

Curando y colectando Aves para incrementar la información de la colección ornitológica del
Museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander (UIS-AV)

Martin Alexis Palencia Plata

Trabajo de Grado para Optar al Título de Biólogo

Director

Enrique Arbeláez Cortés

Doctor en Ciencias Biológicas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Básicas

Escuela de Biología

Biología

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A mi familia, especialmente a mi madre y hermanas.

Agradecimientos

Agradezco a la Escuela de Biología de la Universidad Industrial de Santander y al Grupo de estudios en Biodiversidad por el apoyo para realizar este trabajo. También agradezco al proyecto de investigación “Una expedición para reducir el déficit de conocimiento en biodiversidad a una escala regional en Santander, Colombia’. Código: 1102- 866-75870 fondo nacional de financiamiento para la ciencia, la tecnología y la innovación Francisco José de Caldas, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia Minciencias – Colombia Bio” por los insumos aportados para este trabajo.

A mis amigos, por el constante apoyo y motivación mutua para perseguir nuestros propósitos.

A mis maestros de biología, especialmente al profesor Enrique Arbeláez, por todas sus enseñanzas y prolífica asistencia como docente y tutor.

Y, por supuesto, a las siempre maravillosas Aves.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Objetivo general	13
1.2. Objetivos específicos	13
1.3. Competencias	13
2. Metodología	15
2.1. Curaduría de especímenes UIS-AV	15
2.2 Salida de campo	16
2.2.1 Área de muestreo	16
2.2.2. Recolecta, identificación y taxidermia de aves	17
2.2.3. Ingreso de los especímenes recolectados en campo a UIS-AV	18
2.3. Representatividad de la colección UIS-AV respecto a la avifauna santandereana	19
3. Resultados	21
3.1. Curaduría de especímenes UIS-AV	21
3.2. Recolecta y preparación de especímenes en campo y su ingreso a UIS-AV	23
3.3. Representatividad de la colección UIS-AV respecto a la avifauna santandereana	24
4. Discusión.....	26
4.1. Curaduría de especímenes UIS-AV	26
4.2. Recolecta de especímenes.....	29
4.3. Representatividad de UIS-AV respecto a la avifauna santandereana basada en evidencia verificable..	31

5. Conclusiones	33
6. Recomendaciones	34
Referencias Bibliográficas	35
Apéndices.....	44

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Familias con datos biológicos provenientes de las etiquetas de los especímenes UIS-AV digitalizada y actualizada.....	44
Apéndice B. Tipos de datos biológicos encontrados en las etiquetas y digitalizados en la base de datos de la colección UIS-AV	46
Apéndice C. Especímenes recolectados e ingresados a la colección UIS-AV.....	46
Apéndice D. Evidencias del trabajo en campo.....	47
Apéndice E. Nivel de representatividad general de UIS-AV respecto a la avifauna santandereana	48
Apéndice F. Representatividad de UIS-AV respecto a la avifauna santandereana a nivel de familia.....	48
Apéndice G. Colecciones ornitológicas de mayor envergadura a nivel nacional según el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC).....	50
Apéndice H. Registro fotográfico de la colección UIS-AV y sus especímenes.....	50

Resumen

Título: Curando y colectando Aves para incrementar la información de la colección ornitológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander (UIS-AV)*

Autor: Martin Alexis Palencia Plata**

Palabras Clave: Aves, colecciones biológicas, historia natural, curaduría, espécimen voucher

Descripción: las colecciones biológicas son fuentes de información, invaluable e irremplazables para estudiar la vida en todas sus formas. Los objetos biológicos que resguardan ofrecen información fundamental sobre la biodiversidad en un tiempo y espacio determinados a la que no podría accederse de otras maneras. De hecho, el valor científico de los especímenes de colección y sus datos asociados no hace otra cosa que incrementarse a través del tiempo. El desarrollo de la tecnología para propósitos científicos en años recientes ha puesto de manifiesto el enorme potencial que exhiben los especímenes de colección para resolver preguntas de gran envergadura en múltiples disciplinas del conocimiento. La ornitología no es la excepción, las tradicionales pieles de estudio de aves (especímenes *voucher*) se emplean actualmente en escenarios científicos que los colectores de siglos pasados nunca hubiesen imaginado. En este estudio, se revisaron las etiquetas de 2152 especímenes de aves de la colección ornitológica de la Universidad Industrial de Santander (UIS-AV), y se recuperaron datos biológicos obtenidos de estas para 934 especímenes, actualizándose la información del 32% de la colección y completando la curaduría del 72% de la misma. Adicionalmente se hicieron recolectas en un bosque húmedo premontano de Floridablanca, Santander, Colombia sin registros previos para UIS-AV, de 16 especímenes de aves que se prepararon como especímenes voucher y se ingresaron a la colección con todos sus datos asociados y muestras de tejidos para ampliar las fuentes de información molecular. Entre las especies ingresadas se encontraron dos nuevos registros para UIS-AV: *Ochthoeca cinnamomeiventris* y *Heliodoxa leadbeateri*. Para poner en contexto la información de UIS-AV en relación a la diversidad de Santander, se comparó el número de especies de aves para Santander registrado en UIS-AV con una lista de especies para la misma entidad geográfica construido a partir de los registros digitales disponibles que refieren evidencia de especímenes voucher y grabaciones de audio, hallando que UIS-AV tiene evidencia soportada para el 64% de las especies del departamento.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Básicas. Escuela de Biología. Director: Enrique Arbeláez Cortés. Doctor en Ciencias Biológicas.

Abstract

Title: Curating and collecting Birds to increase information of the ornithological collection of the Natural History Museum of the Industrial University of Santander (UIS-AV)*

Author(s): Martin Alexis Palencia Plata**

Key Words: Birds, biological collections, natural history, curational processes, voucher specimen

Description: Biological collections are invaluable and irreplaceable tools for studying, documenting, and understanding life in all its forms. The biological objects that they keep offer fundamental information about biodiversity in a given time and space that could not be accessed in other ways. In fact, the value of collection specimens and their associated data does nothing but increase over time. The development of technology for scientific purposes in recent years has highlighted the enormous potential that collection specimens exhibit to answer far-reaching questions in multiple disciplines of knowledge. Ornithology is no exception, traditional bird study skins (voucher specimens) are currently used in scientific scenarios that collectors of past centuries would never have imagined. In this study, the labels of 2152 bird specimens from the ornithological collection of the Industrial University of Santander (UIS-AV) were reviewed, and biological data obtained from these were digitized for 934 specimens, updating the information of 32% of the total collection and completing the curatorship of 72% of it. In a segment of a premontane humid forest of Floridablanca without previous records for UIS-AV, 16 bird specimens were collected, which were prepared as voucher specimens and entered into the collection with all their associated data and tissue samples to expand the sources of molecular information. Among the species joined, two new records were found: *Ochthoeca cinnamomeiventris* and *Heliodoxa leadbeateri*. The number of bird species for Santander registered in UIS-AV was compared with a list of species for the same geographical entity built from the available digital records that refer to voucher evidence and audio recording, finding that UIS-AV has covers 64% of the species.

* Degree Work

** Faculty of Basic Sciences. Department of Biology. Director: Enrique Arbeláez Cortés. Doctor in Biological Science

. Introducción

Históricamente, el estudio y la documentación de la biodiversidad a lo largo del planeta se ha soportado en la información que resguardan las colecciones biológicas principalmente en forma de objetos naturales denominados especímenes o *vouchers* (Clemann et al, 2014). Estos pueden ser pieles taxidermizadas, esqueletos, cráneos, individuos completos, o muestras parciales preservadas en alcohol o congeladas (Holmes et al, 2016; Miller et al, 2020; Suarez y Tsutsui, 2004; Winkler 2010). Dichos especímenes de colección, bajo la preservación apropiada, constituyen registros permanentes y verificables acerca de las especies y su contexto natural en un espacio y momento concretos, permitiendo la comparación entre muestras históricas y actuales, por lo que son una fuente de información valiosa, precisa e irremplazable sobre los cambios en los patrones de biodiversidad a través del tiempo, ofreciendo además la replicabilidad requerida en la ciencia (Arbeláez-Cortés et al, 2017; Clemann et al, 2014; Cuervo et al, 2006;). En las descripciones taxonómicas, por ejemplo, el uso de especímenes de colección es crítico, tanto para especies fósiles como actuales (Arbeláez-Cortés et al, 2017; Pyke y Ehrlich, 2010; Suarez y Tsutsui, 2004), e incluso en la actualidad un gran volumen de las descripciones de nuevas especies se realizan a partir de material sin catalogar que ya está presente en colecciones (Meineke et al, 2018). El potencial científico que ofrecen los especímenes de colección y sus datos es tan amplio que se han usado para abordar preguntas en biología evolutiva, biología de la conservación, ecología, biogeografía y filogenia (Arbeláez-Cortés et al, 2017; Holmes et al, 2016; Rocha et al, 2014), entre otros. Adicionalmente, dada la crisis de extinción de la biodiversidad actual y las problemáticas mundiales ambientales y ecológicas, en los últimos 20 años se ha disparado el uso de información proveída por colecciones biológicas para investigaciones en tópicos como

fragmentación de hábitat, enfermedades infecciosas emergentes y cambio climático (Arbeláez-Cortés et al, 2017; Cook et al, 2014; Meineke et al, 2018; Moritz et al, 2008; Pyke y Ehrlich, 2010; Suarez y Tsutsui, 2004). Pese a que pareciera que las tecnologías actuales apuntaran a reemplazar la utilidad de los especímenes voucher, la realidad es que funcionan en paralelo para develar métodos nuevos y sofisticados que permitan aprovechar y maximizar la información contenida en los objetos de museo cuyo valor propio e individual seguirá siendo irremplazable (Collar, 2000; Miller et al, 2020; Rocha et al, 2014)

