos de Santander. A, cantidad de especímenes recolectados por especie, destaca *Metallura tyrianthina* como la más recolectada; B, cantidad de especímenes recolectados por familia, resaltan las familias Trochilidae y Thraupidae como las que más poseen especímenes; C, cantidad de especímenes recolectados por localidad, destaca la localidad “Hacienda Las Vegas” por contar con la mayor cantidad de especímenes recolectados para los bosques montanos del departamento; D, cantidad especímenes recolectados por instituto, resalta la colección de ornitología de La Universidad Industrial de Santander, como el instituto que alberga la mayor cantidad de especímenes; E, cantidad de especímenes recolectados por colector, destaca Melbourne Armstrong Carriker Jr., como el mayor recolector de especímenes de aves de los bosques montanos de Santander..... 26

**Lista de Apéndices****pág.**

<b>Apéndice A.</b> Principales localidades de bosques montanos de la Cordillera Oriental en Santander con recolectas históricas de aves, se indica el número de especímenes recolectados, el periodo de recolecta y los colectores más importantes.....	46
<b>Apéndice B.</b> Estudios de <i>resurvey</i> ornitológico en el Neotrópico en donde se resalta el área de estudio, el periodo de comparación y los principales resultados obtenidos. ....	47
<b>Apéndice C.</b> Especímenes de aves recolectados en la finca El Carajo. Se indican las recolectas previas de los taxones obtenidos en El Carajo con detalle de los años, las localidades y los municipios en los que fueron recolectados en el pasado, el asterisco (*) indica que es producto de la salida de campo en la finca El Carajo..	49

## Resumen

**Título:** Exploración ornitológica de los bosques montanos de la Cordillera Oriental Santandereana \*

**Autor:** Sergio Augusto Barreto Vargas \*\*

**Palabras Clave:** Bosques montanos, colecciones biológicas, especímenes históricos, expediciones ornitológicas, iniciativas de reexploración, ornitología neotropical, Santander, Colombia.

**Descripción:** El conocimiento de la avifauna de los bosques montanos en el departamento de Santander ha estado históricamente respaldado por colecciones biológicas, lo que ofrece una oportunidad única para contrastar la diversidad a lo largo del tiempo. El presente estudio recopiló 3786 registros de especímenes pertenecientes a 365 especies, distribuidas en 230 géneros, 41 familias y 17 órdenes, a partir de bases de datos de colecciones biológicas, durante un periodo de recolección que ha abarcado 107 años. Destacamos la significativa contribución de M. A. Carriker Jr. y el valor de sus especímenes históricos. Indicamos la posibilidad de llevar a cabo expediciones a localidades con recolectas históricas (i.e., *resurveys*) en municipios de la provincia Soto Norte que cuentan con un muestreo histórico robusto. Se señalan zonas inexploradas de las provincias García Rovira, Vélez y Comunera como prioritarias para futuras expediciones. Las especies recolectadas en la finca El Carajo, que ya contaban con un muestreo robusto y una serie temporal importante, sugiere que han logrado tolerar la transformación que han experimentado los bosques a lo largo de más de un siglo. Estas contribuciones, en conjunto, no solo impactarán en la comprensión y conservación de la biodiversidad de aves de los bosques montanos de Santander, sino que también ofrecerán valiosas perspectivas para entender las dinámicas globales de la avifauna en ecosistemas montanos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias. Escuela de Biología.

Director: Enrique Arbeláez Cortés. Doctor en Ciencias Biológicas

### Abstract

**Title:** Ornithological exploration of the montane forests of the Eastern Range in Santander\*

**Author(s):** Sergio Augusto Barreto Vargas\*\*

**Key Words:** Biological collections, historical specimens, montane forest, Neotropical ornithology, resurvey initiatives, Santander, Colombia.

**Description:** The knowledge of the avifauna of the mountain forests in the department of Santander has historically been supported by biological collections, offering a unique opportunity to contrast diversity over time. The present study compiled 3786 records of specimens belonging to 365 species, distributed in 230 genera, 41 families, and 17 orders, from biological collection databases, over a collection period spanning 107 years. We highlight the significant contribution of M. A. Carriker Jr. and the value of his historical specimens. We indicate the possibility of conducting expeditions to locations with historical collections (i.e., *resurveys*) in municipalities of the Soto Norte province that have robust historical sampling. Unexplored areas of the García Rovira, Vélez, and Comunera provinces are identified as priorities for future expeditions. The species collected in the El Carajo estate, which already had robust sampling and an important temporal series, suggest that they have been able to tolerate the transformation that the forests have undergone over more than a century. These contributions, together, will not only impact the understanding and conservation of bird biodiversity in the mountain forests of Santander but also offer valuable insights into the global dynamics of avifauna in mountain ecosystems.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Sciences. Department of Biology.

Director: Enrique Arbeláez Cortés

## Introducción

La historia de la ornitología en Colombia inició con expediciones y recolecciones de aves llevadas a cabo por naturalistas y exploradores en la Nueva Granada en los siglos XVII y XVIII (Avendaño, 2017). A pesar de que estas exploraciones no parecían tener fines académicos sino comerciales, la adquisición de especímenes raros por coleccionistas principalmente americanos derivó en la documentación y descripción de cientos de especies nuevas (Freile & Córdoba, 2008). Este fenómeno generó un gran interés entre ornitólogos e instituciones extranjeras por el estudio de la avifauna colombiana, lo que influyó directamente en la formación de grupos y asociaciones de ornitólogos locales (Quintero, 2011). Aunque la recolección de aves en Colombia tiene una historia de más de 260 años, la mayoría de los especímenes se almacenaron en colecciones extranjeras hasta mediados del siglo XX, cuando surgieron y se consolidaron colecciones nacionales (Cuervo et al., 2006; Córdoba-Córdoba, 2009; Registro Nacional de Colecciones Biológicas, 2024).

Colombia es considerado un país megadiverso y puede albergar al 10% de todas las especies del planeta (Myers et al., 2000), en cuanto a aves con 1966 especies confirmadas, el 20% de la diversidad total (Echeverry-Galvis et al., 2022) siendo el país más diverso en este grupo taxonómico (Chaparro-Herrera et al., 2018). La región Andina en Colombia ocupa el 25% del país, pero alberga 974 especies de aves, el 50% de todo el país (Jiménez & Bolívar, 2022). De hecho, solo en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental se pueden encontrar alrededor de 500 especies de aves (Kattan et al., 2004). Santander, un departamento ubicado al noreste de Colombia, abarca alrededor de 30.537 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 2,7 % del territorio nacional (IGAC, 2003) con

un marcado gradiente altitudinal que va desde los 70 hasta más de 4000 m s.n.m, y varias zonas de vida identificadas (Castellanos, 2001) ha sido objeto de recolección de aves desde 1870, cuando Wilmott Wyatt inició la tarea, seguido por otros colectores extranjeros como Melbourne Armstrong Carriker Jr., quienes recolectaron hasta 1965 (Avendaño, 2017). A mediados del siglo XX, algunos recolectores colombianos, como Antonio Olivares o el Hermano Nicéforo María, depositaron los primeros especímenes de Santander en instituciones nacionales. Sin embargo, no fue hasta 1970 que se estableció oficialmente una colección ornitológica en el departamento (UIS-AV) y con ello una continuidad de la recolección de especímenes de aves de la región (Avendaño, 2017). Los bosques montanos de la Cordillera Oriental, y particularmente los del departamento de Santander, han sido un área de interés para ornitólogos desde hace mucho tiempo (GBIF.org, 2023), no solo por su gran diversidad, sino por la singularidad de esta, destacándose por contar con varias especies endémicas o amenazadas (Renjifo et al., 2017). A pesar de que los bosques montanos se encuentran ampliamente extendidos a lo largo de la cordillera, están muy fragmentados, principalmente a consecuencia de la deforestación y los cambios en el uso del suelo (Armenteras et al., 2017).

La existencia de especímenes de aves históricos ha permitido que para Colombia existan estudios comparando las comunidades de aves en sitios bien muestreados hace varias décadas y el presente, por ejemplo en bosques montanos de la cordillera central y occidental se ha evidenciado cambios en las comunidades de aves tras la fragmentación del paisaje para avifaunas que habían sido bien documentadas por especímenes recolectados a principios de 1900s (Kattan et al., 1994; Kattan et al., 2016; Palacio et al., 2020; Rengifo, 1999). Se han registrado extirpaciones de poblaciones, siendo especialmente vulnerables aquellas especies especialistas y que dependen de hábitats o que tienen requerimientos específicos de alimento y refugio (Palacio et al., 2020), así

como aquellas con poblaciones reducidas o restringidas geográficamente a un área pequeña (Kattan et al., 1994). Además de esto, estudios como el realizado por Castaño-Villa & Patiño-Zabala (2008) han proporcionado evidencia que sugiere que la extinción de aves en fragmentos de bosque pequeños afecta en mayor medida a las especies de interior de bosque, mientras que, en los fragmentos más grandes, son las especies generalistas o las especialistas de borde las más vulnerables. Más recientemente se han estructurado otras iniciativas como el *Colombia Resurvey Project* (Gómez et al., 2022) que buscan repetir expediciones ornitológicas a localidades que fueron exploradas hace más de un siglo y que cuentan con el soporte de especímenes históricos en museos de historia natural. No obstante, a pesar de que los bosques montanos de Santander tienen una exploración ornitológica que cubre varias décadas (GBIF.org, 2023) una iniciativa de este estilo no se ha propuesto.

Es por esta razón que el presente estudio pretende realizar una recopilación de información de registros de especímenes obtenidos en expediciones ornitológicas en los bosques montanos de la Cordillera Oriental en Santander, Colombia con el fin de identificar instituciones, colectores, taxa, fechas y particularmente las localidades geográficas muestreadas con el fin de sentar una base para la identificación de sitios que permitan hacer un estudio tipo *resurvey*, en el futuro. Además, busca identificar áreas del departamento en las cuáles aún se desconozca su avifauna de montaña o que no tengan registros soportados por espécimen en colecciones o que no hayan sido exploradas de manera reciente. Finalmente, por medio de la participación en una salida de campo se busca aportar especímenes de un bosque montano santandereano a una colección ornitológica.

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo general de la pasantía

Compilar, mediante una revisión exhaustiva y detallada, el conocimiento sobre la avifauna de los bosques montanos de la Cordillera Oriental en Santander producto de recolecta de especímenes, con el fin de reconstruir su historia e identificar sitios con buen muestreo histórico y sitios con vacíos de información en los que se priorice la realización de expediciones futuras a corto y mediano plazo.

### 1.2 Objetivo general del pasante

Asociar aspectos históricos de las expediciones ornitológicas con la diversidad de aves y la geografía de los bosques montanos en la Cordillera Oriental de Santander.

### 1.3 Objetivos específicos

1. Compilar registros de aves soportados por espécimen para los bosques montanos de Santander, disponibles en línea, para generar una base de datos.
2. Analizar las instituciones, colectores, fechas y especies recolectadas en cada expedición con especial interés en las localidades visitadas.
3. Identificar áreas de bosques montanos de la Cordillera Oriental de Santander, en las que aún no se ha explorado o que no han sido exploradas durante los últimos 70 años siendo estos posibles lugares para una reexpedición.
4. Revisar estudios de *resurveys* realizados en bosques montanos tropicales para determinar el tipo de cambios que se han documentado en la composición de especies y cuáles son las causas propuestas.

