

**AVES DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS, COLOMBIA: RIQUEZA Y  
AFINIDADES BIOGEOGRÁFICAS**

**DANIEL FELIPE ARISTIZÁBAL SALAZAR**

**Universidad de Caldas**

**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**

**Programa de Biología**

**Manizales, Colombia**

**2023**

**AVES DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS, COLOMBIA: RIQUEZA Y  
AFINIDADES BIOGEOGRÁFICAS**

**DANIEL FELIPE ARISTIZÁBAL SALAZAR**

Investigación presentada para obtener el título de biólogo

Director (a):

Ph.D. Héctor E. Ramírez-Chaves

Codirector (a)

MS.c. David Ocampo Rincón

Grupo de investigación:

Grupo de Investigación en Ecosistemas Tropicales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

Línea de investigación:

Ornitología

**Universidad de Caldas**

**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**

**Programa de Biología**

**Manizales, Colombia**

**2023**

## **Agradecimientos**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, compañeros de universidad y amigos en general por su constante apoyo y motivación durante todo este proceso. Sus palabras de aliento y su presencia han sido fundamentales en mi formación académica y en la realización de este trabajo de grado.

Además, quiero destacar y agradecer de manera especial al profesor Héctor Ramírez Chaves. Su dedicación, conocimientos y orientación han sido de gran importancia en el desarrollo de este proyecto. Gracias a sus enseñanzas y valiosos aportes, he podido crecer tanto personal como profesionalmente.

A todos ustedes, les estoy profundamente agradecido por su inquebrantable apoyo y contribución significativa en la realización de este trabajo. Sin su ayuda, no habría sido posible alcanzar este logro.

## Resumen

La región Andina tropical de Sudamérica se distingue por sus altos niveles de biodiversidad, endemismos y rotación espacial en la distribución de especies, como resultado de la interacción de procesos ecológicos y evolutivos. Conocer estos patrones de distribución ha sido una tarea abordada con la identificación de conjuntos biogeográficos llamados ecorregiones, áreas habitadas por especies en particular y que funcionan como unidades a gran escala de presencias de ensamblajes biológicos similares. Para los Andes tropicales se han planteado varias hipótesis de regionalización biogeográfica a diferentes escalas, tanto para fines de conservación como para evaluar la diversificación de biota endémica de la región. Sin embargo, estas hipótesis no han sido puestas a prueba a una escala más pequeña. Colombia es un país privilegiado por el número de especies de vertebrados con las que cuenta, fruto de su compleja historia geológica y los gradientes ambientales que presenta. Ejemplo de ello son sus tres ramales Andinos denominados cordilleras, que son claves para promover la diversificación y regionalización. Para grupos altamente diversos como las aves, se han documentado 1966 especies para todo el territorio nacional. En particular, el departamento de Caldas, localizado entre el flanco oriental de la cordillera Occidental y ambas vertientes de la cordillera Central y sus valles interandinos asociados (Cauca y Magdalena) se encuentran diversos gradientes y sus cambios altitudinales lo convierte en un excelente laboratorio natural para evaluar las hipótesis de regionalización a escala regional, empleando un grupo diverso como las aves. Por esta razón, se evaluaron la riqueza y patrones de distribución de las aves presentes en el departamento usando escalas políticas (municipios), geográficas (cuencas de los ríos Cauca y Magdalena) y se pusieron a prueba cuatro hipótesis de regionalización que describen 15 ecorregiones para Caldas y dos centros de endemismo. Los resultados mostraron que la riqueza de especies en Caldas abarca 841 especies de las cuales 811 se encuentran distribuidas en la cuenca del Magdalena y 660 en la del río Cauca. A nivel político, el municipio con mayor diversidad de especies fue Manizales que se encuentra enmarcado en el flanco Occidental de la cordillera Central. Se encontró que 13 de las 15 ecorregiones propuestas para Caldas tienen al menos dos taxones que las sustentan y en muchos casos existen subespecies que con sus poblaciones pueden dar mayor sustento a estas propuestas.