Para entender los cambios pasados, presentes y futuros del mundo natural y enfrentar los desafíos científicos que atraviesa actualmente la biología es necesario incentivar y apoyar el desarrollo de las colecciones biológicas (Bradley et al, 2014; Kemp, 2015; Kuo y Yang, 2015; Miller et al, 2020; Winkler et al, 2010). Según Cuervo et al (2006), la ornitología colombiana presenta un déficit de especímenes de colección debido a que muchas especies están representadas en las colecciones por muy pocos ejemplares y porque la mayoría proceden de recolectas realizadas hace varias décadas atrás, cuando los colectores no enfatizaban en la toma de datos de importancia biológica. Asimismo, la sistematización de los datos provenientes de las colecciones en bases de datos de acceso público elimina limitantes como la necesidad de dirigirse a las instalaciones físicas de un museo para extraer la información, de manera que se extiende el impacto de las colecciones sobre la productividad científica (Arbeláez-Cortés et al, 2017; Miller et al, 2020; Page et al, 2015). De acuerdo con la información disponible en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC 2021 (humboldt.org.co)), Colombia cuenta con 262 colecciones registradas distribuidas en 27 departamentos cuyo capital científico alcanza los 5 millones de ejemplares catalogados, de los cuales 2.871.393 corresponden a invertebrados, 1.061.891 vertebrados, 1.856.526 plantas, 60.167 hongos, 64.876 líquenes y 65.836 microorganismos. En el caso de las

aves tenemos que la Colección Biológica del Instituto Alexander von Humboldt-IAvH cuenta con 15380 especímenes catalogados y sistematizados al 100%; información de la que han surgido numerosas publicaciones científicas como indica el estudio de Arbeláez-Cortés et al (2017). La colección ornitológica más grande del país es la del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, que cuenta con aproximadamente 43000 ejemplares pertenecientes a cerca de 1700 especies, de los cuales el 95% se encuentran catalogados y el 85% sistematizados (RNC 2021 (humboldt.org.co)).

Por su parte, la Colección de Ornitología del Museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander (UIS-AV), cuyos primeros especímenes se remontan a la década de 1950, actualmente alberga 2898 especímenes de colección de 550 especies de aves, siendo la mayoría de ellos provenientes de Santander (UIS 2021 ([disponible en: uis.edu.co](http://uis.edu.co))); en la actualidad, resguarda una de las colecciones de aves más importantes del país (Avendaño, 2017), superando en especímenes a otras colecciones ornitológicas como la del Museo de Historia Natural C.J. Marinkelle de la Universidad de los Andes (1265 especímenes) y el Museo Javeriano de Historia Natural (1804 especímenes) (RNC 2021 (humboldt.org.co)). Respecto a su estado de curaduría, se conoce que durante el marco de actividades del proyecto BioMap, en cuya iniciativa para hacer pública y accesible la información sobre la avifauna colombiana presente en colecciones de todo el mundo, generó una base de datos en la que se incluyeron, en abril del 2004, 1448 registros provenientes de la colección UIS-AV (Proyecto BioMap, 2004). En el año 2010 se efectuó un proceso de digitalización preliminar de la información (Torres & Moreno 2015), que se intensificó y optimizó a partir del año 2016 (UIS 2021 (uis.edu.co)), por lo que a la fecha cuenta con una curaduría taxonómica completa realizada entre el 2020-2021, y una curaduría geográfica actualizada al año 2020, de la que se encargó su actual curador, el profesor E. Arbeláez-Cortés,

quien revisó la georreferencias de localidades históricas y asignó coordenadas a aquellas localidades sin datos. Durante el proceso de digitalización preliminar del 2010, al parecer se enfatizó en la información geográfica y taxonómica, sin prestar atención a la información biológica de los especímenes; por ende, un número desconocido de especímenes, principalmente de entre los más de 1200 depositados antes del año 2000 (denotados aquí como especímenes históricos), contienen información de relevancia biológica consignada en sus etiquetas que a la fecha no ha sido debidamente curada y sistematizada, lo cual limita su uso para análisis científicos, creando la necesidad de realizar dicha labor para aumentar el impacto de la colección como herramienta para la construcción del conocimiento científico alrededor de las aves. De hecho, en los últimos años UIS-AV ha demostrado su fortaleza como soporte de investigaciones sobre diversidad de aves del Nororiente Colombiano (Arbeláez-Cortés et al., 2020; 2021, Arbeláez-Cortés, & Trujillo-Arias 2021, Ocampo et al., 2021)

El objetivo de este trabajo es realizar la digitalización de la información biológica descrita en las etiquetas de especímenes históricos (recolectados antes del año 2000) de la Colección de aves UIS-AV que no está registrada en la base de datos para actualizar la información disponible y mejorar su calidad con la finalidad de que pueda emplearse para la investigación científica. Además, se evaluará la representatividad taxonómica en términos de número de especies para Santander que resguarda UIS-AV, contrastando con los registros para la misma región disponibles en bases de datos de acceso público (i.e. GBIF y Xenocanto). Finalmente, se presentará evidencia de la implementación de métodos para el aprendizaje de todo el proceso de convertir un ave silvestre en un espécimen científico de colección mediante el ingreso de nuevos especímenes recolectados en campo.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para el manejo de una colección biológica que van desde la recolecta, preparación y toma de datos de los especímenes en campo, así como su ingreso al museo, curaduría y digitalización en bases de datos.

1.2 Objetivos Específicos

Actualizar la información digital de la colección de aves UIS-AV mediante la recuperación de datos no digitalizados, principalmente de carácter biológico, presentes en las etiquetas de especímenes históricos (anteriores al año 2000).

Aprender a recolectar y taxidermizar ejemplares de aves y preservar muestras de tejidos para su ingreso a colecciones biológicas.

Hacer búsquedas y compilación de información en bases de datos de biodiversidad con fines de hacer análisis comparativos sobre la riqueza de aves de Santander.

Realizar un análisis para evaluar la representatividad de la avifauna santandereana que se encuentra disponible en la colección UIS-AV en relación con la información existente para el departamento en bases de datos de acceso público como Global Biodiversity Information Facility (GBIF) y Xeno-canto.

1.3 Competencias

Durante el desarrollo de la pasantía, el estudiante demostrará que:

Emplea de manera adecuada redes de niebla para capturar aves en campo.

Prepara especímenes de aves como pieles de museo mediante taxidermia científica, para posteriormente preservarlos en una colección biológica.

Aplica rigurosamente el protocolo de curaduría de una colección biológica para aprender la manipulación de los especímenes, su ingreso y catalogación.

Recopila con cuidado información biológica de las etiquetas de especímenes históricos, para su digitalización en la base de datos de UIS-AV.

Evalúa la representatividad de las especies de UIS-AV en relación a los registros de especies basados en evidencia disponibles en bases de datos de acceso público.

Reconoce el valor de los especímenes con datos de una colección biológica para la construcción del conocimiento científico.

Explica claramente por escrito, mediante un informe, el procedimiento y los resultados del trabajo de manera concisa y detallada.

2. Metodología

2.1 Curaduría de especímenes UIS-AV

Siguiendo el protocolo de manejo de la colección de ornitología UIS-AV (UIS, 2021, disponible en: (UIS 2021 (uis.edu.co))), se revisaron secuencialmente y de manera ordenada (de acuerdo a la hipótesis filogenética de referencia empleada en la colección, propuesta por Gill et al., (2022); versión 12.1), las etiquetas de 2152 especímenes de aves en búsqueda de información científica relevante que estuviese anotada en cada etiqueta, pero sin digitalizar en la base de datos de UIS-AV. Para esto, se imprimieron formatos que fueron diseñados filtrando la lista de especímenes y el tipo de datos por registrar a partir de la base de datos de la colección UIS-AV. En esos formatos se verificó, y de ser el caso, se anotó la información consignada en las etiquetas y, una vez diligenciados, se archivaron en un catálogo físico como evidencia y respaldo de los datos obtenidos. La revisión de los datos anotados en las etiquetas se concentró prioritariamente en la información biológica de los especímenes (i.e., masa corporal, envergadura, longitud total, presencia de parche de incubación, tipo y tamaño de gónadas, protuberancia cloacal, porcentaje de osificación del cráneo, muda, grasa, contenido estomacal, anillo ocular y colores del iris, del pico y del tarso). No obstante, se revisaron todos los datos registrados en cada una de ellas (i.e., localidad y fecha de colecta) para corroborar la equivalencia de la información en la etiqueta y base de datos de UIS-AV. Asimismo, se identificaron y corrigieron datos sesgados o con información ambigua, como medidas poco claras o incoherentes con las características observables en el espécimen correspondiente a la etiqueta. Durante todo el proceso se prestó atención especial a la nomenclatura e identificación taxonómica, siguiendo el sistema de clasificación de referencia de la colección (Gill et al, 2022) y empleando las guías para la identificación de avifauna

colombiana de Ayerbe (2019), Hilty (2021) y McMullan (2021). En paralelo a la revisión manual de los especímenes y sus etiquetas, toda la información recuperada se digitalizó la base de datos de la colección UIS-AV, en un formato Darwin Core (Darwin Core Task Group, 2009) empleando el manejador de bases de datos Microsoft Access.