5. Aprender a recolectar, taxidermizar, curar y catalogar especímenes para una colección ornitológica durante una salida de campo a un bosque montano de Santander.

## **2. Competencias que desarrolló el pasante**

Durante el desarrollo de la pasantía de investigación, el estudiante evidencia que:

1. Comprendió la historia de las exploraciones ornitológicas en los bosques montanos de la Cordillera Oriental de Santander e identificó vacíos de información.
2. Conoció acerca de la taxonomía y diversidad de aves de la región.
3. Construyó bases de datos biológicas y comprendió su uso en la investigación científica.
4. Asoció aspectos históricos de las exploraciones ornitológicas, con la diversidad de aves y la geografía de la región.
5. Reconoció patrones de cambio en la composición de aves de bosques montanos y las posibles causas que la generan.
6. Aprendió a recolectar, preservar, catalogar e ingresar especímenes a una colección biológica.
7. Sintetizó y elaboró un informe con los resultados obtenidos en la investigación.

### 3. Metodología

#### 3.1 Obtención de datos

Para obtener información de todos los registros de aves recolectadas en Santander, se realizó una búsqueda en el GBIF (GBIF.org, 2023b), la cual se filtró por: registro basado en evidencia de tipo espécimen (“*preserved specimen*”); departamento (“*state/province*”), denotando a Santander y todas sus posibles sinonimias (e.g., Santander, Santander department, Santander Dept., Santander del Sur). También se empleó el software R (R Core Team, 2022) para hacer esta búsqueda, por medio de los paquetes *rgbif* (Chamberlain et al., 2022), *sf* (Pebesma, 2018) y *spocc* (Chamberlain et al., 2021), sin embargo, los registros fueron menos y se limitaban a aquellos que tenían la información de latitud y longitud, de manera que solo se usó la lista inicial producida con la búsqueda directa en GBIF.

Para recopilar información sobre *resurveys* para bosques montaños tropicales, se consultaron libros de texto y estudios publicados de revistas científicas. Esta información se recolectó mediante búsquedas en Scopus (Elsevier, 2024) y Google Scholar (Google, 2024). Se realizaron búsquedas avanzadas empleando palabras claves tales como: “*Ornithological resurveys*”, “*Avian resurveys*”, “*Tropical mountain bird monitoring*”, “*Bird community dynamics*”, “*Changes in bird diversity*”, “*Changes in bird species composition*”, “*Long-term bird monitoring*” se usaron además los operadores booleanos “*and*” y “*or*” combinando palabras claves como: “*historical specimen*”, “*Tropical montane forests*”, “*montane forest*”, “*mountain ecosystems*”, “*disturbance*”, “*climate change*” y “*land use changes*”. Se estableció un rango máximo de 30 años de antigüedad para las publicaciones. En el caso de los libros, se tuvieron en

cuenta principalmente aquellos relacionados a Ecología y Biología de la conservación, en especial los capítulos referentes a ecología de comunidades y sucesiones ecológicas. A partir de la búsqueda bibliográfica de los estudios de *resurveys* y teniendo en cuenta el título y la información presentada en el *abstract* se escogieron 20 artículos, priorizando aquellos que hubiesen sido realizados en el Neotrópico, así como los que mencionaban el uso de especímenes recolectados y catalogados en colecciones biológicas.

Para obtener especímenes de aves de bosque montano santandereano cerca de una de las áreas con colectas históricas, se llevó a cabo una salida de campo a la finca El Carajo, ubicada cerca del km 23 de la carretera que conduce de Bucaramanga a Cúcuta, en jurisdicción de los municipios de Floridablanca y Tona. Durante 4 días de trabajo del 9 al 12 de octubre del 2023, se ubicaron 10 redes de niebla de 6 y 12m en 3 localidades a lo largo de un sendero al interior de bosque, entre 2321 y 2350 m s.n.m. La ubicación de cada red fue georreferenciada mediante GPS. Las redes fueron abiertas al amanecer (entre las 5:20 am y las 5:45 am), la hora de cierre varió dependiendo de las condiciones climáticas, así como de la tasa de captura de individuos. Se recolectó al menos un individuo de cada especie que fue capturada por la red, excepto las especies migratorias. Los individuos fueron identificados taxonómicamente de forma preliminar por medio de diferentes guías (Hilty & Brown, 1986; McMullan et al., 2010) y preservados empleando el protocolo de taxidermia estándar (Villareal et al., 2004). Con el fin de obtener información detallada sobre cada espécimen, se anotaron datos biológicos básicos como: masa corporal, presencia de parche de incubación, protuberancia cloacal, tipo y tamaño de las gónadas porcentaje de osificación del cráneo, muda, cantidad de grasa, la presencia de anillo ocular, y los colores del iris, pico y tarso. Además, se tomaron muestras de tejido de musculo, hígado y corazón, y se conservaron las carcasas y el contenido estomacal de algunos especímenes. Las muestras se

preservaron en campo usando etanol al 96% y posteriormente se llevaron al laboratorio en donde se retiró el alcohol y se criopreservaron para ingresarlas a la colección de tejidos (UIS-CT), así como las pieles secas a la colección de Ornitología (UIS-AV) del museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander. Los datos tomados en la salida fueron digitalizados por medio del formato Darwin Core (Darwin Core Task Group, 2009) y posterior a esto se siguió el protocolo de manejo de la colección (UIS, 2021), para el ingreso a la colección de los especímenes, se elaboraron las etiquetas y se les asignó el nombre científico siguiendo la taxonomía propuesta por Gill et al (2022).

### **3.2 Curaduría de datos**

De la lista inicial de registros de especímenes recuperada de GBIF (GBIF.org, 2023b) se eliminaron todos los campos que no eran de interés (e.g., gbif ID, sexo), así como todos los registros de la Universidad Industrial de Santander, de manera que no redundaran con los que posteriormente se agregaron de la base de datos actualizada de UIS-AV, la cual se había filtrado previamente para registros de especímenes exclusivamente de Santander. Se completó la información de georreferenciación (i.e., asignación de latitud y longitud) para todos los registros que no contaban con este dato, empleando gaceteros (Paynter, 1997) y en algunos casos tras búsquedas en Google Earth (Google Earth, 2023). El número de catálogo de colección original de cada registro se usó en algunas oportunidades para completar otros campos vacíos en algunos registros, como la fecha, localidad o el colector; tras buscarlo en la página web o base de datos en línea de la colección donde está depositado el ejemplar. Se descartaron todas las localidades que se encontraran fuera del rango del área de estudio (1500-3200 m s.n.m.), o que tuvieran en su nombre la palabra “páramo”. Sin embargo, se mantuvieron algunos registros históricos alrededor de los 3200 m s.n.m., que posiblemente son de bosque montano, ya que no hay certeza de su

elevación debido a la incertidumbre de la ubicación de la localidad y las técnicas de muestreo de la época. La columna de municipio se completó teniendo en cuenta las coordenadas asignadas a cada localidad. Tras una revisión, se unificaron todas las sinonimias presentes en campos como: localidad, coordenadas geográficas, instituto y colector. Una vez estos campos fueron completados, se corroboró la taxonomía siguiendo la propuesta de Gill et al (2022) y se definió esa base de datos curada como lista definitiva.

### **3.3 Análisis de datos**

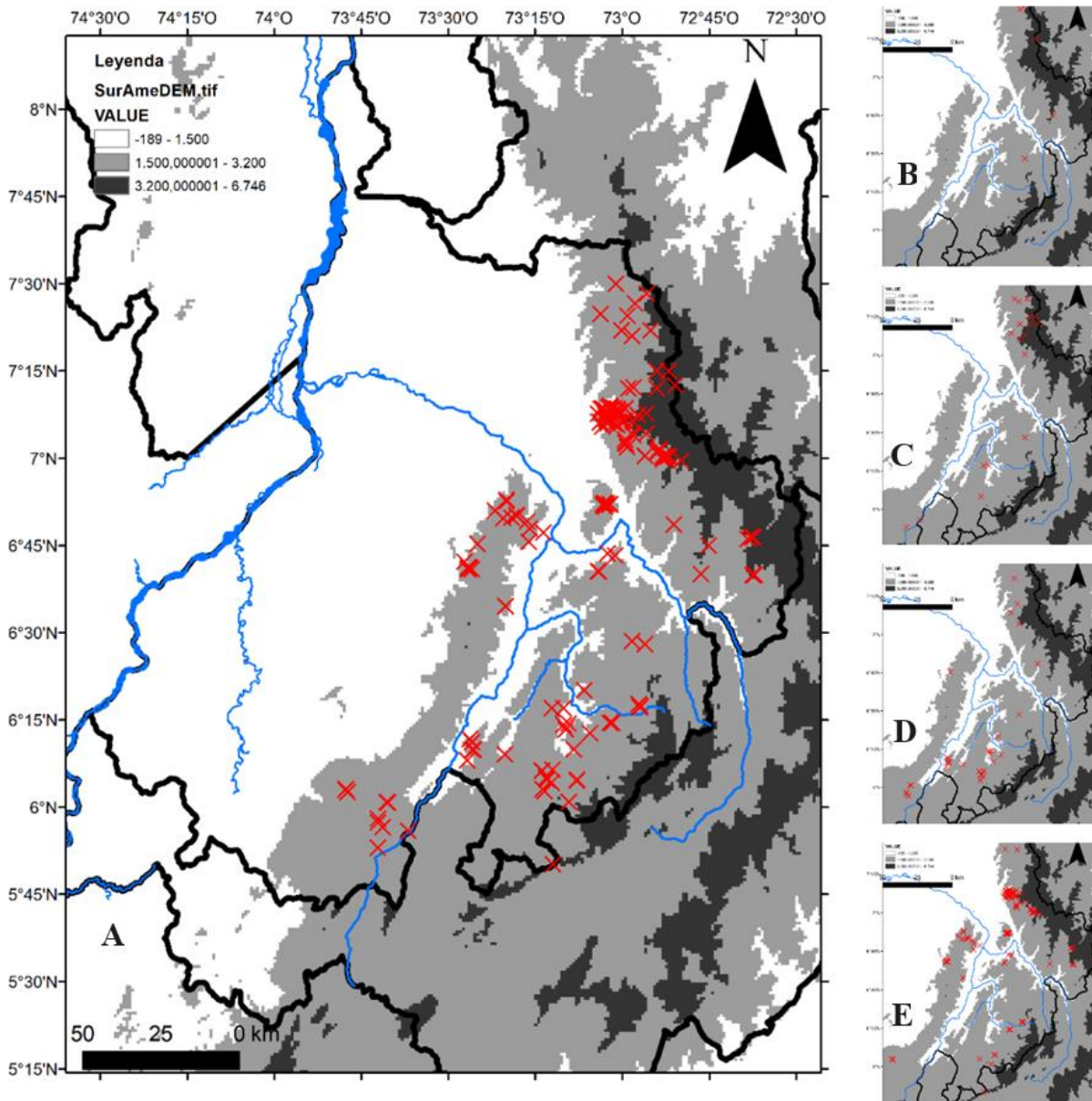
La lista definitiva, fue manejada en Microsoft Access (Microsoft Corporation, 2019) para realizarle consultas que permitieron obtener conteos del número de registros para cada uno de los siguientes campos: especie, familia, institución, colector, localidad y año. A partir de estas consultas, se obtuvieron listas específicas para la construcción de mapas en el software Arcgis 10.5.1 (ESRI, 2017) y gráficas por medio del software Microsoft Excel (Microsoft Corporation, 2021). Con el fin de visualizar el patrón espacial de las expediciones a lo largo del tiempo, se establecieron 4 rangos de fechas para el análisis temporal: 1916-1942, 1943-1969, 1970-1999 y 2000-2023. A partir de los artículos seleccionados para la revisión de *resurveys*, se emplearon 9 artículos que claramente indican el uso de especímenes y se les extrajo la información más relevante. Finalmente, las especies recolectadas durante la salida de campo fueron comparadas con las recolectadas en sitios cercanos en expediciones previas, con el objetivo de determinar si han sido registradas en otro momento y si llenan un vacío temporal.