**Palabras clave:** Caldas, Andes, biogeografía, aves, riqueza, valles interandinos, montañas.

## Abstract

The tropical Andean region of South America is distinguished by its high levels of biodiversity, endemism, and spatial rotation in the distribution of species, as a result of the interaction of ecological and evolutionary processes. The discovery of these distribution patterns has been a task addressed with the identification of biogeographic units called ecoregions, areas inhabited by particular species and that function as large-scale units of presence of similar biological assemblages. For the tropical Andes, several biogeographic regionalization hypotheses have been proposed at different scales, both for conservation purposes and to assess the diversification of endemic biota in the region. However, these hypotheses have not been tested on a smaller scale. Colombia is a privileged country due to the number of vertebrate species it holds, as a result of its complex geological history and the environmental gradients it presents. For example, the three Andean branches called mountain Cordilleras of the country are key to promoting diversification and regionalization. For groups such as birds, 1,966 species have been documented for the entire national territory. In particular, the Department of Caldas, located between the eastern flank of the Cordillera Occidental and both slopes of the Central Cordillera and its associated inter-Andean valleys (Cauca and Magdalena), contains various gradients and the altitudinal changes make it an excellent natural laboratory to evaluate regionalization hypotheses on a regional scale, using a diverse group such as birds. For this reason, the richness and distribution patterns of the birds present in the department were evaluated using political (municipalities), geographic (Cauca and Magdalena river basins) scales, and regionalization hypotheses were tested. The results showed that the species richness in Caldas encompasses 841 species, of which 811 are distributed in the Magdalena basin and 660 in the Cauca river basin. At a political level, the municipality with the greatest diversity of species was Manizales, which is framed on the western flank of the Central Cordillera. It was found that 13 out of the 15 proposed ecoregions for Caldas have at least two taxa that support them, and in many cases, there are subspecies whose populations provide further support for these proposals.

**Keywords:** Caldas, Andes, biogeography, birds, inter-Andean valleys, mountains, richness.

## Tabla de contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Materiales y métodos .....</b>	<b>11</b>
2.1. Área de estudio .....	11
2.2. Riqueza de especies .....	16
2.3. Análisis de regionalización.....	17
<b>3. Resultados .....</b>	<b>20</b>
3.1. Riqueza de especies .....	20
3.2. Análisis de regionalización.....	22
3.2.1 Separación por cuencas .....	22
3.2.2 Separación por subregiones y municipios.....	23
3.3. Evaluación de las hipótesis de regionalización .....	24
3.3.1 Cuenca del Magdalena .....	25
3.3.2 Valle del Río Cauca.....	27
3.3.3 Cordillera Occidental .....	28
3.3.4 Cordillera Central.....	29
3.3.5 Páramos .....	29
<b>4. Discusión .....</b>	<b>31</b>
<b>5. Conclusiones .....</b>	<b>35</b>
<b>6. Referencias.....</b>	<b>36</b>

Tabla 1. Especies hipotéticas no incluidas en la lista final de aves en Caldas .....	21
--	----

Tabla 2. Registro de especies por subregiones y municipios del departamento de Caldas .....	23
Tabla 3. Hipótesis de regionalización para el departamento de Caldas .....	24
Tabla 4. Resumen y evaluación de las ecorregiones presentes en Caldas.....	31



# 1. Introducción

Los bosques tropicales pueden albergar hasta la mitad de las especies existentes (Olson & Dinerstein, 2002). Por ejemplo, la región Andina tropical de Sudamérica se distingue por su alta biodiversidad, endemismos y rotación espacial en la distribución de especies (Myers *et al.*, 2000). Esta variación espacial de la diversidad resulta de la interacción de procesos ecológicos y evolutivos los cuales actúan en conjunto en un periodo de tiempo contemporáneo e histórico (MacArthur, 1972; Graham *et al.*, 2006; Ricklefs, 2006; Jetz *et al.*, 2012). Esta tarea ha sido abordada con la identificación de conjuntos biogeográficos llamados ecorregiones, áreas caracterizadas por distintos conjuntos de especies vivas (Hazzi *et al.*, 2018), dinámicas ecológicas y condiciones ambientales (Groves *et al.*, 2000). La identificación de estas es crucial porque son las que permiten abordar y comprender la evolución espacial de la biodiversidad (Ficetola *et al.*, 2017) e incluso delimitar áreas importantes de conservación (Hazzi *et al.*, 2018) ya que funcionan como unidades a gran escala con ensamblajes biológicos similares y su amplitud coincide aproximadamente con el área en la que los procesos ecológicos clave interactúan con mayor fuerza (Orians, 1993).

Varios estudios han planteado sus propias hipótesis de regionalización definiendo diferentes ecorregiones presentes en los Andes tropicales con base en las similitudes de hábitat entre organismos de diferentes grupos biológicos. Por ejemplo, Halffter & Ezcurra (1992) definieron importantes áreas y ecorregiones en los Andes. Otras aproximaciones han propuesto ecorregiones globales con prioridad de conservación (Olson & Dinerstein 2002), o análisis regionales para amplios sectores del continente como la región Neotropical, empleando conjuntos amplios de especies (Morrone, 2014) o definidos a partir del estudio de la biogeografía y diversificación de biota endémica de los Andes tropicales (Hazzi *et al.* 2018). Todas estas hipótesis sugieren áreas o ecorregiones distintivas entre sí y definir las supone un reto de conocer a detalle la distribución de las especies (Terborgh & Faaborg 1980; Rahbek & Graves 2001). Paralelamente, evaluar los factores ambientales y evolutivos que operan en diversas escalas espaciales y temporales en la formación de patrones de diversidad (Hawkins *et al.*, 2005; Stevens, 2006; Rabosky, 2009; Kozak & Wiens 2010) son claves para ampliar el conocimiento de la biota regional y facilitar los análisis biogeográficos.