Para tener un contexto de la curatoria y del manejo de otras colecciones, se consultó vía correo electrónico a los curadores de 8 colecciones ornitológicas nacionales sobre los métodos empleados para la revisión de especímenes, etiquetado, catalogación, tipo de datos registrados y digitalización en bases de datos, entre otros. Se obtuvo respuesta de parte de los curadores de las siguientes colecciones: Andrés Cuervo, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional (ICN); Julieth Cárdenas, Museo de La Salle, Universidad de La Salle; y Sergio Lozada, Universidad del Tolima. Los aportes de estos curadores se tuvieron como referencia para elaborar la sección de Recomendaciones de este trabajo.

2.2 Salida de campo

2.2.1 Área de muestreo

La recolecta y preparación de especímenes se efectuó al norte del sector conocido localmente como “Cascada los Venados”, ubicado en la vereda Agua Blanca, al noreste por el este (NEpE) del casco urbano del municipio de Floridablanca, Santander, Colombia. El área muestreada comprendió un segmento de bosque húmedo premontano que se extiende por la cuenca de la quebrada Agua Blanca, afluente del río Frío. El bosque está flanqueado por cultivos, principalmente de café, y conecta hacia el norte con una amplia extensión boscosa. Dicho segmento de bosque está entre los 1700 – 1900 m s.n.m y se caracteriza topográficamente por

presentar pendientes muy pronunciadas. Se ubicaron estaciones de redes de niebla en dos localidades dentro del área como puntos de muestreo: la primera, a una elevación de 1750 m s.n.m ($7^{\circ} 6'29.38''N$, $73^{\circ} 2'32.46''W$) y, la segunda, a 1845 m s.n.m ($7^{\circ} 6'34.52''N$, $73^{\circ} 2'22.27''W$). El campamento base se estableció en la Finca Altamira ubicada entre 15 y 30 min de las localidades. Aparte de las facilidades logísticas del sitio, este se eligió dado que UIS-AV cuenta con muy pocos registros para el municipio de Floridablanca dentro del rango altitudinal especificado, por lo que la elección del sitio se hizo con el fin de llenar vacíos de información presentes en la colección. Los especímenes fueron recolectados bajo el permiso marco de recolecta de la Universidad Industrial de Santander de la Autoridad nacional de licencias ambientales - ANLA– resolución n° 01532 del 01 de septiembre de 2021 y con supervisión del profesor Enrique Arbeláez Cortés.

2.2.2 Recolecta, identificación y taxidermia de aves

El trabajo en campo tuvo lugar durante 4 días entre el 8 y 11 de agosto del 2022. En primer lugar, se instalaron 10 redes de niebla (12x2,5m) distribuidas equitativamente en dos zonas al interior del segmento de bosque. En vista de que en cada zona la distancia entre redes y la diferencia de elevación fue mínima, se tomó la posición central entre las 5 redes de cada zona como un mismo punto de muestreo, por lo que se identificaron dos puntos de muestreo que se georreferenciaron con GPS Garmin sobre el terreno (las coordenadas geográficas se refieren en el apartado anterior). Las redes se abrieron alrededor de las 5:00 – 5:25am los días 9, 10 y 11 de Agosto y se cerraron entre las 4:00 a 4:30 pm los días 8, 9 y 10 de Agosto. El primer día de la salida (8 de agosto), la apertura de las redes inició cerca de las 11:00am a causa del tiempo invertido durante la instalación de las mismas; y, el último día, se cerraron alrededor de las 10:00

am. El esfuerzo de muestreo se calculó en horas/red (horas de muestreo por red de niebla), donde una hora/red es equivalente a una red de niebla de 12x2,5m abierta durante una hora.

Los 16 especímenes capturados fueron recolectados y se prepararon como pieles de museo (especimen voucher) bajo la supervisión del tutor, siguiendo las recomendaciones de Villareal et al (2006). Se registró la siguiente información biológica para 15 de los especímenes: masa corporal, envergadura, longitud total, presencia de parche de incubación, tipo y tamaño de gónadas, protuberancia cloacal, porcentaje de osificación del cráneo, muda, grasa, contenido estomacal, anillo ocular y colores del iris, del pico y del tarso. No se encontraron las gónadas para uno de ellos. Además, se tomaron muestras de tejidos de hígado, músculo y corazón para todos los especímenes recolectados, las cuales fueron preservadas en etanol al 96% durante la fase de campo. Luego, en el laboratorio se procedió a extraer el etanol de los tejidos y a criopreservarlos en el ultracongelador a -80°C , catalogándose así en la Colección de Tejidos del Museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander (UIS-CT).

La identidad taxonómica de los especímenes se determinó preliminarmente en campo, empleando guías para la identificación de avifauna colombiana como las de Ayerbe (2019), Hilty (2021), McMullan (2021); una vez en la colección, se corroboró la identificación comparando con los especímenes resguardados en UIS-AV y finalmente se asignó el taxa específico según el equivalente taxonómico de la versión más actualizada por Gill et al (2022).

2.2.3 Ingreso de los especímenes recolectados en campo a UIS-AV

Los especímenes recolectados y toda su información asociada se ingresó formalmente a la colección ornitológica UIS-AV atendiendo el respectivo protocolo de manejo (UIS, 2021). Se digitalizó en la base de datos de la colección toda la información pertinente siguiendo un formato

tipo Darwin Core. A partir de los datos digitalizados y modificando ligeramente un diseño preexistente, se elaboraron e imprimieron las etiquetas y se asignaron a cada uno de los especímenes, según correspondiera. Finalmente, se asignó el número de catálogo para cada espécimen y se almacenaron ordenadamente en sus respectivas gavetas.

2.3 Representatividad de la colección UIS-AV respecto a la avifauna santandereana

Para determinar cuál es el grado de representatividad de UIS-AV respecto a la totalidad de la diversidad de la avifauna santandereana soportada con evidencia verificable, se realizó una búsqueda de información en bases de datos de acceso público. El proceso se ejecutó de la siguiente manera:

1) Se efectuó una búsqueda de los registros biológicos de aves de Colombia disponibles en la base de datos Global Biodiversity Information Facility (GBIF) filtrando por: registro basado en evidencia de tipo espécimen voucher (“preserved specimen”, “voucher specimen”); departamento o localidad (“state/province”), denotando a Santander y todas sus posibles sinonimias (i.e. Santander del Sur, Santander Department, Santandar) como entidad geográfica superior, para recoger todos los registros existentes. No se empleó la fecha como filtro, por lo que se incluyeron todos registros disponibles (entre los años 1818 - 2022). Asimismo, no se incluyó dentro del filtro espacial la opción con coordenadas geográficas dado que muchos especímenes de museo datan de fechas anteriores a la implementación de este sistema (e.g., más de 1300 registros recolectados en la región por JR Carriker que a pesar de tener detalles geográficos de la localidad no están todavía georreferenciados). Adicionalmente, se seleccionaron los datos de todas las colecciones con información disponible, tanto nacionales como internacionales (n = 31).

2) Se realizó una segunda búsqueda, ésta vez, en la base de datos bioacústicos Xenocanto (Xeno-canto Foundation, 2022). Los filtros aplicados fueron los mismos del paso anterior, omitiendo el tipo de registro dado que todos los datos derivados de ésta plataforma corresponden al tipo grabación de audio (“machine observation”).

3) Los datos obtenidos de ambas búsquedas se descargaron en formato Darwin Core (Darwin Core Task Group, 2009).

4) Los dos grupos de datos se cargaron a la interfaz de RStudio del lenguaje de programación para análisis estadísticos y gráficos R (RStudio Team, 2020). Con ayuda del paquete “dplyr” de la librería de R, se depuraron los registros múltiples pertenecientes a la misma especie, dejando un solo registro como representante por especie, con el objetivo de conseguir el número de especies (i.e. riqueza) de las que hay registros con ambos tipos de evidencia.

5) La lista de especies resultante de cada grupo de datos se combinó, eliminando nuevamente los registros repetidos.

6) Se obtuvo una lista de las especies de aves recolectadas en Santander que tienen al menos un representante en UIS-AV, directamente desde su base de datos.

7) La lista proveniente del conjunto GBIF-Xenocanto fue revisada y corregida para que fuese taxonómicamente comparable con UIS-AV (Gill et al, 2022), evitando la sobrerrepresentación de especies por efectos de sinonimias o diferencias en el sistema taxonómico con el que fueron determinadas.

8) Las especies únicas de UIS-AV se sumaron al conjunto GBIF-Xenocanto (eliminando los comunes entre ambas listas) y se obtuvo como resultado definitivo la avifauna santandereana basado en evidencia verificable (en adelante abreviado como “AS”). Los registros únicos de UIS-

AV para Santander se añadieron a este listado, puesto que, de no incluirse, la riqueza de especies que componen la AS estaría subrepresentada.

9) Se realizaron análisis comparativos entre la riqueza de especies de aves de Santander (AS) y las que resguarda UIS-AV.