#### 4. Resultados

La lista inicial incluyó 10148 registros del GBIF más 2283 de la base de datos UIS-AV. Mientras que para la lista definitiva quedó solo con 3786 registros (ver material suplementario). A partir de esa lista definitiva se identificaron 121 localidades de colecta de aves en bosque montanos de Santander en 31 municipios, que incluyen desde grandes series de expediciones particulares hasta registros ocasionales y dispersos. Abarcando un periodo de recolección entre 1916 y 2023 (Figura 1). Se obtuvo un total de 365 especies distribuidas en 230 géneros, 41 familias y 17 órdenes, siendo *Metallura tyrianthina* (75), *Arremon brunneinucha* (62), *Heliodoxa leadbeateri* (57), *Boissonneaua flavescens* (57) y *Adelomyia melanogenys* (54), las especies más recolectadas, mientras que 76 especies se encuentran representadas por tan solo un registro (e.g., *Trogon collaris*, *Scytalopus griseicollis*). La familia con la mayor cantidad de especímenes fue Trochilidae con 785, seguida de Thraupidae y Tyrannidae con 634 y 479 respectivamente. Sin embargo, la familia con la mayor riqueza de especies fue Thraupidae con 55, seguida de Trochilidae con 51.

Las primeras expediciones ornitológicas a los bosques montanos de Santander se caracterizaron por presentar una gran cantidad de especímenes en pocas localidades (Apéndice A). Dado que las recolectas de aves comprenden un periodo de más de 100 años, su análisis se dividió en varias épocas. Por ejemplo, en una primera época (1916-1942), la mayoría de las recolectas se centraron en inmediaciones del páramo de Santurbán cerca de los límites geográficos con Norte de Santander, excepto por dos expediciones distantes que se realizaron al norte y sur del cañón del Chicamocha cerca de los municipios de Málaga y Mogotes respectivamente. En una segunda época (1943-1969) se observó una marcada concentración de las expediciones al nororiente de

Bucaramanga a lo largo de la vía nacional que conduce de Bucaramanga a Cúcuta, así mismo se observan otras localidades cercanas al páramo de Santurbán diferentes a las exploradas en la primera época. También se observa por primera vez un importante muestreo al sur del departamento en el municipio de Charalá y otros registros en Mogotes, así como algunos registros ocasionales y dispersos en los bosques montanos del departamento.



**Figura 1.** Exploración ornitológica de los bosques montanos de Santander. A, mapa de Santander con las localidades de bosques montanos de la Cordillera Oriental en Santander, Colombia que tienen registros de aves soportados por espécimen en colecciones biológicas desde 1916 hasta 2023, las equis rojas ilustran de forma proporcional la cantidad de especímenes recolectados en estos lugares, se observa una mayor concentración de muestreo al norte del departamento y una baja densidad de muestreo al sur y al oriente. Los *insets* a la derecha indican zonas donde se dieron: B) la primera época de muestreo (1916-1942), C) segunda época de muestreo (1943-1969), D) tercera época de muestreo (1970-1999), y E) cuarta época de muestreo (2000-2023).

Durante la tercera época (1970-1999) se destaca la primer gran recolección de especímenes de montaña para la Serranía de los Yariguíes, en el municipio de San Vicente de Chucurí, así como recolectas de la misma magnitud en inmediaciones del páramo de Santurbán en Suratá y al sur del departamento en diferentes localidades cerca de Suaita y Charalá, también se encontraron algunos registros ocasionales principalmente al sur del departamento, cerca de Boyacá. Finalmente, para la época más reciente (2000-2023) es evidente una mayor cobertura espacial del muestreo, con importantes recolectas en la Serranía de los Yariguíes, así como al oriente de la ciudad de Bucaramanga en los municipios de Santa Barbara y Piedecuesta, al sur en Coromoro y Charalá y al sur occidente del departamento en el municipio del Peñón. Se observa también recolectas importantes, aunque de menor magnitud en Floridablanca y Tona, así como una gran cantidad de registros ocasionales a lo largo del departamento, sin embargo, bastante concentrados en la vía Bucaramanga-Cúcuta, así como en los municipios de Zapatoca y los Santos.

Vale la pena destacar que en cada época hay colectores con un mayor número de especímenes obtenidos entre los que destaca (e.g., 1916-1942 Carriker, 1943-1969 Carriker, 1970-1999 Moreno y Romero). El recolector más prolífico de especímenes en los bosques montanos de

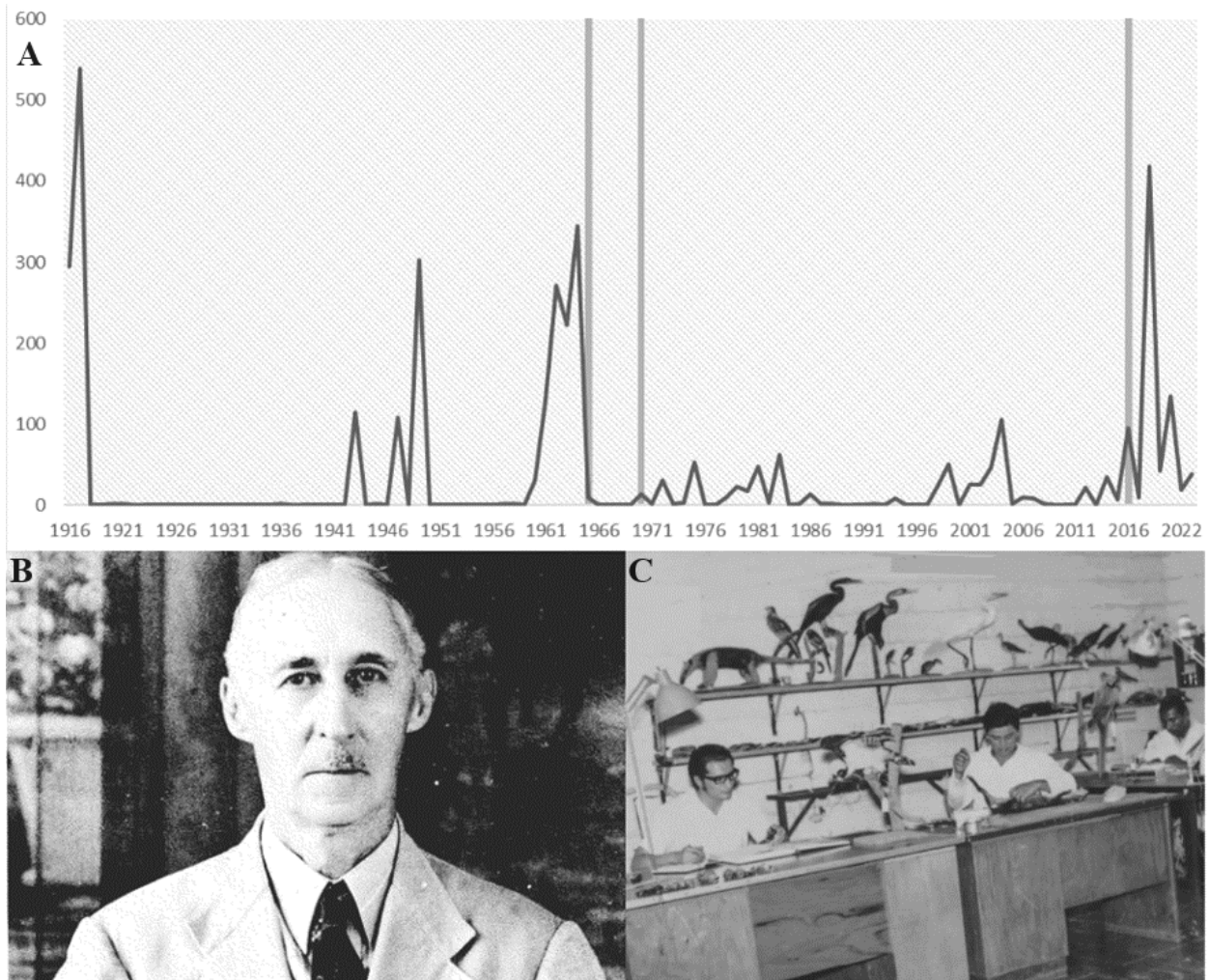
Santander fue el estadounidense Melbourne Armstrong Carriker Jr., quien recopiló un total de 2369 ejemplares. Posteriormente, empiezan a aparecer nombres de colectores nacionales.

Pese a la gran cantidad de especímenes recolectados y la amplia cobertura geográfica de las recolectas en los bosques montanos de Santander aún hay regiones montañosas sin registros ornitológicos con respaldo en colecciones biológicas, como por ejemplo en la provincia comunera al sur de la Serranía de los Yariguíes en inmediaciones a la Cordillera de los Cobardes en jurisdicción de municipios como Oiba, El Hato, Simacota, Gámbita, Contratación y El Guacamayo así como más al sur del departamento en municipios de la provincia de Vélez como La Aguada, La Paz, Vélez, La Belleza, Florián, Barbosa, y Puente Nacional, además de bosques montanos al norte del Chicamocha en municipios de la provincia García Rovira como Capitanejo, Macaravita, Concepción, El Cerrito, Carcasí, San Miguel, San José de Miranda, Enciso, Guaca y San Andrés.

La Figura 2 muestra una representación de estas recolecciones a lo largo del tiempo, allí se puede observar un marcado esfuerzo de muestreo durante los primeros años, con tres momentos distintos antes del fallecimiento de Carriker en 1965. Posterior a esto, y pese al surgimiento del Museo de Historia Natural y la colección de aves de la Universidad Industrial de Santander (UIS-AV) en 1970 se evidencia un período prolongado sin recolecciones o con registros limitados de aves para estos bosques montanos del departamento. Y solo hasta el año 2004, tras casi 40 años, se superan nuevamente los 100 registros por año y finalmente, después de 2016, con la reactivación de UIS-AV como colección ornitológica, se aprecia un aumento significativo en la cantidad de registros para los bosques montanos de Santander.