Comprender los complejos mecanismos de aislamiento y diversificación de la biota tropical y en específico la de zonas ecológicamente complejas como las de la región Andina ha sido uno de los principales desafíos de la biogeografía desde Humboldt (Hazzi *et al.*, 2018). En esta región, el levantamiento Andino creó “islas” rodeadas de valles más secos que actúan como barreras para la dispersión de especies (Sánchez-González *et al.*, 2015; Hazzi *et al.*, 2018). A su vez, los gradientes altitudinales producto del levantamiento de los Andes representan un sistema apropiado para evaluar si existen relaciones generales entre los patrones de riqueza, las variables ambientales, los procesos ecológicos y evolutivos que determinan cuántas especies coexisten en un área determinada (Körner, 2000). En este tipo de ecosistemas se ha sugerido que los picos de riqueza se concentran en elevaciones bajas y medias de las montañas (Rahbek, 2005; Wrenkraud & Ruggiero 2011).

En Colombia, la región Andina alberga una gran diversidad biológica (Rangel-Ch, 1998) y cuenta con información histórica y actual sobre las aves de la región y del país en general. Con frecuencia, un buen modelo para estudiar esto han sido las aves, ya que permiten estudios relacionados con la diversificación y distribución de la biota (Smith *et al.*, 2014; Quintero & Jetz, 2018). Las primeras hipótesis sobre la evolución de las aves en los Andes de Colombia fueron propuestas por el ornitólogo estadounidense Frank M. Chapman, con base en varias expediciones que tenían como objetivo revelar el origen geográfico de las aves en Sudamérica (Chapman, 1917; Kattan *et al.*, 2016). En los últimos 100 años, diversos autores han empleado las aves para definir hipótesis de regionalización a escalas amplias (e.g., Hazzi *et al.* 2018). Sin embargo, las hipótesis de distribución que incluyen a las aves del país no se han evaluado a escalas geográficas más pequeñas. Poner a prueba las hipótesis biogeográficas planteadas a una escala más pequeña sería útil considerando que las dinámicas de transformación van en aumento, por lo tanto, la historia evolutiva de la región y cómo está representada por los patrones de distribución actuales no se ha evaluado a detalle hasta la fecha (Hazzi *et al.* 2018). Al tratarse de un proceso continuo muchos ensamblajes de aves que viven en áreas reducidas pueden estar especialmente sujetas, por ejemplo, al impacto del cambio climático, y reducir sus áreas de distribución hasta desaparecer (La Sorte & Jetz, 2010; McCain & Colwell, 2011). Paralelamente, también es posible que algunas de estas especies aumenten su nicho térmico y área de distribución (Loarie *et al.*, 2009; Bertrand *et al.*, 2011).

En Colombia, los Andes están entre las regiones más amenazadas por la transformación de sus hábitats naturales (Kattan & Álvarez-López, 1996), principalmente por crecimiento urbano y agrícola (Renjifo, 1998; Davies *et al.*, 2009; González-García *et al.*, 2009) con efectos tan graves que las ecorregiones de esta zona están consideradas en estado crítico de conservación (Dinerstein *et al.*, 1995). Dentro de esta región se encuentra el departamento de Caldas, que presenta un intervalo altitudinal que varía entre 200 m y 5432 m de elevación (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1990). Sus límites abarcan las cuencas medias de los ríos Cauca y Magdalena e incluyen ambas vertientes de la cordillera Central y la vertiente oriental de la cordillera Occidental. El departamento de Caldas abarca cinco ecorregiones (Dinerstein *et al.*, 1995) y dos provincias biogeográficas (Hernández-Camacho *et al.*, 1992). Esta variación altitudinal y la ubicación en dos valles interandinos, favorece su diversidad (Verhelst *et al.*, 2001, Castaño *et al.*, 2003), y los diferentes pisos térmicos, regímenes climáticos y complejidad topográfica, lo convierten en un laboratorio natural privilegiado (Graham *et al.*, 2014) para determinar cómo interactúan los factores ambientales, geográficos y bióticos que promueven la diversificación y distribución de las aves. Por ello, este trabajo busca conocer la distribución de las aves a lo largo del departamento de Caldas con los que se evaluará a una escala local la riqueza de especies y su concordancia con las hipótesis de regionalización biótica existentes para los Andes en el departamento de Caldas.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Área de estudio

El departamento de Caldas se ubica en el centro de la cordillera Central de Colombia y sus límites se extienden desde la cuenca del río Magdalena hasta la cuenca del río Cauca, incluyendo ambas vertientes de la cordillera Central y la vertiente oriental de la cordillera Occidental. Presenta un intervalo altitudinal que oscila desde los 170 m hasta los 5321 m (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 2022), y abarca seis ecorregiones (Dinerstein *et al.*, 1995) y dos provincias biogeográficas: Provincia Chocó-Magdalena y Norandina (Hernández-