3. Resultados

3.1 Curaduría de especímenes UIS-AV

El acervo ornitológico representado en la colección UIS-AV se compone de aproximadamente 2898 especímenes agrupados en 67 familias. Mediante la inspección de las etiquetas de 2152 especímenes, que cubren a 58 de las familias, se obtuvieron múltiples datos no digitalizados, principalmente de carácter biológico, para 934 especímenes pertenecientes a 47 familias y 238 especies (promedio = 16.1 especímenes con datos actualizados por familia; rango = 173 especímenes con datos actualizados; n = 58 familias revisadas en total). Luego, se eliminó la incertidumbre sobre el estado de curaduría digital de todos los especímenes revisados y se actualizó completamente la información disponible en la base de datos UIS-AV para el 32% (934) de los especímenes y el 70% (47) de las familias; confirmándose un nivel de curaduría digital de la información biológica presente en las etiquetas del 72 y 87 por ciento del total de especímenes y familias presentes en UIS-AV, respectivamente (Apéndice A).

Por otra parte, 33 de las 47 familias con información digitalizada recibieron actualización en sus datos para la mitad o más del total de especímenes que las componen (con un promedio del 57% del total de especímenes por familia con datos actualizados) (Apéndice A).

Se encontró que 796 (85%) de los especímenes con información actualizada registran fechas de colecta anteriores al año 2000, por lo que se cubrió la curaduría de los especímenes

históricos. Los datos biológicos que se observaron con mayor frecuencia una vez digitalizados fueron, en orden decreciente: sexo, tipo de gónadas, longitud total, envergadura, color de iris, tamaño de gónadas y contenido estomacal; encontrándose en todos los casos en el 75% o más de los especímenes con información actualizada (promedio = 773.8 especímenes por tipo de dato; rango = 131 especímenes; n = 7 tipos de datos). Por su parte, información como parche de incubación, grasa subcutánea, peso, protuberancia cloacal, osificación del cráneo, muda, color mandíbula, color maxila, color tarsos y otros colores se encontró en todos los casos en alrededor del 18% o menos del total de especímenes con información actualizada (promedio = 69.4 especímenes por tipo de dato; rango = 155 especímenes; n = 10 tipos de datos). El total de especímenes que recibieron actualización en su información (934), se indicó en función de la digitalización de uno o más de los datos expuestos, dado que algunos de ellos contaban con información parcialmente digitalizada (Apéndice B).

Adicionalmente, durante la revisión de las etiquetas también se reparó en los especímenes y, siempre que se consideró necesario, se hicieron comentarios sobre su estado (i.e. partes sueltas, dañadas o ausentes, presencia de hongos, etc.) y relación con los datos (i.e. medidas de peso o longitud total referidas en la etiqueta muy poco probables o contradictorias en función del tamaño del espécimen o de su comparación con otros registros de la misma serie). Se corrigió tanto en la base de datos como en las etiquetas, la identificación incorrecta o desactualizada de algunos especímenes que lo requirieron, según el caso (i.e. serie de 4 *Megarynchus pitangua* erróneamente determinados como *Pitangus sulphuratus*). También se descartó o confirmó la presencia de especímenes previamente señalados en la base de datos como “no encontrados o ausentes” de acuerdo con una revisión preliminar de UIS-AV. Toda la información extraída de las etiquetas se registró en un catálogo físico construido como respaldo al archivo digital.

En síntesis, además de haber triplicado la cifra originalmente propuesta (n=300) de especímenes con información actualizada en la base de datos, se cubrió la curaduría taxonómica inadvertida en revisiones anteriores para los especímenes procesados, y se dejaron señalados algunos aspectos sobre los que podrían orientarse futuros esfuerzos de curaduría al interior de la colección UIS-AV.

3.2 Recolecta y preparación de especímenes en campo y su ingreso a UIS-AV

Durante el período de trabajo en campo se logró un esfuerzo de muestreo de 264 horas–red, a partir del cual se colectaron e identificaron 16 especímenes pertenecientes a 10 especies y 5 familias. Entre éstos, se consiguieron dos registros completamente nuevos para la colección UIS-AV: un espécimen de *Ochthoeca cinnamomeiventris* y otro de *Heliodoxa leadbeateri* (Apéndice C; D). Todos los especímenes fueron debidamente taxidermizados como pieles de museo (especimen voucher); además, se preparó un ala extendida y se preservaron 4 carcasas en etanol al 96%. La información biológica pertinente se registró al mayor detalle posible para toda la serie recolectada, exceptuando un espécimen cuyas gónadas no pudieron ser encontradas. Asimismo, se obtuvieron muestras de tejidos provenientes de músculo, hígado y corazón para el total de los registros, con lo que se logró ampliar las fuentes de información disponibles para análisis moleculares.

Una vez en las instalaciones de la universidad, todos los especímenes fueron formalmente ingresados a la colección UIS-AV siguiendo el respectivo protocolo de manejo. La información obtenida en campo fue totalmente digitalizada en la base de datos, se elaboraron y asignaron las etiquetas con los datos correspondientes a cada espécimen, se diligenció la información requerida para cada ingreso nuevo en el catálogo físico de la colección y se asignó el número de catálogo

con el que habrían de identificarse. Finalmente, se almacenaron en la respectiva gaveta según el orden filogenético en que se ordena UIS-AV. Todas las muestras de tejidos fueron criopreservadas a -80°C en el ultracongelador de la colección de tejidos de la Colección de Tejidos del Museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander (UIS-CT)

Se precisa que de todos los especímenes colectados en campo, el estudiante preparó 7, el ala extendida y participó en la preparación de 3 especímenes más junto con el tutor. Por otra parte, el trabajo relacionado con la digitalización y el ingreso de todo el material recopilado, así como la identificación de los especímenes, fue efectuado completamente por el estudiante. Previo a la salida de campo el estudiante preparó otros 8 especímenes que estaban congelados y realizó todo el proceso de ingreso a la colección descrito para los especímenes de campo, para un total de 18 especímenes taxidermizados, curados y catalogados.

3.3 Representatividad de la colección UIS-AV respecto a la avifauna santandereana

A partir de los registros con evidencia verificable de tipo espécimen voucher y grabación de audio analizados, se encontró que la avifauna santandereana se compone por un total de 727 especies, agrupadas en 65 familias y 23 órdenes. Las familias de aves con mayor riqueza de especies en el departamento correspondieron a Tyrannidae (99 especies), Thraupidae (86), Trochilidae (63) y Furnariidae (50), que en conjunto representaron el 41% (298) del total de las especies reportadas para Santander, con el 59% (429 especies) restante repartido entre las demás 61 familias. Por su parte, se encontró que en la colección ornitológica UIS-AV existe registro para 462 del total de las especies de la avifauna santandereana, reunidas en 59 familias y 23 órdenes, lo que equivale a una representatividad del 64% a nivel de especie, 91% a nivel de familia y 100%

a nivel de orden (Apéndice E). A su vez, las familias con mayor riqueza de especies de UIS-AV fueron equivalentes a las familias más ricas denotadas para la avifauna santandereana.

Puesto que UIS-AV salvaguarda únicamente registros de tipo espécimen voucher, el nivel de representatividad se discriminó en función de dicha variable; del total de especies reportadas para la avifauna santandereana, 698 están soportadas por este tipo de registro, lo que otorga a UIS-AV una cobertura del 66% en términos de especies con voucher reportadas para Santander (Apéndice E). Con relación al nivel de representatividad individual de la riqueza al interior de las 59 familias presentes en UIS-AV respecto a la avifauna santandereana, se halló que 9 de ellas ostentan una cobertura menor al 50%; 34 cuentan con una cobertura mayor o igual al 50%, y 16 están cubiertas al 100% (Apéndice F). Asimismo, UIS-AV alberga los únicos registros con evidencia física (especimen voucher) para 71 especies (de 38 familias), lo que es equivalente al 10% del total de especies con voucher reportados para la avifauna santandereana. De dicho número de especies, 53 tienen registros únicamente en UIS-AV y 18 cuentan también con evidencia de tipo audio en la plataforma Xenocanto. Además, dentro de estos registros únicos de UIS-AV figuró la representatividad total de 3 órdenes y 4 familias de aves, los cuales son: orden Suliformes, representado por las familias Anhingidae y Phalacrocoracidae; orden Podicipediformes, representado por la familia Podicipedidae; y, orden Steatornithiformes, representado por la familia Steatornithidae. Igualmente, el único registro de la familia Aramididae se encontró en UIS-AV (Apéndice F). No se encontró ningún otro registro para Santander de los anteriormente mencionados (53 especies, 3 órdenes, 5 familias) bajo los dos tipos de evidencia consultados, por lo tanto, se infiere que la colección UIS-AV resguarda los únicos representantes de esta fracción de la avifauna santadereana en todo el mundo.

Enfatizando en los vacíos, UIS-AV presenta un déficit de representatividad en 265 (36%) especies de 49 familias (75% del total), entre las cuales carece completamente de registros para las familias Anhimidae, Cinclidae, Capitonidae, Motacillidae, Pandionidae y Threskiornithidae (n = 6; 9% del total) (Apéndice F). Entre el número de especies no cubiertas, se encontró que 152 corresponden a registros con evidencia única de tipo espécimen voucher y 84 a registros con ambos tipos de evidencia (voucher y audio). Adicionalmente, 29 de las especies (agrupadas en 16 familias) ausentes en UIS-AV estuvieron reportadas para la avifauna santandereana únicamente mediante audio, destacándose entre éstas el registro único que compone a una de las familias con ausencia absoluta, Capitonidae.