En el caso de los especímenes por municipios se tiene que de los 31 en los que existen registros respaldados en colecciones biológicas, los bosques montanos de Suratá y Tona han sido los lugares donde más se ha recolectado con 767 y 722 especímenes respectivamente, seguido de

Piedecuesta con 512 y los municipios de Charalá y Málaga con más de 300 especímenes cada uno. Mientras que hay 19 municipios con menos de 40 especímenes, incluyendo 10 municipios con menos de 10 especímenes (e.g., Barbosa, Vélez, Puente Nacional y Concepción).

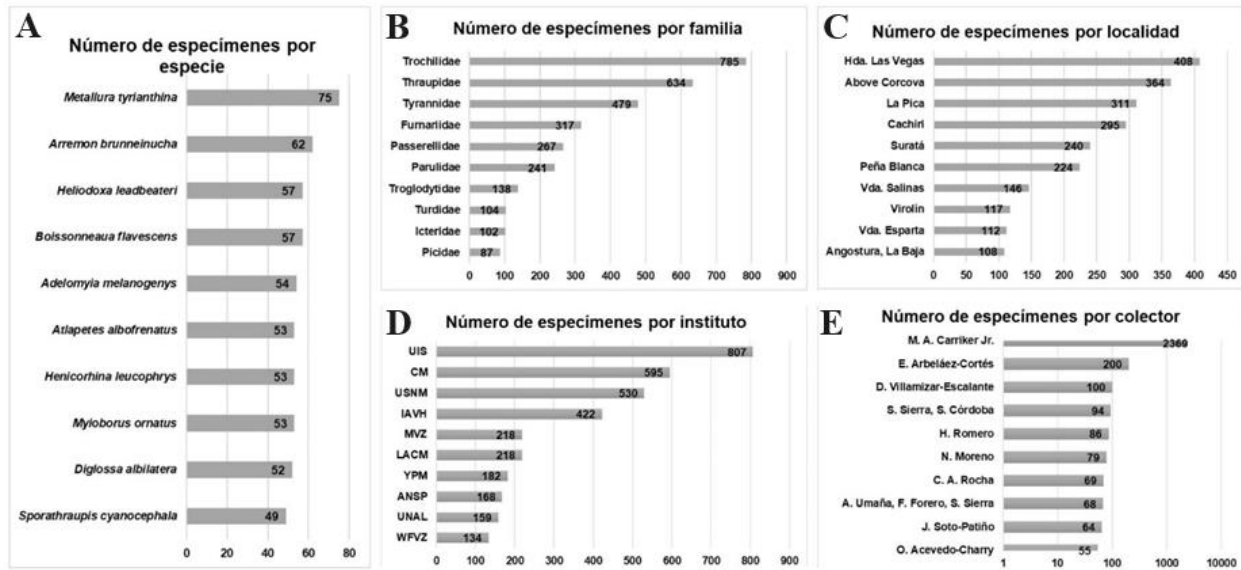


**Figura 2.** Recolección de especímenes en los bosques montanos de Santander e hitos históricos que la han marcado. A, serie temporal de la cantidad de especímenes recolectados por año durante más de un siglo, la primera línea vertical indica el fallecimiento del recolector de aves pionero de los bosques montanos de Santander Melbourne Armstrong Carriker Jr. en 1965, la segunda línea indica el inicio del Museo de historia natural y la colección de ornitología de la Universidad

Industrial de Santander (UIS-AV) en 1970, mientras que la tercera línea indica la llegada del profesor Enrique Arbeláez Cortés a la Universidad Industrial de Santander en 2016 y con él la reactivación de UIS-AV como colección ornitológica; B, Fotografía de Carriker en 1952, tomada y adaptada de Union Nebraska Ornithologists (1963); C, Fotografía de los inicios del Museo de Historia Natural y colección de ornitología UIS-AV en la que se encuentran los colectores históricos UIS, Nelson Moreno Rodríguez y Hernando Romero Zambrano, tomada y adaptada de Avendaño, J. E. (2017).

Entre las 121 localidades de recolecta de aves en bosques montanos santandereanos sobresale “Hacienda Las Vegas, 12 mi up valley from Piedecuesta” (Ver Figura 3), la cual fue objeto de múltiples visitas por parte de Carriker entre 1945 y 1964 y destaca por albergar la mayor concentración de especímenes en colecciones (n=408), incluyendo taxones de especial interés (e.g., *Scytalopus latebricola*, *Grallaria ruficapila* y *Trogon collaris*). Además, esta localidad se distingue por una detallada descripción geográfica por parte del colector y facilidades logísticas (e.g., carreteras para acceder) que la convierten en un sitio potencialmente prioritario para futuras expediciones o *resurvey*. Otros lugares muestreados por Carriker, (e.g., “Corcova”, “Angostura la Baja” y “Pie del Picacho”) también fueron explorados exclusivamente en el pasado, cuentan con un muestreo ornitológico robusto y podrían ser útiles para planear una reexploración, como la que se propone para “Hacienda Las Vegas”. Por otra parte, la localidades históricas exploradas al sur del departamento en Charalá (e.g., “Virolín 28 km S of Charalá Duitama road, Virolín 42 km S of Charalá Duitama road”, “Virolín Cuchilla de la vieja- Costilla del fara”) suman un importante muestreo (n=285) con una serie temporal que abarca un periodo de más de 50 años (1943-1999) e incluye registros de especímenes de especies endémicas como *Odontophorus strophium* y

*Coeligena prunellei*, destacando también a esta localidad como un sitio ideal para realizar exploraciones de tipo *resurvey*.



**Figura 3.** Resumen gráfico de las principales categorías de la lista definitiva de especímenes de aves recolectados en bosques montanos de Santander. A, cantidad de especímenes recolectados por especie, destaca *Metallura tyrianthina* como la más recolectada; B, cantidad de especímenes recolectados por familia, resaltan las familias Trochilidae y Thraupidae como las que más poseen especímenes; C, cantidad de especímenes recolectados por localidad, destaca la localidad “Hacienda Las Vegas” por contar con la mayor cantidad de especímenes recolectados para los bosques montanos del departamento; D, cantidad de especímenes recolectados por instituto, resalta la colección de ornitología de La Universidad Industrial de Santander, como el instituto que alberga la mayor cantidad de especímenes; E, cantidad de especímenes recolectados por colector, destaca Melbourne Armstrong Carriker Jr., como el mayor recolector de especímenes de aves de los bosques montanos de Santander.

De la base de datos obtenida también se logró evidenciar que los especímenes de aves de bosques montanos en Santander se encuentran distribuidos principalmente en colecciones de tres

países. Estados Unidos posee la mayor concentración con 2377 especímenes, seguido de Colombia con 1407. Cabe mencionar que además de estos dos países, el Museo de Historia Natural de Londres, en Inglaterra, alberga dos especímenes recolectados en “Virolín” en 1988, correspondientes a la especie *O. strophium*. En cuanto a las demás instituciones que resguardan estos especímenes se encontró que la colección colombiana UIS-AV del museo de historia natural de la Universidad Industrial de Santander, en Bucaramanga es la que alberga la mayor cantidad de especímenes (n=807), representando 212 especies de 35 familias y 13 órdenes. Vale la pena destacar que existen otros museos en los cuales la diversidad de avifauna de los bosques montanos de Santander se encuentra bastante representada como por ejemplo el Museo de Historia Natural Carnegie, Pittsburgh, o el Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsonian, Washington D. C., con 595 y 530 especímenes respectivamente, así como el Museo del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, con 422.

En relación con los estudios de *resurvey* ornitológicos en el Neotrópico, se resumieron los aspectos más relevantes en el Apéndice B. Aquí es importante señalar que, si bien los trabajos que buscan evaluar los cambios en la diversidad de la avifauna a lo largo del tiempo han generado gran interés a nivel mundial, los dirigidos a la comparación con base en colecciones biológicas han sido notoriamente escasos en el contexto del Neotrópico.

La revisión detallada de los estudios de *resurvey* ornitológico en esta región ofrece una perspectiva integral de las variaciones en la composición de la avifauna a lo largo del tiempo. Estos estudios resaltan la persistente ausencia de especies de aves en registros recientes con respecto a lo esperado de los registros históricos, con cifras que oscilan entre el 11% y el 31.2%, poniendo en manifiesto la posible existencia de un patrón que indica una mayor vulnerabilidad de especies especialistas, especialmente insectívoros forestales y aves asociadas a cuerpos de agua (Henriques

et al., 2021; Kattan et al., 1994). También, destacan la alta sensibilidad a la extirpación de aves frugívoras de gran tamaño, así como aquellas con distribución geográfica estrecha o con capacidad limitada de dispersión (Palacio et al., 2019). Adicional a esto, se observa de manera recurrente la recolonización de algunas especies y la sustitución de especies especialistas por generalistas (Palacio et al., 2019; Castaño-Villa & Patiño-Zábala, 2008).

Junto a estos estudios, es importante destacar la reciente iniciativa del *Colombia Resurvey Project* (Gómez et al., 2022). Este proyecto lleva a cabo *resurveys* en localidades muestreadas hace más de 100 años por Frank Chapman, cuyos especímenes se encuentran resguardados en museos de historia natural en Estados Unidos. Estos especímenes albergan información valiosa que puede contrastarse con el muestreo actual, ofreciendo una oportunidad única para evaluar cambios a lo largo del tiempo y comprender la dinámica de las poblaciones de aves en otras regiones del Neotrópico.

Finalmente, durante la exploración a los bosques montanos de la finca El Carajo (2023), en que participé, se logró la recolección de 30 especímenes pertenecientes a 20 especies diferentes (Apéndice C). Entre los especímenes recolectados, merece especial atención la recolecta de un ejemplar de *Chlorospingus canigularis*. Este taxón solo había sido registrado en tres ocasiones en Santander, dos de las cuales datan de la recolección efectuada por Carriker hace aproximadamente 59 años, probablemente a menos de 5 km del lugar de muestreo en la localidad “Above Corcova”, mientras que el otro individuo fue recolectado recientemente durante una expedición a los bosques montanos del municipio de Coromoro (Arbeláez-Cortés et al., 2023). Asimismo, se destaca el registro de *Premnornis guttuliger*, el cual, a pesar de haber sido recolectado en siete ocasiones previas, carece de especímenes históricos y solo fue registrado en 2018 durante una expedición del proyecto Santander-Bio en el municipio de Santa Bárbara (IAvH, 2019). En contraste, algunas

especies ya contaban con un extenso historial de registros en los bosques montanos de Santander, tanto en el pasado como en recolecciones recientes (e.g., *Adelomyia melanogenys*, *Heliodoxa leadbeateri*, *Henicorhina leucophrys*, *Arremon brunneinucha*, *Myioborus ornatus* y *Diglossa albilatera*), todas ellas con más de 50 individuos recolectados en el pasado.