Camacho *et al.*, 1992). En sus partes bajas y valles interandinos predominan los paisajes abiertos de áreas de producción ganadera y agrícola, con algunos relictos de bosques húmedos tropicales en el Magdalena y bosques secos tropicales en el Cauca, que se mezclan con tierras productivas, plantaciones forestales y tierras degradadas a lo largo del departamento (Martínez-Sánchez *et al.* 2018, Velásquez-Trujillo *et al.* 2021) y que a su vez contrastan con los ecosistemas de páramo en sus partes más altas con vegetación representativa de la alta montaña. Este rango altitudinal y la diferenciación de ecosistemas favorece los atributos de biodiversidad que presentan los diferentes biomas o ecorregiones del departamento.

Caldas está dividido por subregiones las cuales abarcan los diferentes municipios del departamento y estos presentan diferentes gradientes altitudinales, lo que hace que sus bosques y su ecosistema en general varíe. Las subregiones fueron creadas para facilitar la administración del departamento y los límites de cada una de ellas no corresponden con límites ecosistémicos o ambientales y las diferencias en los ecosistemas presentes en las subregiones es notoria (Duque-Escobar 2016). Sobre la cuenca del río Cauca se encuentran ubicadas cuatro de las seis subregiones del departamento denominadas i) Norte, ii) Centro Sur, iii) Alto Occidente y iv) Bajo Occidente. En la cuenca del río Magdalena se encuentran representadas dos subregiones: i) Alto Oriente y ii) Magdalena Caldense.

Otras propuestas de regionalización basadas en estudios de flora y fauna caracterizan los diferentes ecosistemas neotropicales en términos biológicos. En este orden de ideas, para el departamento de Caldas se presentan a continuación 15 ecorregiones y 2 centros de endemismo recopilados de las diferentes hipótesis (citas). Aunque el nombre de diferentes ecorregiones cambia según los autores que las proponen, varias de ellas se refieren a la misma zona geográfica y ecosistémica, por consiguiente, para facilitar el análisis se hizo una interpretación general al agrupar las diferentes ecorregiones según la zona a la que correspondan como lo muestra la Tabla 3.

Las 15 ecorregiones para el departamento de Caldas son:

- Según Olson *et al.* (2002) y Dinerstein *et al.* (2017): son seis:

**i) Bosques Montanos del Valle del Cauca (Cauca Valley Montane Forests):** Esta ecorregión se ubica en los Andes del oeste de Colombia, y se caracteriza por la presencia de bosques montanos y páramos en altitudes que van desde los 1.000 a los 4.000 m en ambos flancos de la cuenca. Alberga una gran diversidad de especies endémicas de plantas y animales, incluyendo aves, mamíferos y anfibios.

**ii) Bosques Secos del Valle del Cauca (Cauca Valley Dry Forests):** Se encuentra en el valle del río Cauca, situado en el occidente de Colombia. Se caracteriza por la presencia de bosques secos y arbustales en elevaciones que varían desde los 200 hasta los 1.500 m. Cuenta con una amplia diversidad de especies de plantas y animales que han desarrollado adaptaciones para sobrevivir a las condiciones de sequía y estacionalidad propias de la región.

**iii) Bosques Montanos del Valle del Magdalena (Magdalena Valley Montane Forests):** Se ubica entre las cordilleras Oriental y Central de Colombia, y comprende los ecosistemas a ambos flancos de la cuenca en elevaciones desde los 1.000 a los 3.500 m. Alberga una gran diversidad de especies endémicas de plantas y animales, incluyendo aves, mamíferos y anfibios.

**iv) Bosques secos del Valle del Magdalena (Magdalena Valley Dry Forests):** Ubicada en el valle del río Magdalena, se caracteriza por la presencia de bosque seco y recibe menos de 1.000 mm de lluvia al año. Se encuentra en altitudes desde los 50 a los 1.000 m. Alberga una gran diversidad de especies de plantas y animales adaptadas a las condiciones de sequía y estacionalidad de la región.

**v) Bosques Montanos de los Andes Noroccidentales (Northwest Andean Montane Forest):** Comprende bosques montañosos andinos del noroeste, en Colombia y Ecuador, se compone de bosques premontanos, montanos y montanos altos de la cordillera occidental en altitudes que van desde los 1000 a 4000 m. Se define como una ecorregión biodiversa y con alto endemismo.

**vi) Páramo Andino del Norte (Northern Andean Páramo):** Comprende las zonas de alta montaña ubicada en Sudamérica, específicamente en los Andes del Norte. Se caracteriza por páramos, que son ecosistemas con vegetación de tipo herbáceo y

arbustivo adaptada a las condiciones extremas de frío, altitud y radiación solar; son conocidos por su alta biodiversidad y por ser hogar de especies endémicas y en peligro de extinción.