4. Discusión

4.1 Curaduría de especímenes UIS-AV.

La investigación científica basada en especímenes (y su información asociada) de colección, lejos de haberse restringido a sus aplicaciones clásicas en sistemática y servir como documentación verificable de la biodiversidad –en las que históricamente ha constituido un pilar fundamental que se mantiene vigente– ha diversificado en una plétora de temas de interés tanto pasados como presentes, permeando a múltiples disciplinas de la biología, a la par que los avances tecnológicos recientes han incrementado y optimizado las aproximaciones a la vasta cantidad de información que provee cada espécimen; por lo que en las colecciones biológicas se proyecta un enorme potencial para abordar preguntas futuras (Arbeláez-Cortés et al, 2017; Meineke et al, 2018; Schmitt et al, 2018; Webster, 2017; Winker, 2004). Esto es, de hecho, un aspecto clave para continuar fortaleciendo y enriqueciendo las colecciones; en los objetos biológicos que resguardan se han encontrado respuestas a cuestionamientos opuestos a los que originalmente motivaron su

recolecta (Bradley et al., 2014). Como refiere Winker (2004), el valor científico de un espécimen en términos temporales es por mucho más longevo que la ciencia escrita en un momento dado a partir de este.

Por ejemplo, gracias a los avances moleculares recientes de las últimas décadas se ha logrado obtener información genómica de pieles y huesos de especímenes pertenecientes a especies extintas, a partir de la cual se han hecho inferencias sólidas sobre factores diferentes a la pérdida de diversidad genética como posibles responsables de su detrimento y extinción, ampliando el horizonte sobre el que se dirigen los esfuerzos de conservación y manejo de la biota en el escenario de cambio actual (Roycroft et al, 2021).

Contradictoriamente, aunque la comunidad científica y la sociedad en general se han visto favorecidas por una creciente y novedosa forma de hacer ciencia basada en especímenes de colección (Nelson y Ellis, 2018), la financiación y el soporte destinado al mantenimiento de estas herramientas absolutamente necesarias y centrales, es escaso e insuficiente, principalmente en museos pequeños, universitarios y de escala local (Hromada et al, 2003; Miller et al., 2020; Winker y Withrow, 2013). La digitalización de los datos de los objetos de una colección biológica constituye el primer paso para intensificar su utilidad y extender su alcance a los investigadores a nivel global (Meineke et al, 2018). El aumento en la sistematización de enormes grupos de datos de biodiversidad en plataformas digitales ha abierto paso a los enfoques interdisciplinarios y va de la mano con los métodos modernos en que se abordan las grandes preguntas respecto a los sistemas biodiversos (Meineke et al., 2018; Suárez y Tutsui, 2004), como refleja el creciente número de artículos publicados en los últimos 20 años en tópicos como ecología, evolución, filogeografía, genómica, conservación, pérdida de hábitat y biodiversidad, epidemiología, toxicología, cambio climático, entre otros., que citan como fuente información basada en especímenes de colección

alojada en portales de acceso público (Arbeláez-Cortés et al, 2017, Nelson y Ellis, 2018; Miller, 2020; Pyke y Ehrlich, 2009). Luego, la posibilidad de acceder a la información gracias a la migración de los datos a portales digitales ha facilitado la construcción de conocimiento científico entre instituciones y ha beneficiado considerablemente la investigación en regiones donde por diversos factores, como la falta de recursos, los eventos de colecta y el acceso mismo a las colecciones y museos es limitado, como sucede en los trópicos (Arbeláez-Cortés et al, 2017; Meineke et al, 2018; Nelson y Ellis, 2018).

No obstante, la rigurosidad de este tipo de publicaciones científicas está directamente ligada a la calidad de los datos ofrecidos por las colecciones, por lo que los esfuerzos de curaduría al interior de las mismas son esenciales y deben ejecutarse continuamente (Miller et al, 2020; Nelson y Ellis, 2018). Es por esto que el proceso de curaduría digital de las etiquetas de los especímenes de aves UIS-AV realizado durante este proyecto, representa no sólo un aporte y avance valioso para el nivel de curaduría general de la colección, sino que también ofrecerá mayor calidad y confiabilidad a los análisis que se hagan a partir de sus datos, reforzando su valor intrínseco como una de las fuentes más relevantes en la documentación basada en especímenes voucher de la avifauna santandereana y de otros lugares del nororiente Colombiano. Sumado a esto, la digitalización de los datos permite identificar rápidamente las especies, familias o series de especímenes que cuentan con la información suficiente para usarse en determinados análisis, por lo que facilita sustancialmente la planeación de las investigaciones. Además, ésta labor constituye un llamado a la comunidad académica nacional y regional a que valoren y usen a UIS-AV.

El etiquetado de especímenes preservados de aves es clave para asegurar su valor científico. Una vez el ejemplar ha sido etiquetado, los datos descritos en la etiqueta se convierten en la fuente

(a veces única) de mayor relevancia y confiabilidad para obtener información sobre el mismo, ya que corresponden a los datos inmediatamente tomados por el colector durante la preparación del espécimen (Winker, 2000). Muchos de los datos usualmente referidos en las etiquetas son empleados para investigar múltiples aspectos de la biología de las aves. Por ejemplo, el contenido estomacal permite analizar los cambios en la dieta las poblaciones y las especies a través del tiempo (Pyke y Ehrlich, 2009); la variación temporal en el tamaño de gónadas, y en osificación de cráneos de algunos taxones, puede usarse como indicador de la estacionalidad de los períodos reproductivos (Wolfe et al, 2009); el sexo, junto con información espacial y temporal, ha permitido demostrar la ocurrencia de segregación latitudinal sexual en aves migratorias que pasan la temporada invernal (no reproductiva) en regiones tropicales (Komar et al, 2005); entre otras aplicaciones. Por estas razones, se espera que la actualización de la información biológica en la base de datos de UIS-AV sirva para nutrir el conocimiento alrededor de las aves del nororiente Colombiano.

4.2 Recolecta de especímenes

Los especímenes de aves preservados en los museos y colecciones biológicas alrededor del mundo son insuficientes como para documentar fielmente la totalidad de la diversidad de aves existente tanto en la escala temporal como espacial, lo que a su vez dificulta su empleo en la resolución de problemas modernos (Winker, 1996). Esto se debe en parte a que la tasa de ingreso de especímenes a las colecciones en años recientes ha sido muy baja comparada con la acumulación de registros anteriores a la mitad del siglo XX (Winker, 1996; Remsen, 1995). Puesto que gran parte de la utilidad de las colecciones recae en la comparación de objetos biológicos acumulados durante intervalos amplios de tiempo, la subrepresentación de especímenes actuales

supone un vacío de información que disminuye sus usos potenciales (Rocha, 2014). De igual forma, muchos de los especímenes históricos carecen completa o parcialmente de información en sus etiquetas, por lo que su utilidad es limitada (Winker, 1996; Stiles, 1983). Las razones detrás del declive en la adición de especímenes de aves a las colecciones (y de muchos otros grupos de vertebrados en general) apuntan principalmente a visiones sesgadas de la conservación, a cuestionamientos subjetivos sobre las recolectas y a un desentendimiento de la biología de las poblaciones como recursos renovables, por supuesto, bajo adecuados procedimientos de colecta (Arbeláez et al, 2013b, 2017; Cuervo et.al, 2006; Rocha, 2014; Winker, 2010). En consecuencia, el avance en el conocimiento de la biología de las aves y su conservación misma se ha visto impactado negativamente (Bradley et al, 2014; Remsen 1995, 1997; Winker 1996).

Por lo tanto, la necesidad de coleccionar aves en la actualidad y capacitar profesionales para dicha tarea es imperativa. La realidad de la ornitología nacional no es diferente, según Cuervo et al (2006), la avifauna colombiana no está debidamente representada en las colecciones del país y es acuciante cambiar dicho panorama. Entre los factores que soportan esta necesidad, está el hecho de que muchas de las especies que se encuentran representadas en las colecciones ornitológicas de mayor envergadura a nivel nacional, cuentan con una ínfima cantidad de registros sin continuidad espacial (i.e rango altitudinal) y temporal, como para abordar análisis estadísticos sólidos sobre la variación entre poblaciones de carácter geográfico, ecomorfológico, fenotípico o genotípico.

Atendiendo dicha necesidad y aludiendo a la replicabilidad fundamental en el método científico que garantizan los especímenes voucher, la recolecta y preparación de aves ejecutada durante el proyecto permitió que el estudiante se capacitara y desarrollara las habilidades requeridas para manejar y enriquecer una colección ornitológica. Los especímenes que fueron ingresados a UIS-AV son producto de una colecta responsable (pues se recopiló la mayor cantidad

de información posible), que permitió alimentar los registros para un rango de elevación poco cubierto en el municipio de Floridablanca. Igualmente, la adición de los dos especímenes completamente novedosos para la colección; *Ochthoeca cinnamomeiventris* y *Heliodoxa leadbeateri*, junto con sus respectivas muestras de tejidos y datos asociados, implican una ampliación valiosa en la documentación de la diversidad de aves a nivel regional.