## 5. Discusión

El conocimiento ornitológico en el Neotrópico ha sido históricamente respaldado por colecciones biológicas y proporciona una oportunidad única para examinar las variaciones en la composición de la avifauna a lo largo del tiempo (Rojas et al., 2002). A pesar de la robusta información almacenada en bases de datos por estas colecciones biológicas, su pleno aprovechamiento ha sido limitado en el Neotrópico (Gómez et al., 2022), particularmente en Colombia y en el departamento de Santander. Uno de los principales desafíos radica en la curaduría de los metadatos, especialmente aquellos que carecen de información clave como la georreferenciación o descripciones precisas de su localidad. Y pese a la accesibilidad facilitada por la era digital y recursos que facilitan la búsqueda y descarga de información masiva en GBIF (Chamberlain et al., 2021; Chamberlain et al., 2022; Pebesma, 2022), el alcance de estas iniciativas está limitado a registros georreferenciados y en formato simple. En contraposición a esto, la descarga directa desde la página del GBIF en formato Darwin Core, junto al uso de gaceteros de localidades de muestreo histórico (Paynter, 1997), ha demostrado ser una solución efectiva para mitigar estos problemas (Escobar et al., 2016; Tunjano et al., 2019).

No obstante, la georreferenciación de localidades históricas continúa siendo un reto. Un ejemplo claro de esto fue identificado en el presente trabajo con la localidad “Cordillera de la

pax'’, que a pesar de contar con taxa típica de bosques montanos y ser georreferenciada en Santander (Paynter, 1997), la ubicación de esta localidad presenta una alta incertidumbre, ya que todos los especímenes fueron recolectados por Teodomiro Mena quien recolectaba en Ecuador (Lehmann, 1946) e incluye especies (e.g., *Heliangelus exortis* y *Veniliornis nigriceps*) cuya distribución en Colombia está prácticamente restringida al sur del país (Hilty & Brown, 1986), razón suficiente para considerarla una localidad ambigua y ser excluida del estudio. De la misma manera se evidenciaron otras incongruencias aunque de menor magnitud para este gacetero, en localidades como “Peña blanca’’, “Cuesta boba’’, “La Cadena’’ y “El Cardón’’ todas ellas descritas en Paynter (1997) como ambiguas, con una alta incertidumbre o no encontradas, sin embargo, se mantuvieron en el presente estudio y se sugiere una posible georreferenciación, basada en mapas de Google Earth (Google Earth, 2023) y en documentos e informes técnicos desarrollados para la delimitación del páramo de Santurbán (Corponor, 2009) que contienen información detallada acerca del relieve con denominaciones de picos, cerros y cuchillas. La ubicación de otras localidades históricas visitadas por Carriker como “La Pica’’ también parece ser ambigua, a pesar de ser georreferenciada por Paynter (1997) cerca de Málaga, siguiendo la descripción de la localidad presentada por Dugand (1948) como la parte alta (2500-2700 m s.n.m.) del camino de herradura que cruza la Cordillera Cruz de Piedra entre San Andrés y Málaga, al norte de Molagavita, esta localidad corresponde al único punto de recolecta de Carriker en esta particular región del departamento y debido a la alta concentración de localidades muestreadas en el mismo momento en los alrededores del Páramo de Santurbán o cerca de Charalá en “Virolín’’, aumenta la incertidumbre de la ubicación. Adicional a esto, el presente estudio encontró en Google Earth (Google Earth, 2023) una localidad también llamada la Pica, pero ubicada en el municipio de Encino a 20 km lineales de las localidades de “Virolín’’ cerca del sector San Isidro, en

inmediaciones al páramo de la Rusia, y junto a ella a escasos 7 km la que pudo ser otra localidad visitada por Carriker “Peña Blanca” y que como se mencionó anteriormente determinar su ubicación precisa plantea un desafío, sin embargo y pese a la alta incertidumbre de la georreferenciación de “La Pica” su ubicación para el presente estudio se mantuvo según Paynter (1997). En contraste a todo esto, existen localidades como por ejemplo “Hacienda Las Vegas” que incluyen una descripción más precisa de la localidad e información adicional aportada por el colector como la distancia y dirección a partir de un centro urbano, en este caso “12 millas arriba del valle de Piedecuesta”, lo cual disminuye en gran medida la incertidumbre de la georreferenciación asignada. Colecciones como la del Instituto Smithsonian, albergan libretas, notas de campo, cartas y fotografías de las expediciones de Carriker en Colombia (SIA, 2024) y podría brindar información adicional que permita ubicar con mayor precisión estas localidades históricas y planear a futuro las reexploraciones.

La destacada influencia de M. A. Carriker Jr. al conocimiento ornitológico de la región es incuestionable. Su labor no solo abarcó más del 50% de la recolección de especímenes en los bosques montanos de Santander, sino que también exploró localidades exclusivas que hasta el día de hoy permanecen sin volver a ser reexploradas. Su contribución destaca también por la recolecta de taxa interesantes por su rareza, especies endémicas, así como por muchos especímenes que por su ecología son poco frecuentes de recolectar (e.g., Falconiformes) con los métodos de recolección en la actualidad (i.e., redes de niebla) y resalta por ser pionero en realizar esta labor en estos ecosistemas de la región, a pesar de que años antes de sus primeras colectas ya otros exploradores como Frank Chapman habían realizado grandes expediciones en diferentes regiones de Colombia (Avendaño, 2017; Cordoba-Cordoba, 2009) así como Wilmott Wyatt quien también realizaba

expediciones ornitológicas en el departamento, pero al parecer dedicó su muestreo en el departamento a localidades de tierras bajas (GBIF.org, 2023a).

A pesar de que la recolecta de Carriker de especímenes de aves de bosques montanos en el departamento de Santander cuenta con una serie temporal que cubre varias décadas ha presentado importantes vacíos temporales y ha estado limitada por diferentes factores, desde personales como los frecuentes viajes a Estados Unidos y expediciones a otros países por parte de Carriker (Wiedenfeld & Carriker, 2007) que no permitieron un muestreo continuo del explorador a lo largo de las dos primeras épocas de recolecta, hasta problemáticas más generales del Neotrópico, como por ejemplo la falta de financiación y de interés de organismos públicos por el estudio de la biodiversidad (Rojas et al., 2002). Quizá una de las problemáticas más relevantes en cada uno de los periodos de recolecta, ha sido la inestabilidad política y social del país producto del conflicto armado interno (Bernal, 2017; Angel Botero, 2020). Un ejemplo de esto último fue identificado incluso desde las recolectas de Carriker, quien expresaba su preocupación en cartas a su colega entomólogo Hopkins acerca de “los bandoleros” y la crisis económica y social que atravesaba el país (Smith et al., 2024). Posterior al fallecimiento de Carriker, para la tercera época de recolecta se evidenció un fuerte declive en la recolección de aves de bosques montanos en Santander por largos periodos de tiempo, pese a la fundación del Museo de Historia Natural y la colección de ornitología UIS-AV, esto en parte, se explica porque los colectores históricos UIS, dedicaron su mayor esfuerzo a la recolección de especímenes de tierras bajas, principalmente en ecosistemas cenagosos del valle del Magdalena medio, en donde muchos de ellos no tenían registros soportados por especímenes (GBIF.org, 2023b). A pesar de que la cantidad de especímenes recolectados en bosques montanos durante los primeros años de UIS-AV fueron pocos, obedecieron a importantes recolectas para el departamento y para la colección de la Universidad, principalmente por dos

razones, la primera porque se pueden considerar como *resurveys* a lugares que habían sido ya visitados por Carriker 30 o más años atrás y que contaban con un muestreo robusto por ejemplo “Violín” en Charalá (Apéndice A) y la segunda porque corresponden a los primeros especímenes de avifauna de montaña de Santander que reposan en colecciones nacionales, ya que todos los ejemplares recolectados con antelación por Carriker fueron enviados a museos americanos, excepto un ejemplar de *Asthenes fuliginosa* que se encuentra en la colección de ornitología del ICN de la Universidad Nacional de Colombia (Stiles et al., 2023). probablemente como resultado de un intercambio. Complementario a la limitante del conflicto en las recolecciones de aves en bosques de montaña de Santander, para finales de la tercera e inicios de la cuarta época de recolección, la perpetuación y el escalamiento del conflicto armado junto a los nuevos actores involucrados (e.g., cárteles de narcotráfico) (Ballesteros, 2009) probablemente haya sido lo que explique las escasas recolectas durante ese periodo, en el departamento y en general en el país (GBIF.org, 2023a), pese a esto diferentes recolectores (eg., G. Stiles, C.A Rocha, J. E. Avendaño) de institutos nacionales (eg., ICN, IAvH, UIS), destacaron por importantes aportes en la recolección de especímenes llenando vacíos temporales y espaciales para el conocimiento de la avifauna de montaña del departamento. En contraste a esta situación, a finales del último periodo de recolección se observó una reactivación de la recolección de especímenes de bosques montanos en Santander junto a una expansión geográfica del muestreo, incluyendo lugares remotos y con pasado de conflicto armado (Córdoba-Córdoba y Sierra, 2019; Arbeláez-Cortés et al., 2020, Arbeláez-Cortés et al., 2023). El inicio de las recientes exploraciones a diferentes bosques del departamento parece estar fuertemente correlacionado con la firma del tratado de paz con las FARC en 2016 (Botero, 2020), incluso proyectos como la expedición a el municipio del Peñón de las expediciones de Colombia-bio (Córdoba-Córdoba y Sierra, 2018) o Santander-Bio (IAvH,

2019; Arbeláez-Cortés, 2020) han sido producto directo de este importante pacto político y social, pero también el aumento en la recolección de especímenes de bosques montanos de Santander coincide con la reactivación en 2016 de la colección ornitológica UIS-AV como repositorio de la diversidad de la avifauna Santandereana.

Por su parte, la aparente abundancia y riqueza superior evidenciada en las colecciones de especies de las familias Thraupidae y Trochilidae en bosques montanos de Santander dan cuenta de la importancia de ambos grupos en estos ecosistemas, este último destaca por tener especies endémicas como *Coeligena prunellei* y por contar con registros robustos para Santander de especies como *Metallura tyrianthina*, *Heliodoxa leadbeateri*, *Boissonneaua flavescens* y *Adelomyia melanogenys*, que podrían ser idóneos para explorar patrones ecológicos y evolutivos. En contraposición a esto, existen especies con muy pocos registros de familias como Grallaridae (e.g., *Grallaria rufula*, *Grallaria quitensis*) que además solo han sido recolectadas en el pasado por Carriker y no cuentan con registros recientes, similar a esto sucede con especies endémicas como *Odontophorus strophium*, que solo cuenta con tres registros de hace más de 20 años y de los cuales dos de ellos se encuentran en el Museo de Historia Natural de Londres en Inglaterra y tan solo uno en Colombia en el IAvH, o así mismo con la especie endémica *Macroagelaius subalaris*, que a pesar de que cuenta con un muestreo robusto (n=35) y de ser registrado en expediciones recientes (Córdoba-Córdoba y Sierra, 2018) presenta un gran vacío temporal en su recolección, ya que todos los especímenes fueron recolectados por Carriker hace más de 60 años, exceptuando tres ejemplares recolectados por N. Moreno en 1975 (GBIF.org, 2023b). Es fundamental destacar el gran potencial de los especímenes históricos principalmente los recolectados por Carriker, que, a pesar de estar distribuidos en varios museos americanos, podrían ser cotejados con especímenes

de recolecciones más recientes, como las de UIS-AV o del IAvH, que ofrecen una representación óptima de la avifauna de los bosques de montaña de Santander.