- Según Hernández-Camacho (1992): seis ecorregiones (denominadas Distritos), comprendidas en dos provincias. Además, se incluyen dos Centros de Endemismo: **Centro de endemismo Alto Magdalena** y **Centro de endemismo Alto Valle del Cauca**.

i) **Provincia Chocó-Magdalena:**

**Distrito Nechí:** Esta unidad de selvas húmedas del Magdalena se extiende desde la margen derecha del bajo Cauca hasta el río Magdalena, incluyendo la Serranía de San Lucas y las estribaciones inferiores del flanco oriental de la cordillera Central hasta cerca de Mariquita. Es una zona que comparte afinidades biológicas con el alto Sinú, alto San Jorge y el Chocó biogeográfico, y probablemente fue una ruta de intercambio de elementos entre el valle del Magdalena y la cuenca del Catatumbo.

ii) **Provincia Norandina:**

**Distrito Bosques Subandinos Quindío-Antioquia de la Cordillera Central:** Es una franja de bosques altoandinos presentes en la cordillera Central, entre los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda. Con una flora y fauna distintiva en donde históricamente se han destacado la presencia de especies endémicas y en peligro de extinción como la palma de cera (*Ceroxylon quindiuense*).

**Distrito Páramos Quindío:** Está asociada a los páramos de la Cordillera Central y se considera una zona de importancia para la conservación debido a la presencia de especies endémicas y a su papel en la regulación del agua y servicios ecosistémicos en la región andina de Colombia.

**Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle:** Se encuentra en la región andina del país específicamente la cuenca del río Cauca. Se caracteriza por ser

una zona de selvas húmedas con una gran biodiversidad y una vegetación exuberante. Está influenciada por la cordillera Occidental, con altitudes que varían desde las tierras bajas hasta las montañas más altas.

- Ecorregiones propuestas por Hazzi *et al.* (2018): En el departamento de Caldas son tres:

**i) Cordillera Central del Norte (Northern Central Cordillera):** Basados en estudios con aves endémicas de Suramérica los autores encontraron evidencia de esta ecorregión que comprende los bosques montanos de la cordillera Central de Colombia en sus dos flancos.

**ii) Cordillera Occidental de Colombia (Western Cordillera of Colombia):** Esta ecorregión comprende los ecosistemas de la cordillera Occidental de Colombia y se destaca por su alto nivel de endemismo por lo que se considera como una unidad según el estudio.

**iii) Sistema de Páramo de la Cordillera Central (Paramo System of the Central Range):** Esta ecorregión comprende los páramos de la cordillera Central en cercanías al Parque Nacional Natural los Nevados del cual tiene parte el departamento de Caldas. Se destaca la biota de este lugar por su alto grado de endemismo y diferenciación de ensamblajes.

- Ecorregiones propuestas por Morrone (2014): En el departamento de Caldas son dos (denominadas Provincias):

**i) Magdalena:** Se encuentra en el norte de Suramérica, centro de Colombia. Comprende la cuenca del río Magdalena, uno de los ríos más importantes de América del Sur. Incluye una amplia variedad de ecosistemas, desde selvas húmedas tropicales en las regiones bajas y los extensos valles hasta bosques montanos y páramos en las

zonas más altas de los Andes. Se caracteriza por su gran biodiversidad, con numerosas especies endémicas y amenazadas.

**ii) Cauca:** Se encuentra en la vertiente occidental de los Andes colombianos y abarca una serie de valles, montañas y mesetas en la región. Incluye áreas como el Valle del Cauca, la Serranía de los Paraguas, el cerro Tatamá y otras zonas montañosas y valles adyacentes. La ecorregión del Cauca se caracteriza por tener un clima variado y ecosistemas de bosque seco, húmedo tropical hasta páramos.

## 2.2. Riqueza de especies

Riqueza de especies: Para identificar la riqueza de especies de aves en el departamento, se realizó una búsqueda bibliográfica priorizando trabajos publicados en revistas indexadas y confiables con registros históricos y contemporáneos de aves en el departamento de Caldas. Para ello se realizó búsquedas en las bases de datos JStor, ScienceDirect, Scopus, entre otras y se incluyeron palabras clave como: Aves, Caldas y Valles interandinos. Para complementar la información de las especies presentes en el departamento también se realizaron búsquedas en plataformas de bases de datos con información biológica confiable como El Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF, por sus siglas en inglés) y el Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB); así como algunas plataformas de acceso general y uso ciudadano como INaturalist y eBird para consolidar un conjunto de datos previo de las aves del departamento.