4.3 Representatividad de UIS-AV respecto a la avifauna santandereana (AS) basada en evidencia verificable.

Cabe reiterar que el conjunto de especies que compone la denominada avifauna santandereana basada en evidencia verificable de tipo voucher y audio que se expone en éste trabajo, comprende el conjunto de especies que tienen registros soportados en los tipos de evidencia indicados en todas las colecciones con información disponible en GBIF y Xenocanto, incluyendo los registros de especies en UIS-AV que no tienen par en dichas fuentes. El análisis se planteó de ésta manera puesto que el objetivo consistió en exponer el nivel de cobertura alcanzado en UIS-AV respecto a la totalidad de especies de aves confirmadas para Santander bajo las evidencias propuesta, más no como una comparación con la cobertura conseguida por otras colecciones. De esta manera, los vouchers de especies colectadas en Santander registrados únicamente en UIS-AV hacen parte de la avifauna de la región y cuentan como un avance en la documentación de la misma (ver Metodología).

De acuerdo a registros principalmente basados en observación humana, se estima que la diversidad de especies de aves que se distribuyen en Santander puede ascender a una cifra de aproximadamente 840 especies (Rondón, 2017). Dicha riqueza es superior a la reportadas en éste trabajo (727 especies) pero esa diferencia de especies no es verificable de manera directa, y en

algunos casos podría atribuirse a identificaciones erróneas por parte del observador (i.e registros dudosos de “birdwatching” reportados en portales como eBird). La equivalencia en la proporción de especies registradas entre la lista de aves construida y la evidencia disponible en UIS-AV, para las familias Tyrannidae, Thraupidae, Trochilidae y Furnariidae, describen una relación coherente con los patrones de diversidad y distribución de estos grupos de aves en el territorio colombiano y en el departamento (Hilty y Brown., 1986); dado su amplio rango de distribución y alta riqueza de especies, es plausible que dichas familias hayan sido mayoritariamente representadas durante los diferentes eventos de documentación de la avifauna que han tenido lugar en Santander (Avendaño, 2017), demostrando que la representación de especies en UIS-AV no tiene sesgo taxonómico. En efecto, durante el marco de actividades de las expediciones Santander-Bio, que se ubican entre las más productivas que se han hecho históricamente en el departamento (Arbeláez-Cortés et al. 2020), en las que se muestrearon ecosistemas de bosque húmedo tropical, bosque premontano húmedo y bosque montano pluvial, las mismas 4 familias referidas con anterioridad figuraron entre las mejor representadas en número de especies. Luego, es también en éstas familias donde se presenta el mayor número de especies carentes de registros en UIS-AV, lo que sugiere que debido a su alta riqueza en especies (muchas de ellas raras o de rango restringido) es necesario focalizar los esfuerzos de colecta para cubrir enteramente su representatividad, quizá mediante estrategias de recolecta implementando *playbacks* de audio en sitios donde se conoce que las especies se distribuyen.

Aunque UIS-AV necesita ampliar su cobertura taxonómica en un 36% para completar la documentación de la avifauna santandereana confirmada por evidencia verificable, según los resultados obtenidos, en términos generales se perfila como la colección ornitológica con la mayor representatividad de la riqueza de aves presentes en Santander en el mundo. Esto, considerando el

hecho de que alberga por lo menos un representante de tipo espécimen voucher para 462 especies de las 698 reportadas para la avifauna santandereana con el mismo tipo de evidencia (representatividad del 66% en vouchers). Por otra parte, resaltando las limitaciones que tiene la evidencia bioacústica frente al espécimen voucher, como la imposibilidad de detectar el sexo o la edad (por poner algunos ejemplos) (Clemann et al., 2014), es aconsejable que se implementen esfuerzos para conseguir vouchers de las 29 especies de aves cuyos únicos registros encontrados para Santander fueron de tipo audio. Finalmente, cabe destacar que entre los voucher de UIS-AV se cuenta con registros para 11 especies endémicas de Colombia: *Cercomacorides parkeri*, *Coeligena prunellei*, *Dacnis hartlaubi*, *Habia gutturalis*, *Macroagelaius subalaris*, *Melanerpes pulcher*, *Ortalis columbiana*, *Saucerottia castaneiventris*, *Saucerottia cyanifrons*, *Synallaxis subpudica* y *Thryophilus nicefori*; los cuales fueron en su mayoría colectados en Santander.

5. Conclusiones

Se logró digitalizar la información biológica de las etiquetas de especímenes históricos y recientes en la base datos de la colección de aves UIS-AV, completando un nivel de curaduría digital de cerca del 72% del total de especímenes presentes en la misma.

Se incrementó el acervo ornitológico de la colección llenando vacíos de información mediante el ingreso de 16 especímenes colectados en una localidad nueva, ubicada en un rango altitudinal con pocos registros. Se incluyeron muestras de tejidos para todos los especímenes y se añadieron dos especies a UIS-AV.

Se determinó el nivel de representatividad de las especies de aves de Santander presentes en la colección UIS-AV, mediante la comparación con registros confirmados con evidencia de tipo

espécimen voucher y grabación de audio, obtenidos de bases de datos de información en biodiversidad de acceso público para la misma entidad geográfica.

6. Recomendaciones

A partir de las consultas realizadas a curadores de otras colecciones de aves nacionales y con base en la experiencia personal obtenida durante el desarrollo del proyecto, se determinó que el protocolo de manejo actual de la colección UIS-AV tiene un diseño óptimo y cumple con los estándares de sus pares. Las únicas sugerencias son: 1) tratar de maximizar el valor científico de los especímenes mediante la preparación de elementos complementarios a las pieles de estudio, como las alas extendidas y piezas óseas, aunque se reconoce que esto ocuparía un mayor espacio en la colección por lo que su implementación debe ser focalizada. 2) Planear la migración de la información de la base de datos a software dedicado al procesamiento de datos de colecciones biológicas como Specify (Specify Software Project, 2022).

Referencias Bibliográficas

- Arbeláez-Cortés, E., A. R. Acosta-Galvis, C. DoNascimento, D. Espitia-Reina, A. González-Alvarado, & C. A. Medina. (2017). Knowledge linked to museum specimen vouchers: measuring scientific production from a major biological collection in Colombia. *Scientometrics* 112:1323–1341.
- Arbeláez-Cortés, E., Villamizar-Escalante, D., & Trujillo-Arias, N. (2021). New voucher specimens and tissue samples from an avifaunal survey of the Middle Magdalena Valley of Bolívar, Colombia, bridge geographical and temporal gaps. *The Wilson Journal of Ornithology*. doi: 10.1676/20-56
- Arbeláez-Cortés, E., & Trujillo-Arias, N. (2021). Role of the Chicamocha River Canyon on the phylogeography of humid montane forest birds in Colombia. *Journal of Avian Biology*, 52(11). doi: <https://doi.org/10.1111/jav.02833>
- Arbeláez-Cortés E, Villamizar-Escalante D, and Rondón-González F. On birds of Santander-Bio Expeditions, quantifying the cost of collecting voucher specimens in Colombia. *Acta biol. Colomb.* 2020;25(1):37-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n1.77442>.
- Arbeláez-Cortés, E. (2013b). Knowledge of Colombian biodiversity: Published and indexed. *Biodiversity and Conservation*, 22(12), 2875–2906. doi:10.1007/s10531-013-0560-y.

Avendaño JE. (2017). Una breve historia de la ornitología colombiana y sus inicios en Santander.

In: Universidad Industrial de Santander, editor(s). Colores al vuelo. Bucaramanga: División de publicaciones UIS.2017. p 27-48.

Ayerbe, F. (2019). Guía Ilustrada de la Avifauna colombiana. Bogota, Colombia: Puntoaparte

Bradley, R. D., Bradley, L. C., Garner, H. J., & Baker, R. J. (2014). Assessing the value of natural history collections and addressing issues regarding long-term growth and care. *BioScience*, 64(12), 1150–1158.

Clemann, N., Rowe, K. M. C., Rowe, K. C., Raadik, T., Gomon, M., Menkhorst, P., et al. (2014). Value and impacts of collecting vertebrate voucher specimens, with guidelines for ethical collection. *Memoirs of Museum Victoria*, 72, 141–151.

Colección de Ornitología del Museo de Historia Natural de la Universidad Industrial de Santander (UIS-Av). Protocolo de manejo. Disponible en: bio.uis.edu.co/eisi/images/ArchivosEditor/20190913112355coleccion_de_ornitologia.pdf. Consultado el 15 de diciembre del 2021

Collar, N. J. (2000). Collecting and conservation: Cause and effect. *Bird Conservation International*, 10, 1–15.

- Cook JA, et al. 2014. Natural history collections as emerging resources for innovative education in biology. *BioScience* 64: 725–734.
- Cuervo, A., Cadena, D., y Parra, 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>
- GBIF.org (9 September 2022) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.n3uwnu>
- Gill, F, D Donsker, and P Rasmussen (Eds). 2022. IOC World Bird List (v 12.1). Doi 10.14344/IOC.ML.12.1. <http://www.worldbirdnames.org/>
- Hilty, S. L., and W. L. Brown. 1986. *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press, New Jersey.
- Hilty, S. L. (2021). *Birds of Colombia*. Lynx and BirdLife International Field Guides. Lynx Edicions, Barcelona
- Holmes, M. W., Hammond, T. T., Wogan, G. O. U., Walsh, R. E., LaBarbera, K., Wommack, E. A., et al. (2016). Natural history collections as windows on evolutionary processes. *Molecular Ecology*, 25(4), 864–881.