Si bien la cobertura geográfica del muestreo de la avifauna de bosques de montaña en Santander ha venido en aumento, aún siguen existiendo importantes vacíos geográficos que deben ser llenados, siendo estas localidades aquellas que se deberían priorizar para realizar nuevas exploraciones, en particular en municipios de las provincias García Rovira, Comunera y Vélez, así como en menor medida en municipios de las provincias Yariguíes y Guanentá. En contraste a esto, el presente estudio dejó en evidencia que los municipios de la provincia de Soto Norte cuentan con el muestreo más completo para las aves de bosques montano de Santander y cubre una serie de tiempo considerable, a pesar de que la mayoría de estas recolecciones se encuentran sesgadas hacia el pasado. Es por esta razón y por la información precisa de algunas de estas localidades, que es aquí donde se sugiere que se prioricen los estudios de tipo *resurveys*, que permitan llenar importantes vacíos temporales para muchas especies, así como que brinde soporte que pueda ser útil para contrastar la diversidad de avifauna del pasado y el presente.

Si bien la evidencia de extirpación local de aves obtenida en los estudios de *resurvey* revisados se basa en la presencia o ausencia entre registros históricos y recientes, es importante señalar que la ausencia de estos registros no necesariamente implica la extirpación local de las especies, ni tampoco se garantiza que la existencia histórica asegure su presencia en la actualidad (Rojas-Soto et al., 2005). Asimismo, los sesgos inherentes a las metodologías y la diferencia entre los esfuerzos de muestreo, hace que los estudios sean sólo parcialmente comparables (Olvera et al., 2020; Freeman et al., 2018). Estos aspectos deben ser considerados al interpretar y generalizar los resultados, resaltando la necesidad de abordar de manera crítica las limitaciones metodológicas al evaluar las tendencias en la estructura de la avifauna.

Finalmente, la exploración que se realizó a los bosques montanos de la finca El Carajo, como parte de este estudio se podría entender como un *resurvey* preliminar y parcial a la localidad “La Corcova” visitada en el pasado por Carriker (Apéndice A), ya que muy probablemente se encuentra a menos de 5 kilómetros de distancia lineal y a una elevación similar a la de la antigua localidad. A pesar de que los registros durante la exploración fueron limitados (Apéndice C) y que tanto el esfuerzo de muestreo como las técnicas de captura de los especímenes fueron diferentes y consideramos que no son comparables con las recolecciones del pasado, la recolección de especies que ya contaban con un robusto muestreo y una serie temporal importante (e.g., *Adelomyia melanogenys*, *Heliodoxa leadbeateri*, *Henicorhina leucophrys*, *Arremon brunneinucha*, *Myioborus ornatus* y *Diglossa albilatera*) sugieren que no sólo son importantes para estos ecosistemas, sino que también han logrado tolerar la transformación que han sufrido los bosques a lo largo de más de 100 años.

## 6. Conclusiones

La exploración ornitológica de los bosques montanos de la Cordillera Oriental Santandereana ha permitido compilar y analizar de manera exhaustiva el conocimiento sobre la avifauna regional a lo largo de más de un siglo de expediciones. La revisión detallada de registros de especímenes ha generado una sólida base de datos, posibilitando la reconstrucción de la historia ornitológica del departamento y la identificación de áreas con vacíos de información.

A pesar de los desafíos propios de la georreferenciación de localidades históricas, hemos implementado soluciones efectivas mediante el uso de gaceteros, información de museos y mapas detallados. Destacamos la significativa contribución de M. A. Carriker Jr. a este conocimiento,

subrayando la importancia de sus recolecciones históricas. Aunque existen limitaciones en la recolección de especímenes, enfatizamos la necesidad de iniciativas de *resurveys* que permitan identificar cambios en la avifauna a lo largo del tiempo, especialmente en localidades con un muestreo robusto.

Identificamos áreas inexploradas como prioritarias para futuras expediciones y abogamos por la reactivación de la recolección de especímenes en el contexto de la paz en Colombia. Estas contribuciones pueden tener un impacto positivo en la comprensión y conservación de la biodiversidad de aves de los bosques montanos de Santander, así como ofrecer valiosas perspectivas para el entendimiento global de las dinámicas de la avifauna en ecosistemas montanos.

## 7. Recomendaciones

Dada la importancia de las colecciones biológicas y la extensa información disponible en bases de datos como GBIF, se insta a continuar explorando nuevas tecnologías y metodologías que faciliten la extracción masiva y completa de datos, incluyendo aquellos sin información clave, como las coordenadas geográficas. Además, se sugiere la implementación de estrategias adicionales destinadas a mejorar la georreferenciación de localidades históricas, mediante la colaboración interinstitucional y una revisión exhaustiva de fuentes documentales. Este enfoque tiene como objetivo reducir la incertidumbre asociada a ciertos puntos de recolección.

Considerando la relevancia de los *resurveys* en la identificación de cambios temporales en la avifauna, se recomienda priorizar la realización de estudios de este tipo en áreas con un muestreo robusto, como los municipios de la provincia de Soto Norte. Estos *resurveys* no solo contribuirán

a llenar vacíos temporales, sino que también ofrecerán una visión comparativa entre el pasado y el presente, crucial para entender las dinámicas poblacionales y de biodiversidad. No obstante, se sugiere evaluar críticamente las limitaciones inherentes a los estudios de *resurvey*, reconociendo las diferencias en los esfuerzos de muestreo y las metodologías utilizadas. Finalmente, se sugiere que futuras expediciones sean dirigidas a las áreas identificadas como inexploradas, especialmente en las provincias de García Rovira, Comunera y Vélez.

### Referencias Bibliográficas

- Angel Botero, C. (2020). La paz produce ciencia. Expediciones biológicas en reemplazo de la guerra. *Biodiversidad En La Práctica*, 5(758).
- Arbeláez Cortés, E., Arenas Vega, B., Rodríguez Rey, A., Barreto Vargas, S. A., & Avendaño, J. E. (2023). Primera expedición ornitológica a Coromoro, Santander, Colombia. *Boletín científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 27(1), 131–144.  
<https://doi.org/10.17151/bccm.2023.27.1.9>
- Arbeláez-Cortés, E., Villamizar-Escalante, D., & Rondón-González, F. (2020). On birds of Santander-Bio Expeditions, quantifying the cost of collecting voucher specimens in Colombia. *Acta biológica colombiana*, 25(1), 37–60.  
<https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.77442>
- Armenteras, D., Espelta, J. M., Rodríguez, N., & Retana, J. (2017). Deforestation dynamics and drivers in different forest types in Latin America: Three decades of studies (1980–2010). *Global environmental change: human and policy dimensions*, 46, 139–147.  
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.002>
- Avendaño, J. E. (2017). Una breve historia de la ornitología colombiana y sus inicios en Santander. *En Colores al vuelo* (pp. 27–48). Bucaramanga: División de publicaciones UIS.
- Ballesteros, M. F. B. (2009). Narcotráfico e intervención en Colombia 1980-2000. *Memoria y Sociedad*, 181–183.

- Bernal-Camargo, D. R., Güiza-Suárez, L., Latorre, P. M., & Prieto-Rios, E. (2017). Bioprospección y el Acuerdo de Paz. En *Utopía u oportunidad fallida* (pp. 273–294). Editorial Universidad del Rosario.
- Castaño-Villa, G. J., & Patiño-Zabala, J. C. (2008). Extinciones locales de aves en fragmentos de bosque en la región de Santa Elena, Andes Centrales, Colombia. *El hornero*, 23(1), 23–34.
- Castellanos, C. A. (2001). Los ecosistemas de humedales en Colombia. *Luna Azul*, 13, 1–5.
- Chamberlain, S. (2021). spocc: Interface to species occurrence data sources. R package version 1.2.0. <https://cran.r-project.org/package=spocc>.
- Chamberlain, Scott, Oldoni, D., & Waller, J. (2022). rgbif: Interface to the Global Biodiversity Information Facility API. R package version 3.11.0. <https://cran.r-project.org/package=rgbif>.
- Chaparro-Herrera, S., Lopera-Salazar, A., & Gary Stiles, F. (2018). Aves del departamento de Cundinamarca, Colombia: conocimiento, nuevos registros y vacíos de información. *Biota colombiana*, 19(1), 160–189.
- Cordoba Cordoba, S., & Sierra, S. (2018). Nuevos registros y ampliación de distribución de aves en la vertiente occidental, cordillera oriental, Santander, Colombia. *Acta biologica colombiana*, 23(3), 274–285. <https://doi.org/10.15446/abc.v23n3.69008>
- Córdoba-Córdoba, S. (2009). Historia de la ornitología colombiana: sus colecciones científicas, investigadores y asociaciones. *Boletín SAO*, 19, 1–26.
- Corponor. (2009). Estado actual del páramo region nororiental unidad biogeografica santurbán – departamento norte de santander municipios de Villacaro, Chitaga, Cachira, Salazar, Arboledas, Cucutilla, Pamplona, Mutiscua, Cácuta y Silos. Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental.

- Cuervo, A. M., Cadena, C. D., & Parra, J. L. (2006). Seguir colectando aves en Colombia es imprescindible: un llamado a fortalecer las colecciones ornitológicas. *Ornitología Colombiana*, 4, 51–58.
- Darwin Core Task Group. (2009). Darwin Core. Biodiversity Information Standards. (TDWG). <http://www.tdwg.org/standards/450>.
- Dugand, A. (1948). Notas ornitológicas colombianas, IV. *Caldasia*, 5(21), 157–199.
- Echeverry-Galvis, M. Á., Acevedo-Charry, O., Avendaño, J. E., Gómez, C., Gary Stiles, F., Estela, F. A., & Cuervo, A. M. (2022). Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado. *Ornitología Colombiana*, 22, 25–51.
- Elsevier. (2024). Scopus. <https://www.scopus.com/>
- Escobar D., Jojoa L.M., Díaz S.R., Rudas E., Albarracín R.D., Ramírez C., Gómez J.Y., López C.R., Saavedra J., Ortiz R. (2016). Georreferenciación de localidades: Una guía de referencia para colecciones biológicas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt- Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia, 144.
- ESRI. (2017). ArcGIS (Versión 10.5.1). <https://www.arcgis.com/index.html>
- Freeman, B. G., Scholer, M. N., Ruiz-Gutierrez, V., & Fitzpatrick, J. W. (2018). Climate change causes upslope shifts and mountaintop extirpations in a tropical bird community. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(47), 11982–11987. <https://doi.org/10.1073/pnas.1804224115>
- Freile, J. F., & Córdoba, S. (2008). Historia de la ornitología en la región andina: El ejemplo de Colombia y Ecuador. *Ornitología Neotropical*, 19(Suppl), 381–389.