Para evitar sesgos por identificaciones erróneas o taxonomía desactualizada y descartar registros dudosos, se depuró la información con base en hipótesis de distribución planteadas para cada especie en la literatura (Ayerbe, 2022; Hilty 2021) y se actualizaron los nombres basado en tratamientos taxonómicos más recientes propuestos por el (Comité de Clasificación de Suramérica SACC 2023) y esto considerando que los registros provenían de diferentes fuentes y que existen múltiples hipótesis de taxonomía de aves propuestas lo que puede llevar a variaciones en el número y nombres de especies en diferentes regiones (Stiles 2021), por ejemplo los registros basados en eBird utilizan el sistema nomenclatural de Clements *et al.* 2021 mientras que la SACC sigue a Remsen *et al.* 2021.



Para la categorización del estado de las especies se siguió lo establecido por Naranjo *et al.* (2012) para especies migratorias de Colombia; para las especies endémicas se siguió a Chaparro-Herrera *et al.* (2013); para las demás categorías (residente, introducida, errática) se siguió lo establecido por Echeverry-Galvis *et al.* (2022). Las especies en alguna categoría de amenaza local se obtuvieron del libro rojo de las Aves de Colombia Renjifo *et al.* (2016) y para una categorización internacional la establecida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2023).

### **2.3. Análisis de regionalización**

De cada registro obtenido se rescataron datos geográficos tales como la elevación, localidad de registro, municipio y coordenadas geográficas. Estos registros fueron consolidados en un conjunto de datos en formato Darwin Core (Wieczorek *et al.* 2012). Con estos registros se definieron el número de especies por cada propuesta de regionalización (cuencas, subregiones, municipios y ecorregiones), taxones únicos y restringidos teniendo en cuenta especies válidas y algunas subespecies que representaban poblaciones únicas de una región y pudieran evidenciar la existencia de las ecorregiones propuestas para las aves del departamento, para ello se evaluó:

1. Cuencas: Se analizó el número de especies que habitan las dos cuencas principales del departamento de Caldas: Cauca y Magdalena.
2. Subregiones y municipios: se buscó el número de especies para cada una de las seis subdivisiones territoriales que conforman el departamento de Caldas: i) Alto Occidente, ii) Alto Oriente, iii) Occidente Prospero o Bajo Occidente, iv) Centro Sur, v) Magdalena caldense o Bajo Oriente, vi) Norte Caldense. Para analizar sesgos en el número de datos y contribuir al estudio regional, se analizó la riqueza de especies por municipios.

3. Ecorregiones (Olson *et al.* 2002; Dinerstein *et al.* 2017): de las seis ecorregiones de las cuales Caldas hace parte, los autores mencionan las siguientes especies de aves como representativas de cada una de ellas, para las cuales se evaluó su restricción a las áreas propuestas: **i) Cauca Valley Montane Forests:** la pava caucana (*Penelope perspicax*), el perico montuno (*Leptosittaca branickii*), el tororoi bandeado y el tororoi bigotudo (*Grallaria milleri* y *G. alleni*), así como la tangara multicolor (*Chlorochrysa nitidissima*); **ii) Cauca Valley Dry Forests:** el vencejo pechiblanco (*Cypseloides lemosi*), el carpinterito grisáceo (*Picumnus granadensis*) y el copetón apical (*Myiarchus apicalis*); **iii) Magdalena Valley Montane Forests:** la pava negra (*Aburria aburri*), el águila real de montaña (*Spizaetus isidori*), el quetzal de cabeza dorada y el quetzal crestado (*Pharomachrus auriceps* y *P. antisianus*), el loro orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*) en categoría de amenaza y el gallito de roca andino (*Rupicola peruviana*). También destacan la presencia de especies migratorias boreales como: el gavilán aliancho (*Buteo platypterus*), el gavilán de swainson (*Buteo swainsoni*), el picogordo degollado (*Pheucticus ludovicianus*) y la tångara de verano (*Piranga rubra*); **iv) Magdalena Valley Dry Forests:** el chavarrí (*Chauna chavaria*), la perdiz crestada (*Colinus cristatus leucotis*), el paujil de pico azul (*Crax alberti*), el pato negro (*Cairina moschata*), los patos silbadores (*Dendrocygna autumnalis*, *D. viduata* y *D. bicolor*), el mochuelo (*Athene cunicularia tolimae*) y la eufonía del Magdalena (*Euphonia concinna*); **v) Northwest Andean Montane Forest:** la tangara aurinegra (*Bangsia melanochlamys*) y la tangara del tatamá (*Bangsia aureocincta*); **vi) Northern Andean Páramo:** el calzoncito piernioscuro (*Eriocnemis derbyi*), el cóndor de los andes (*Vultur gryphus*) y el periquito de los nevados (*Bolborhynchus ferrugineifrons*).
  