- Hromada, Martin & Kuczyński, Lechosław & Skoracki, Maciej & Antczak, Marcin & Tryjanowski, Piotr. (2003). The value of the bird collections and associated data in regional museums: *Lanius excubitor* specimens in Sarisske Museum, Bardejov, Slovakia. *Bulletin of the British Ornithologists' Club*. 123A. 226-233.
- Kemp C. 2015. Museums: The endangered dead. *Nature* 518: 292–294. doi.org/10.1038/518292a
- Kuo, C. W., & Y. H. Yang. 2015. The bibliometric analysis of literature on museum studies. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 2:159-164.
- McMullan, Miles. 2021. *Guía de Campo de las Aves de Colombia*. Cali, Colombia; McMullanBirding and Publishers.
- Meineke EK, Davies TJ, Daru BH, Davis CC. 2018 Biological collections for understanding biodiversity in the Anthropocene. *Phil. Trans. R. Soc. B* 374:20170386.
- Miller, S. E., Barrow, L. N., Ehlman, S. M., Goodheart, J. A., Greiman, S. E., Lutz, H. L., ... & Light, J. E. (2020). Building natural history collections for the twenty-first century and beyond. *BioScience*, 70(8), 674-687.

- Moritz C, Patton JL, Conroy CJ, Parra JL, White GC, Beissinger SR. (2008). Impact of a century of climate change on small-mammal communities in Yosemite National Park, USA. *Science* 322: 261–264.
- Nelson G, Ellis S. (2018). The history and impact of digitization and digital data mobilization on biodiversity research. *Phil. Trans. R. Soc. B* 374: 20170391. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0391>.
- Ocampo, D., Borja-Acosta, K. G., Lozano-Flórez, J., Cifuentes-Acevedo, S., Arbeláez-Cortés, E., Bayly, N. J., Caguazango, Á., Coral-Jaramillo, B., Cueva, D., Forero, F., Gómez, J. P., Gómez, C., Loaiza-Muñoz, M. A., Londoño, G. A., Losada-Prado, S., Pérez-Peña, S., Ramírez-Chaves, H. E., Rodríguez-Posada, M. E., Sanabria-Mejía, J., Sánchez-Martínez, M., Hugo Serrano-Cardozo, V., Sierra-Buitrago, M. D. S., Soto-Patiño, J., and Acevedo-Charry, O.. (2021). Body mass data set for 1317 bird and 270 mammal species from Colombia. *Ecology* 102(3):e03273. [10.1002/ecy.3273](https://doi.org/10.1002/ecy.3273)
- Oliver Komar, B. J. O’Shea, A. Townsend Peterson, Adolfo G. Navarro-Sigüenza, Evidence of Latitudinal Sexual Segregation Among Migratory Birds Wintering in Mexico, *The Auk*, Volume 122, Issue 3, 1 July 2005, Pages 938–948, <https://doi.org/10.1093/auk/122.3.938>
- Page, L. M., MacFadden, B. J., Fortes, J. A., Soltis, P. S., & Riccardi, G. (2015). Digitization of biodiversity collections reveals biggest data on biodiversity. *BioScience*, 69(5), 841–842.

Proyecto BioMap. (Abril del 2004). URL: biomap.net/es/actividades. Consultado el 8 de febrero de 2023.

Pyke, G. H. and Ehrlich, P. R. 2010. Biological collections and ecological/environmental research: a review, some observations and a look to the future. *Biological Reviews* 85(2): 247-266.

Registro Nacional de Colecciones Biológicas (RNC). Disponible en: [RNC \(humboldt.org.co\)](http://RNC(humboldt.org.co)). Consultado el 15 de diciembre del 2021.

Remsen, J. V., JR. 1995. The importance of continued collecting of bird specimens to ornithology and bird conservation. *Bird Conservation International* 5: 145-180.

Remsen, J. V., JR. 1997. Museum specimens: Science, conservation and morality. *Bird Conservation International*

Rocha, L. A., A. Aleixo, G. Allen, F. Almeda, C. C. Baldwin, M. V. L. Barclay, J. M. Bates, A. M. Bauer, F. Benzoni, C. M. Berns, M. L. Berumen, D. C. Blackburn, S. Blum, F. Bolaños, R. C. K. Bowie, R. Britz, R. M. Brown, C. D. Cadena, K. Carpenter, L. M. Ceríaco, P. Chakrabarty, G. Chaves, J. H. Choat, K. D. Clements, B. B. Collette, A. Collins, J. Coyne, J. Cracraft, T. Daniel, M. R. de Carvalho, K. de Queiroz, F. Di Dario, R. Drewes, J. P. Dumbacher, A. Engilis, M. V. Erdmann, W. Eschmeyer, C. R. Feldman, B. L. Fisher, J. Fjeldså, P. W. Fritsch, J. Fuchs, A. Getahun, A. Gill, M. Gomon, T. Gosliner, G. R. Graves, C. E. Griswold, R. Guralnick, K. Hartel, K. M. Helgen, H. Ho, D. T. Iskandar, T. Iwamoto,

Z. Jaafar, H. F. James, D. Johnson, D. Kavanaugh, N. Knowlton, E. Lacey, H. K. Larson, P. Last, J. M. Leis, H. Lessios, J. Liebherr, M. Lowman, D. L. Mahler, V. Mamonekene, K. Matsuura, G. C. Mayer, H. Mays, J. McCosker, R. W. McDiarmid, J. McGuire, M. J. Miller, R. Mooi, R. D. Mooi, C. Moritz, P. Myers, M. W. Nachman, R. A. Nussbaum, D. Ñ. Foighil, L. R. Parenti, J. F. Parham, E. Paul, G. Paulay, J. Pérez-Emán, A. Pérez-Matus, S. Poe, J. Pogonoski, D. L. Rabosky, J. E. Randall, J. D. Reimer, D. R. Robertson, M. O. Rödel, M. T. Rodrigues, P. Roopnarine, L. Rüber, M. J. Ryan, F. Sheldon, G. Shinohara, A. Short, W. B. Simison, W. F. Smith-Vaniz, V. G. Springer, M. Stiassny, J. G. Tello, C. W. Thompson, T. Trnski, P. Tucker, T. Valqui, M. Vecchione, E. Verheyen, P. C. Wainwright, T. A. Wheeler, W. T. White, K. Will, J. T. Williams, G. Williams, E. O. Wilson, K. Winker, R. Winterbottom, & C. C. Witt. 2014. Specimen collection: An essential tool. *Science* 344:814-815

Rondón F. Aves en ecosistemas de Santander. In: Universidad Industrial de Santander, editor(s). *Colores al Vuelo*. Bucaramanga: División de publicaciones UIS.2017. p 51-167

RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

Schmitt CJ, Cook JA, Zamudio KR, Edwards SV. 2018 Museum specimens of terrestrial vertebrates are sensitive indicators of environmental change in the Anthropocene. *Phil. Trans. R. Soc. B* 374: 20170387. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2017.0387>.

Specify Software Project, Specify 7. [Internet]. 2022, Biodiversity Institute, University of Kansas:

Lawrence Kansas. [Cited 7 December 2022]. Available from: [Specify Collections Consortium | Software for Biological Collections and Samples \(specifysoftware.org\)](https://www.specifysoftware.org/)

Stiles, F. G. 1983. On sightings and specimens. *Auk* 100: 225-226.7: 363-366.

Suarez AV, Tsutsui ND. 2004. The value of museum collections for research and society. *BioScience* 54: 66–74.

Torres M, Moreno G (2015). Colección Ornitológica de la Universidad Industrial de Santander. Version 1.0 Universidad Industrial de Santander. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/w2sefh> accessed via GBIF.org on 2022-12-06

Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A. M. Umaña. 2006. Aves. Págs 91-148 en Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá

Webster, M. S. (Ed.). (2017). The extended specimen: emerging frontiers in collections-based ornithological research. CRC Press.

Wolfe, Jared & Pyle, Peter & Ralph, C.(2009). Breeding Seasons, Molt Patterns, and Gender and Age Criteria for Selected Northeastern Costa Rican Resident Landbirds. *The Wilson Journal of Ornithology*. 121. 556-567. 10.1676/08-111.1.

Winker, K. (1996). The crumbling infrastructure of biodiversity: The avian example. *Conservation Biology* 10:703-707.

Winker, K. (2000). Obtaining, preserving, and preparing bird specimens. *Journal of Field Ornithology*, 71(2), 250-297.

Winker, K. (2004). Natural history museums in a postbiodiversity era. *BioScience*, 54(5), 455-459.

Winker, K., Reed, J. M., Escalante, P., Askins, R. A., Cicero, C., Hough, G. E., & Bates, J. (2010). The importance, effects, and ethics of bird collecting. *The Auk*, 127(3), 690-695

Winker, K., & Withrow, J. J. (2013). Natural history: Small collections make a big impact. *Nature*, 493, 480. doi:10.1038/493480b.