- GBIF.org. (2023b). GBIF Occurrence Download. <https://doi.org/10.15468/dl.fqyuh5>. Fecha de acceso 02 agosto 2023.
- Gbif.org. (2023a). Ocurrence Download. <https://doi.org/10.15468/dl.9rkstz>. Fecha de acceso 14 abril 2023.
- Gill, F., Donsker, D., & Rasmussen, P. (2022). IOC world bird list (v 12.1). <https://doi.org/10.14344/IOC>.
- Gómez, C., Cadena, C. D., Cuervo, A. M., Díaz-Cárdenas, J., García-Cardona, F., Niño-Rodríguez, N., Ocampo-Peñuela, N., Ocampo, D., Seeholzer, G., Sierra-Ricaurte, A., & Soto-Patiño, J. (2022). Colombia Resurvey Project: understanding the past to empower actions that strengthen knowledge and conservation of birds. *Biota colombiana*, 23(1), 1–12.
- Google. (2023). Google Earth Pro v.7.3.4.8248. <https://www.google.com/earth/>
- Google. (2024). Google Scholar. <https://scholar.google.com/>
- Henriques, L. M. P., Dantas, S., Santos, L. B., Bueno, A. S., & Peres, C. A. (2021). Avian extinctions induced by the oldest Amazonian hydropower mega dam: evidence from museum collections and sighting data spanning 172 years. *PeerJ*, 9(e11979), e11979. <https://doi.org/10.7717/peerj.11979>
- Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press.
- IAvH. (2019). *Aves del municipio de Santa Bárbara, Santander - Proyecto Santander BIO*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- IGAC. (2003). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras*. Departamento de Santander. IGAG, versión electrónica (CD). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

- Jimenez, M. Z., & Bolivar, G. M. (2022). Lista de la fauna y flora del humedal costero Buenavista, La Guajira, Colombia. *Ciencia e Ingeniería: Revista de investigación interdisciplinar en biodiversidad y desarrollo sostenible, ciencia, tecnología e innovación y procesos productivos industriales*, 9(1), 8.
- Kattan, G. H., Alvarez-López, H., & Giraldo, M. (1994). Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 8(1), 138–146. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08010138.x>
- Kattan, G. H., Franco, P., Rojas, V., & Morales, G. (2004). Biological diversification in a complex region: a spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography*, 31(11), 1829–1839.
- Kattan, G. H., Tello, S. A., Giraldo, M., & Cadena, C. D. (2016). Neotropical bird evolution and 100 years of the enduring ideas of Frank M. Chapman. *Biological Journal of the Linnean Society. Linnean Society of London*, 117(3), 407–413. <https://doi.org/10.1111/bij.12720>
- Lehmann, F. C., V. (1946). Two new birds from the Andes of Colombia. *The auk*, 63(2), 218–223. <https://doi.org/10.2307/4080013>
- McMullan, M., Donegan, T. M., & Quevedo, A. (2010). *Field guide to the birds of Colombia. Conservation Allies.*
- Microsoft Corporation. (2019). Microsoft Access. <https://www.office.com/>
- Microsoft Corporation. (2021). Microsoft Excel 365. <https://www.office.com/>.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>

- Olvera-Vital, A., Rebón-Gallardo, M. F., & Navarro-Sigüenza, A. G. (2020). Diversidad de aves y recambio taxonómico en los diferentes hábitats del municipio de Misantla, Veracruz, México: una comparación de especies a través del tiempo. *Revista mexicana de biodiversidad*, 91(0). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3070>
- Palacio, R. D., Kattan, G. H., & Pimm, S. L. (2020). Bird extirpations and community dynamics in an Andean cloud forest over 100 years of land-use change. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 34(3), 677–687. <https://doi.org/10.1111/cobi.13423>
- Paynter, R. A. (1997). *Ornithological gazetteer of Colombia*. Cambridge, Massachusetts, Museum of Comparative Zoology, Harvard University.
- Pebesma, E. (2018). Simple features for R: Standardized support for spatial vector data. *The R Journal*, 10(1), 439. <https://doi.org/10.32614/rj-2018-009>
- Quintero, C. (2011). Trading in Birds: Imperial Power, National Pride, and the Place of Nature in U.S.–Colombia Relations. *ISIS*, 102(3), 421–445.
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Recuperado de: <https://www.R-project.org/>
- Registro Nacional de Colecciones Biológicas. (2024). RNC. <http://rnc.humboldt.org.co/wp/colecciones/>
- Renjifo, L. M. (1999). Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 13(5), 1124–1139. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98311.x>

- Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, Á. M., Burbano-Girón, J., & Velásquez-Tibatá, J. (2017). Libro Rojo de Aves de Colombia. Volumen II. Pontificia Universidad Javeriana.
- Rojas-Soto, O. R., de Aquino, S. L., Sánchez-González, L. A., & Hernández-Baños, B. E. (2002). La colecta científica en el Neotrópico: el caso de las aves de México. *Ornitología Neotropical*, 13(2), 11.
- Rojas-Soto, Octavio, R., & de Ita, A. O. (2005). Los inventarios avifaunísticos: reflexiones sobre su desarrollo en el Neotrópico. *Ornitología Neotropical*, 16(3), 18.
- SIA. (2024). Smithsonian Institution Archives. Collections. <https://siarchives.si.edu/collections>
- Smith, V.S, Broom, Y. and Dalgleish, R. (2024). Phthiraptera.info. (web resource). <http://phthiraptera.myspecies.info/>
- Stiles, F., Raz, L., & Agudelo, H. (2023). Colección Ornitológica del Instituto de Ciencias Naturales (ICN-MHN-Or). v2.4. Universidad Nacional de Colombia. Dataset/Occurrence. <https://doi.org/10.15472/di7zed>
- Sua Tunjano, S., Mateus, R. D., & Vargas, J. C. (2019). Georreferenciación de registros biológicos y gacetero digital de localidades.
- UIS. (2021). Protocolo de manejo colección de ornitología UIS-AV. <https://uis.edu.co>.
- Union Nebraska Ornithologists. (1963). M. A. Carriker Jr. *The Nebraska Bird Review*, XXXI, 3–7.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Wiedenfeld, D. A., & Carriker, M. R. (2007). In memoriam: Melbourne Armstrong Carriker, Jr., 1879–1965. *The Auk*, 124(1), 342–343. <https://doi.org/10.1093/auk/124.1.342>

### Apéndices

**Apéndice A.** Principales localidades de bosques montanos de la Cordillera Oriental en Santander con recolectas históricas de aves, se indica el número de especímenes recolectados, el periodo de recolecta y los colectores más importantes.

Localidad	Número de especímenes	Periodo de recolecta	Principales colectores
Hacienda Las Vegas, 12 mi up valley from Piedecuesta	408	1945-1964	M.A. Carriker Jr.
above Corcova	364	1957-1970	M.A. Carriker Jr.
La Pica	311	1917	M.A. Carriker Jr.
Cachirí	295	1916	M.A. Carriker Jr.
Suratá	240	1961-1975	M.A. Carriker Jr. y N. Moreno
Peña Blanca	224	1917	M.A. Carriker Jr.
Violín, Cuchilla La Vieja - Costilla del fara	117	1978-1999	H. Romero, C.A. Rocha, M. Álvarez; A. Umaña y S. Sierra
Angostura, La Baja/ 3 mi Below Angostura, S Slope	108	1947	M.A. Carriker Jr.

Violín, 28 km S of Charalá, Duitama Road	100	1943	M.A. Carriker Jr.
Pie del Picacho	71	1962-1965	M.A. Carriker Jr.
Berlín	70	1960-1964	M.A. Carriker Jr.
La Cadena	66	1964	M.A. Carriker Jr.
Páramo de Santurban	65	1921-1964	M.A. Carriker Jr.

**Apéndice B.** Estudios de *resurvey* ornitológico en el Neotrópico en donde se resalta el área de estudio, el periodo de comparación y los principales resultados obtenidos.

Área de estudio	Periodo	Evidencia	Referencia
Tucuruí, Pará, Brasil	1849-2021	Ausencia de 11% de la avifauna, especies especialistas las más sensibles especialmente insectívoros forestales y aves asociadas a cuerpos de agua, además destaca que son altamente vulnerables las aves grandes, así como las que cuentan con distribución geográfica estrecha o con baja capacidad de dispersión.	(Henriques et al., 2021)
Cerro de San Antonio (km 18 vía Cali-Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia)	1911-2019	El estudio revela que el 19% de las especies de aves fueron extirpadas, principalmente en tierras bajas, así como evidenciaron recolonización de algunas especies. Especies generalistas reemplazaron a especialistas. Los grandes frugívoros y nectarívoros declinaron, y todas las aves dependientes del agua fueron extirpadas.	(Palacio et al., 2019)
Cerro de San Antonio, (km 18 vía Cali-Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia)	1911-1994	Se encontró que el 31.2% de las especies de aves fueron extirpadas, especies cercanas a su límite altitudinal o de distribución geográfica más vulnerables, así como las especies grandes frugívoras fueron las más afectadas.	(Kattan et al., 1994)

<p>Circasia-Salento-Filandia, Quindio &amp; Pereira-Santa Rosa de Cabal. Risaralda, Colombia</p>	<p>1911-1999</p>	<p>El estudio encontró que el 30% de las especies de aves fueron extirpadas, siendo más propensas las aves rapaces del interior del bosque, los insectívoros terrestres, los grandes frugívoros, los hormigueros y las cotingas. Así como especies con distribución muy restringida o especies que son localmente raras en toda su área de distribución.</p>	<p>(Renjifo, 1999)</p>
<p>San Pedro de los milagros, Antioquía, Colombia</p>	<p>1920-2009</p>	<p>No se registraron el 16,2% de las especies de aves recolectadas históricamente, probablemente las especies más propensas a la extirpación son las asociadas a ecosistemas acuáticos, así como aquellas de distribución muy restringida.</p>	<p>(Donegan et al., 2009)</p>
<p>Santa Elena, Medellín, Antioquía, Colombia</p>	<p>1879-2008</p>	<p>Se encontró en tres fragmentos de bosque que en promedio el 69% de las especies de aves fueron extirpadas, más susceptibles las especies de interior de bosque, especies con alta especificidad de hábitat y especies de aves con peso corporal entre 50-100g en particular insectívoros y un alto porcentaje de extirpación de especies de cotingas, galáridos y trepatroncos.</p>	<p>(Castaño-Villa &amp; Patiño-Zábala, 2008)</p>
<p>Misantla, Veracruz, México</p>	<p>1824-2020</p>	<p>No se registraron el 15,5% de las especies de aves recolectadas históricamente. Probablemente las especies más propensas a la extirpación son aquellas de distribución restringida, así como una disminución de especies de interior de bosque y un aumento en la colonización de especies generalistas o de áreas abiertas.</p>	<p>(Olvera et al., 2020)</p>
<p>Cerro Pantiacolla, Madre de Dios, Perú</p>	<p>1985-2018</p>	<p>No se registraron el 15,9% de las especies recolectadas históricamente. Probablemente especies más susceptibles las de altas elevaciones, mientras que se han expandido en su rango altitudinal y aumentado abundancia las especies de tierras bajas.</p>	<p>(Freeman et al., 2018)</p>

**Apéndice C.** Especímenes de aves recolectados en la finca El Carajo. Se resaltan las recolectas previas de los taxones obtenidos en El Carajo con detalle de los años, las localidades y los municipios en los que fueron recolectados en el pasado, el asterisco (\*) indica que es producto de la salida de campo en la finca El Carajo.