4. Ecorregiones propuestas por Hernández-Camacho (1992): De los cinco distritos presentes para el departamento de Caldas no se brindan taxones específicos de aves. Sin embargo, los autores destacan regiones que denominaron centros de endemismo donde mencionan aves y otros taxones propios de cada lugar. Para el departamento de Caldas corresponden dos de estos centros de endemismo: **Centro de endemismo Alto**

**Magdalena:** la tortolita de pico rojo (*Columbina passerina parvula*), el chotacabras menor (*Chordeilis acutipennis crisalis*), el barranquero rojizo (*Momotus momota*), el cucarachero chupahuevos (*Campylorhynchus griseus zimmeri*), el semillerito bicolor (*Melanospiza bicolor huilae*), el soldadito capirogado (*Coryphospingus piliatus rostratus*) y la eufonía del Magdalena (*Euphonia concinna*). **Centro de endemismo**

**Alto Valle del Cauca:** el pato colorado (*Anas cyanoptera tropicus*), la perdiz crestada (*Colinus cristatus badius*), el sabanero grillo (*Ammodramus savannarum caucae*), la tortolita rojiza (*Colombina talpacoti caucae*), la torcaza nagüiblanca (*Zenaida auriculata caucae*), la gallineta negruzca (*Pardirallus nigricans caucae*), el cernícalo americano (*Falco sparverius caucae*) y el mosquerito cabecigrís (*Phyllomyias griseiceps caucae*).

5. Ecorregiones propuestas por Hazzi *et al.* (2018): Basados en estudios con modelos de distribución de la biota endémica de los Andes tropicales, los autores diferenciaron tres ecorregiones que comprenden el departamento de Caldas y de las cuales destacan la presencia de algunas especies de aves representativas de cada una para las cuales se evaluó su restricción a las áreas propuestas: **i) Northern Central Cordillera:** el inca alihabano (*Coeligena lutetiae*), el pico espina arcoíris (*Chalcostigma herrani*), la metalura verde (*Metallura williami*), el calzoncitos áureo (*Eriocnemis mosquera*), el terlaque andino (*Andigena hypoglauca*), el tororoi bicolor (*Grallaria rufocinerea*), el gorrión montés de anteojos (*Atlapetes flaviceps*) y la tangara enmascarada de montaña (*Tephrophilus wetmorei*); **ii) Western Cordillera of Colombia:** el colibrí puntiblanco occidental (*Urosticte benjamini*), el colibrí sietecolores (*Boissonneaua jardini*), el inca pardo (*Coeligena wilsoni*), el tororoi pechiamarillo (*Grallaria flavotincta*), el frutero de pecho naranja (*Pipreola jucunda*), la urraca hermosa (*Cyanolyca pulchra*), el picaflor ventrerrufo (*Diglossa gloriosissima*), el picaflor índigo (*Diglossa indigotica*) y la tangara esmeralda (*Chlorochrysa phoenicotis*); **iii) Paramo System of the Central Range:** el chivito de páramo (*Oxyopogon stubelii*), el loro de fuertes (*Hapalopsittaca fuertesi*) y el tororoi bigotudo (*Grallaria milleri*).

6. Ecorregiones propuestas por Morrone (2014): Para el departamento de Caldas corresponden dos y describe las siguientes aves propias de cada una de ellas: **i) Magdalena province:** la tortolita de pico rojo (*Columbina passerina párvula*), el barranquero rojizo (*Momotus momota*) y el cucarachero chupahuevos (*Campylorhynchus griseus*); **ii) Cauca province:** el tinamú leonardo (*Nothocercus julius*), la guacharaca moteada (*Ortalis guttata guttata*), el vencejo pechiblanco (*Cypseloides lemosi*), el carpinterito grisáceo (*Picumnus granadensis*) y el tucancito esmeralda (*Aulacorhynchus albivitta griseigularis*).

## 3. Resultados

### 3.1. Riqueza de especies

Empleando todos los métodos de captura de información, se recopiló datos sobre la avifauna en el departamento, obteniéndose un total de 902 especies, de las cuales se pudo confirmar la presencia de 841, que representan el 42% del total de las aves reportadas para el país y que fueron clasificadas en 491 géneros, 73 familias y 26 órdenes taxonómicos, mientras que 61 especies no cumplieron los criterios de inclusión debido a la falta de evidencia de su presencia en los límites políticos del departamento (Tabla 1).

Entre las especies registradas, se destaca la presencia de 23 endémicas de Colombia que también tienen parte de su distribución en el departamento de Caldas. De las especies documentadas, 86 son migratorias boreales que visitan los diferentes ecosistemas del departamento durante el período que abarca desde septiembre hasta abril y 5 son migratorias australes que se observan entre mayo y septiembre. Se documentaron además 3 especies introducidas (*Cairina moschata*, *Columba livia* y *Lonchura malacca*) y 6 especies erráticas (*Oressochen jubatus*, *Aythya collaris*, *Phoenicopterus ruber*, *Zenaida macroura*, *Heliornis fulica*, *Pelecanus occidentalis*, *Icterus icterus*, *Cardellina pusilla* y *Passerina caerulea*).