Xeno-canto Foundation. (2022). Xeno-canto: Compartiendo cantos de aves de todo el mundo. Fecha de Consulta 9 septiembre 2022. <https://www.xeno-canto.org>

Apéndices

Apéndice A. *Familias con datos biológicos provenientes de las etiquetas de los especímenes UIS-AV digitalizada y actualizada.* El número de especímenes revisados por familia es equivalente al total de especímenes que contiene. Se muestra el porcentaje de especímenes que recibieron actualización de sus datos en la base de datos por familia. n familias = 58; n especímenes revisados/curados = 2152; n especímenes con información actualizada = 934. *Familias revisadas de las que no se obtuvieron datos.

Familia	Número de especímenes revisados/curados	Número de especímenes con información actualizada	% de especímenes con información actualizada por familia
Tyrannidae	347	173	50
Accipitridae	84	68	81
Psittacidae	82	54	66
Columbidae	65	51	78
Picidae	69	51	74
Trochilidae	408	47	12
Furnariidae	180	46	26
Cuculidae	55	45	82
Falconidae	48	43	90
Troglodytidae	80	42	53
Ardeidae	43	34	79
Thamnophilidae	90	31	34
Tityridae	44	19	43
Alcedinidae	32	18	56
Caprimulgidae	25	17	68
Ramphastidae	38	17	45
Bucconidae	34	16	47
Pipridae	97	16	16
Anatidae	17	14	82
Odontophoridae	20	13	65
Rallidae	18	11	61
Corvidae	17	10	59

Galbulidae	15	10	67
Trogonidae	15	10	67
Charadriidae	10	9	90
Cotingidae	10	6	60
Vireonidae	17	6	35
Jacaniidae	7	5	71
Scolopacidae	6	5	83
Strigidae	17	5	29
Turdidae	57	5	9
Apodidae	5	4	80
Psittaculidae	5	4	80
Anhimidae	6	3	50
Burhinidae	5	3	60
Threskiornithidae	4	3	75
Tinamidae	8	3	38
Anhingidae	4	2	50
Aramidae	4	2	50
Cathartidae	4	2	50
Ciconiidae	3	2	67
Laridae	3	2	67
Momotidae	11	2	18
Phalacrocoracidae	4	2	50
Phasianidae	3	1	33
Podicipedidae	3	1	33
Tytonidae	1	1	100
Conopophagidae*	2	0	0
Cracidae*	5	0	0
Donacobiidae*	5	0	0
Eurypygidae*	1	0	0
Formicariidae*	1	0	0
Grallariidae*	4	0	0
Nyctibiidae*	4	0	0
Pandionidae*	1	0	0
Poliophtilidae*	6	0	0
Rhinocryptidae*	1	0	0
Steatornithidae*	2	0	0

Apéndice B. *Tipos de datos biológicos encontrados en las etiquetas y digitalizados en la base de datos de la colección UIS-AV.* *El número de especímenes (n especímenes) es equivalente a la cantidad de especímenes que cuentan con cada tipo de dato una vez actualizada y curada la información en la base de datos.

Tipo de dato	n especímenes*
Sexo	838
Gónadas	836
Longitud total	815
Envergadura	786
Color iris	720
Tamaño gónadas	715
Contenido estomacal	707
Peso	171
Color tarsos	133
Color maxila	93
Color mandíbula	91
Muda	54
Osificación cráneo	47
Parche de incubación	36
Otro colores	31
Grasa subcutánea	22
Protuberancia cloacal	16

Apéndice C. *Especímenes recolectados e ingresados a la colección UIS-AV.* *Especies nuevas para la colección UIS-AV.

Taxa	Número de catálogo
Passeriformes	
Furnariidae	
<i>Anabacerthia striaticollis</i>	UIS-AV-3022; UIS-AV-3033
<i>Premnoplex brunnescens</i>	UIS-AV 3024; UIS-AV3032
<i>Syndactyla subalaris</i>	UIS-AV-3029

Tyrannidae	
<i>Ochthoeca</i>	
<i>cinnamomeiventris</i> *	UIS-AV-3019
Turdidae	
<i>Myadestes ralloides</i>	UIS-AV-3018; UIS-AV-3021; UIS-AV-3031
Passerellidae	
<i>Arremon brunneinucha</i>	UIS-AV-3023; UIS-AV-3030
Apodiformes	
Trochilidae	
<i>Coeligena coeligena</i>	UIS-AV-3027
<i>Eutoxeres aquila</i>	UIS-AV-3025
<i>Heliodoxa leadbeateri</i> *	UIS-AV-3026
<i>Phaethornis guy</i>	UIS-AV-3020
<i>Schistes geoffroyi</i>	UIS-AV-3028

Apéndice D. *Evidencia del trabajo en campo.* De izquierda a derecha: espécimen recolectado de *Ochthoeca cinnamomeiventris*, especie nueva para UIS-AV; proceso de taxidermia; espécimen recolectado de *Premnoplex brunnescens*.



Apéndice E. *Nivel de representatividad general de UIS-AV respecto a la avifauna santandereana.*

Se muestra el nivel de representatividad general de UIS-AV respecto al total de la avifauna santandereana (AS). *Número de especies reportadas a partir de espécimen voucher. **Número de especies reportadas únicamente a partir de grabación de audio (canto). n = número de especies.

	n órdenes	n familias	n especies	n especies con voucher*	n especies solo audio**
Avifauna santandereana (AS)	23	65	727	698	29
UIS-AV	23	59	462	462	—
Diferencia	0	6	265	236	
Representatividad UIS-AV (%)	100	91	64	66	—

Apéndice F. *Representatividad de UIS-AV respecto a la avifauna santandereana a nivel de familia.* * Familias sin ningún representante en UIS-AV para Santander. ● Familias representantes de la avifauna santandereana cuyos únicos registros son exclusivos de UIS-AV y no se encuentran en ninguna otra colección ornitológica de acuerdo a las fuentes consultadas.

Familia	Número de especies		
	Avifauna santandereana	UIS-AV	Representatividad UIS-AV (%)
Tyrannidae	99	51	52
Thraupidae	86	60	70
Trochilidae	63	47	75
Furnariidae	50	33	66
Thamnophilidae	30	14	47
Parulidae	27	22	81
Icteridae	22	17	77
Troglodytidae	21	11	52
Accipitridae	20	12	60
Psittacidae	19	10	53
Turdidae	16	10	63
Passerellidae	15	10	67
Columbidae	14	9	64
Picidae	14	11	79

Strigidae	14	6	43
Fringillidae	11	6	55
Tityridae	11	7	64
Vireonidae	11	5	45
Ardeidae	10	10	100
Cardinalidae	10	7	70
Hirundinidae	10	6	60
Cotingidae	9	6	67
Bucconidae	8	6	75
Cracidae	8	3	38
Cuculidae	8	7	88
Falconidae	8	7	88
Grallariidae	8	3	38
Rallidae	8	6	75
Ramphastidae	7	5	71
Trogonidae	7	4	57
Caprimulgidae	6	5	83
Pipridae	6	5	83
Rhinocryptidae	6	1	17
Alcedinidae	5	5	100
Scolopacidae	5	2	40
Tinamidae	5	4	80
Apodidae	4	3	75
Cathartidae	4	2	50
Odontophoridae	4	1	25
Anatidae	3	2	67
Corvidae	3	2	67
Poliophtilidae	3	1	33
Threskiornithidae*	3	0	0
Galbulidae	2	1	50
Laridae	2	1	50
Momotidae	2	2	100
Nyctibiidae	2	1	50
Anhimidae*	1	0	0
Anhingidae●	1	1	100
Aramidae●	1	1	100
Capitonidae*	1	0	0
Charadriidae	1	1	100
Ciconiidae	1	1	100
Cinclidae*	1	0	0
Conopophagidae	1	1	100

Donacobiidae	1	1	100
Formicariidae	1	1	100
Jacanidae	1	1	100
Mimidae	1	1	100
Motacillidae*	1	0	0
Pandionidae*	1	0	0
Phalacrocoracidae●	1	1	100
Podicipedidae●	1	1	100
Steatornithidae●	1	1	100
Tytonidae	1	1	100

Apéndice G. Colecciones ornitológicas de mayor envergadura a nivel nacional según el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC). Los nombres de las colecciones corresponden al descrito en la base de datos del RNC.

Colección ornitológica	Número de especímenes	% especímenes sistematizados
Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Zoología	43000	85
Instituto Alexander von Humboldt	15380	100
Colecciones Zoológicas - Museo de La Salle - Bogotá	8806	100
Colección de Vertebrados - Aves Universidad del Valle	5813	100
Museo de Historia Natural - Universidad del Cauca	4767	No registra
Museo de Historia Natural - Universidad Industrial de Santander	2898	100
Colecciones Zoológicas de Referencia Científica	2156	No registra
Colección de Ciencias Naturales - Museo Universitario - Universidad de Antioquia	1987	50
Museo Javeriano de Historia Natural - Pontificia Universidad Javeriana	1804	90
Colección Zoológica de la Universidad del Tolima	1674	100
Museo de Historia Natural C.J. Marinkelle - Universidad de los Andes	1265	100

Apéndice H. Registro fotográfico de la colección UIS-AV y sus especímenes. A y B. Gavetas y bandejas donde se almacenan ordenadamente las series de especímenes UIS-AV. C. Especimen voucher antiguo de *Dendrocolaptes picumnus* con su respectiva etiqueta. D. Etiqueta generada para uno de los especímenes colectados durante la fase de campo.