Especie	Familia	Código de catálogo en UIS-AV	Total recolectado	Año recolectado	Localidades	Municipios
<i>Coeligena coeligena</i>	Trochilidae	UIS-AV-3177; UIS-AV-3186	37	1962; 1963; 1964; 2003; 2004; 2018; 2022; 2023*	Corcova; Vda. San Ignacio; Rasgón; Vda. Salinas; Los Venados; El Carajo*	Tona; Floridablanca*; Piedecuesta; Santa Bárbara
<i>Coeligena torquata</i>	Trochilidae	UIS-AV-3190; UIS-AV-3192	27	1949; 1962; 1963; 1964; 2001; 2002; 2004; 2016; 2018; 2021; 2023*	Hda. Las Vegas; Suratá; Corcova; Pie del Picacho; La Sierra, Vda. Santa Helena; El Diviso; Vda. La Plazuela; Vda. La Jabonera; Vda. Esparta; Morro La Perdedora; El Carajo*	Piedecuesta; Suratá; Tona; Charalá; Floridablanca*; El Peñón; Santa Bárbara; Coromoro
<i>Coeligena helianthea</i>	Trochilidae	UIS-AV-3191	33	1917; 1947; 1962; 1963; 1964; 2003; 2014; 2018; 2019; 2023*	La Pica; El Cardón; Peña blanca; Angostura, La baja; Suratá; Hda. Las Vegas; Pie del Picacho; Rasgón; Vda. La Plazuela; Vda. Bitarigua, Alto de Curubita; Vda. Salinas; Vda. Esparta; Escuela Rural Santa Rita; El Carajo*	Málaga; Suratá; California; Piedecuesta; Tona; Carcasí; Santa Bárbara; Floridablanca*

<i>Adelomyia melanogenys</i>	Trochilidae	UIS-AV-3169; UIS-AV-3195	54	1916; 1943; 1949; 1963; 1999; 2001; 2002; 2003; 2004; 2006; 2012; 2016; 2018; 2021; 2023*	Cachiri; Virolín; Hda. Las Vegas; Corcova; La Sierra, Vda. Santa Helena; Vda. La Plazuela; Vda. San Ignacio; Finca El Talismán; Rasgón; Cachalú; Cuchilla de San Pablo; Vda. Jabonera; Vda. Salinas; Vda. Esparta; Vda. La Bodega, Filo de Manchurrias; Morro La Perdedora; Cerro El Espejuelo; El Carajo*	Suratá; Charalá; Piedecuesta; Tona*; Floridablanca*; San Vicente de Chucurí; Encino; Zapatoca; El Peñon; Santa Bárbara; El Carmen de Chucurí; Santa Barbara; Coromoro
<i>Heliodoxa leadbeateri</i>	Trochilidae	UIS-AV-3178; UIS-AV-3183	57	1961; 1962; 1963; 1964; 2004; 2018; 2022; 2023*	Corcova; La Cadena; Rasgón; Vda. Salinas; Los Venados; El Carajo*	Tona; Piedecuesta; Santa Bárbara; Floridablanca*
<i>Colibri cyanotus</i>	Trochilidae	UIS-AV-3180; UIS-AV-3194	23	1962; 1964; 2002; 2003; 2004; 2014; 2018; 2019; 2021; 2023*	Suratá; Corcova; Pie del picacho; Laguna Alto de Los Cacaos; Vda. La Plazuela; Vda. San Ignacio; Rasgón; Vda. Esparta; Vda. Salinas; Morro La Perdedora; El Carajo*	Suratá; Tona; Mogotes; Floridablanca*; Piedecuesta; Santa Bárbara; Coromoro
<i>Doryfera ludovicae</i>	Trochilidae	UIS-AV-3173	22	1949; 1979; 1983; 1986; 1994; 1999; 2001; 2004; 2012; 2018; 2021; 2023*	Hda. Las Vegas; Virolín; La Meseta; La Sierra, Vda. Santa Helena; Rasgón; Vda. San Javier Alta; Cachalú; Vda. Esparta; Vda. La Bodega, Filo de Manchurrias; Cerro El Espejuelo; Vda. Paramito; El Carajo*	Piedecuesta; Charalá; Suaita; Zapatoca; Encino; Santa Bárbara; El Carmen de Chucurí; Coromoro; El Hato; Floridablanca*

<i>Turdus fuscater</i>	Turdidae	UIS-AV-3168	30	1917; 1949; 1960; 1961; 1962; 1963; 1975; 1982; 2014; 2018; 2021; 2023*	La Pica, Peña Blanca, Hda. Las Vegas; Berlín; Páramo de Santurban; California; Pie del Picacho; Corcova; Suratá; Vda. Cristales; Vda. Esparta; Morro La Perdedora; El Carajo*	Málaga; Suratá; Piedecuesta; Tona; California; Santa Bárbara; Coromoro; Floridablanca*
<i>Hemitriccus granadensis</i>	Tyrannidae	UIS-AV-3171; UIS-AV-3181	13	1917; 1949; 2018; 2023*	La Pica; Hda. Las Vegas; Vda. Esparta; El Carajo*	Málaga; Piedecuesta; Santa Bárbara; Floridablanca*
<i>Henicorhina leucophrys</i>	Troglodytidae	UIS-AV-3175; UIS-AV-3184	53	1916; 1917; 1943; 1949; 1961; 1962; 1998; 1999; 2004; 2016; 2018; 2021; 2023*	Cachiri; La Pica; Virolín; Hda. Las La Pica; Vegas; Corcova; Suratá; Suaita; Rasgón, Cachalú; Suaita; Cachalú; Vda. Jabonera; Vda. Salinas; Vda. Esparta; Vda. La Bodega, Filo de Manchurrias; Morro La Perdedora; Cerro El Espejuelo; El Carajo*	Suratá; Málaga; Charalá; Piedecuesta; Tona*; Suaita; Encino; Piedecuesta; El Peñón; Santa Bárbara; El Carmen de Chucurí; Coromoro; Floridablanca*
<i>Pheugopedius mystacalis</i>	Troglodytidae	UIS-AV-3182	14	1917; 1943; 2012; 2018; 2021; 2023*	Peña Blanca; Virolín; Cuchilla de San Pablo; Vda. Salinas; Cerro El Espejuelo; El Carajo*	Suratá; Charalá; Zapatoca; Santa Bárbara; Coromoro; Floridablanca*
<i>Premnornis guttuliger</i>	Furnaridae	UIS-AV-3172	8	2018; 2023*	Vda. Salinas; Vda. Esparta; El Carajo*	Santa Bárbara; Tona*

<i>Arremon brunneinucha</i>	Passerellidae	UIS-AV-3193	62	1916; 1917; 1949; 1962; 1963; 1998; 1999; 2001; 2004; 2016; 2017; 2018; 2019; 2021; 2022; 2023*	Cachiri; La Pica; Peña Blanca; Hda. Las Vegas; Surata; Corcova; Suaita; Virolín; Cachalú; La Sierra, Vda. Santa Helena; Rasgón; Vda. La Plazuela; Vda. Jabonera; Vía Málaga-Bucaramanga; Vda. Salinas; Vda. Esparta; Vda. La Bodega, Filo de Manchurrias; Morro La Perdedora; Los Venados; El Carajo*	Suratá; Málaga; Piedecuesta; Tona*; Suaita; Charalá; Encino; El Peñón; Molagavita; Santa Bárbara; El Carmen de Chucurí; Coromoro; Floridablanca*
<i>Myioborus miniatus</i>	Parulidae	UIS-AV-3176	37	1943; 1949; 1961; 1962; 1963; 1964; 1975; 2001; 2004; 2012; 2018; 2021; 2022; 2023*	Virolín; Hda. Las Vegas; Corcova; Surata; Cachalú; Vda. La Plazuela; Vda. San Javier Alta; Vda. Salinas; Vda. La Bodega, Filo de Manchurrias; km 27 vía Bucaramanga-Cúcuta; Cerro El Espejuelo; El Carajo*	Charalá; Piedecuesta; Tona; Suratá; Encino; Zapatoca; Santa Bárbara; El Carmen de Chucurí; Coromoro; Floridablanca*
<i>Myioborus ornatus</i>	Parulidae	UIS-AV-3196; UIS-AV-3197	53	1916; 1917; 1947; 1949; 1961; 1962; 1963; 1964; 2016; 2018; 2021; 2023*	Cachiri; La Pica; Peña Blanca; Angostura, La Baja; Hda. Las Vegas; Surata; Corcova; California; Pie de Picacho; Laguna Alto de Los Cacaos; Vda. Jabonera; Vda. Esparta; Morro La Perdedora; El Carajo*	Suratá; Málaga; California; Piedecuesta; Tona; Mogotes; El Peñón; Santa Bárbara; Coromoro; Floridablanca*

<i>Basileuterus tristriatus</i>	Parulidae	UIS-AV-3170; UIS-AV-3189	34	1916; 1943; 1949; 1964; 1999; 2001; 2002; 2004; 2018; 2023*	Cachiri; Virolín; Hda. Las Vegas; Corcova; La Sierra, Vda Santa Helena; Rasgón; Vda. La Plazuela; Vda. Salinas; Vda. La Bodega, Filo de Manchurrias; Vda. Esparta; Cerro El Espejuelo; El Carajo*	Suratá; Charalá; Piedecuesta; Tona*; Encino; Santa Bárbara; El Carmen de Chucurí; Coromoro; Floridablanca*
<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Parulidae	UIS-AV-3174	35	1916; 1917; 1947; 1949; 1961; 1962; 1963; 1964; 1965; 2004; 2016; 2018; 2023*	Cachiri; Peña Blanca; La Pica; Angostura, La Baja; Hda. Las Vegas; Páramo de Santurban; Pie del Picacho; Cerro de la Judía; Vda. Jabonera; Vda. Salinas; Vda. Esparta; El Carajo*	Suratá; Málaga; California; Piedecuesta; Tona; El Peñón; Santa Bárbara; Floridablanca*
<i>Diglossa albilatera</i>	Thraupidae	UIS-AV-3179	52	1916; 1917; 1947; 1949; 1963; 1964; 1980; 2003; 2012; 2016; 2018; 2021; 2023*	Cachiri; La Pica; Angostura, La Baja; Hda. Las Vegas; Corcova; Pie del Picacho; Virolín; Vda. San Ignacio; Vda. San Isidro; Vda. San Javier Alta; Vda. Jabonera; Vda. Salinas; Vda. Esparta; Morro La Perdedora; El Carajo*	Suratá; Málaga; California; Piedecuesta; Tona; Charalá; Floridablanca*; Zapatoca; El Peñón; Santa Bárbara; Coromoro
<i>Chlorospingus canigularis</i>	Thraupidae	UIS-AV-3187	4	1964; 2021; 2023*	Corcova; Cerro El Espejuelo; El Carajo*	Tona; Coromoro; Floridablanca*
<i>Sphenopsis frontalis</i>	Thraupidae	UIS-AV-3185; UIS-AV-3188	30	1916; 1949; 1962; 2004; 2005; 2012; 2016; 2018; 2021; 2023*	Cachiri; Hda. Las Vegas; Suratá; Rasgón; Vda. La Plazuela; Cerro La Judía; Bosque de Olla Fría, Bellavista; Vda. Jabonera; Vda. Salinas; Morro La Perdedora; Cerro El Espejuelo; El Carajo*	Suratá; Piedecuesta; Tona*; Floridablanca*; Zapatoca; El Peñón; Santa Bárbara; Coromoro