Según los datos obtenidos es importante destacar que, de las especies registradas, 42 de ellas están bajo una categoría de amenaza según el libro rojo de las aves de Colombia, mientras que

de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se identificaron 59 especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza en su lista roja.

**Tabla 1. Especies hipotéticas no incluidas en la lista final de aves en Caldas**

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Razon de exclusión</b>
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Sarkidiornis sylvicola</i>	Sin evidencia
GALLIFORMES	CRACIDAE	<i>Crax alberti</i>	Sin evidencia
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Streptopelia roseogrisea</i>	Sin evidencia
APODIFORMES	APODIDAE	<i>Chaetura pelagica</i>	Sin evidencia
		<i>Cypseloides cherriei</i>	Sin evidencia
	TROCHILIDAE	<i>Aglaiocercus coelestis</i>	Sin evidencia
		<i>Chalybura urochrysa</i>	Sin evidencia
		<i>Chrysuronia grayi</i>	Sin evidencia
CHARADRIIFORMES	BURHINIDAE	<i>Burhinus bistriatus</i>	Sin evidencia
PELECANIFORMES	THRESKIORNITHIDAE	<i>Platalea ajaja</i>	Sin evidencia
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Sin evidencia
STRIGIFORMES	STRIGIDAE	<i>Megascops ingens</i>	Sin evidencia
TROGONIFORMES	TROGONIDAE	<i>Pharomachrus antisianus</i>	Sin evidencia
PICIFORMES	SEMNORNITHIDAE	<i>Semnornis ramphastinus</i>	Sin evidencia
	RAMPHASTIDAE	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Sin evidencia
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	<i>Ibycter americanus</i>	Sin evidencia
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	<i>Ara macao</i>	Sin evidencia
PASSERIFORMES	THAMNOPHILIDAE	<i>Herpsilochmus axillaris</i>	Sin evidencia
		<i>Myrmotherula axillaris</i>	Sin evidencia
		<i>Grallaria flavotincta</i>	Sin evidencia
		<i>Scytalopus vicinior</i>	Sin evidencia
		<i>Chamaeza turdina</i>	Sin evidencia
		<i>Dendrocolaptes sanctithomae</i>	Sin evidencia
		<i>Xiphorhynchus lachrymosus</i>	Sin evidencia
		<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>	Sin evidencia
		<i>Pseudocolaptes johnsoni</i>	Sin evidencia
		<i>Clibanornis rubiginosus</i>	Sin evidencia
		<i>Thripadectes ignobilis</i>	Sin evidencia
	<i>Margarornis stellatus</i>	Sin evidencia	
	PIPRIDAE	<i>Chiroxiphia lanceolata</i>	Sin evidencia
	COTINGIDAE	<i>Lipaugus unirufus</i>	Sin evidencia
TITYRIDAE	<i>Schiffornis stenorhyncha</i>	Sin evidencia	

	<i>Pachyramphus albogriseus</i>	Sin evidencia
	<i>Pachyramphus homochrous</i>	Sin evidencia
ONYCHORHYNCHIDAE	<i>Myiobius barbatus</i>	Sin evidencia
TYRANNIDAE	<i>Rhynchocyclus fulvipectus</i>	Sin evidencia
	<i>Tolmomyias assimilis</i>	Sin evidencia
	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Sin evidencia
	<i>Elaenia pallatangae</i>	Sin evidencia
	<i>Aphanotriccus audax</i>	Sin evidencia
VIREONIDAE	<i>Vireolanius leucotis</i>	Sin evidencia
CORVIDAE	<i>Cyanolyca pulchra</i>	Sin evidencia
TROGLODYTIDAE	<i>Henicorhina negreti</i>	Sin evidencia
	<i>Thryophilus rufalbus</i>	Sin evidencia
	<i>Thryophilus sernai</i>	Sin evidencia
TURDIDAE	<i>Entomodestes coracinus</i>	Sin evidencia
MOTACILLIDAE	<i>Anthus bogotensis</i>	Sin evidencia
FRINGILLIDAE	<i>Chlorophonia flavirostris</i>	Sin evidencia
PASSERELLIDAE	<i>Chlorospingus semifuscus</i>	Sin evidencia
	<i>Ammodramus savannarum</i>	Sin evidencia
	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Sin evidencia
	<i>Setophaga virens</i>	Sin evidencia
CARDINALIDAE	<i>Passerina cyanea</i>	Sin evidencia
THRAUPIDAE	<i>Iridophanes pulcherrimus</i>	Sin evidencia
	<i>Heterospingus xanthopygius</i>	Sin evidencia
	<i>Diglossa indigotica</i>	Sin evidencia
	<i>Saltator grossus</i>	Sin evidencia
	<i>Bangsia melanochlamys</i>	Sin evidencia
	<i>Bangsia aureocincta</i>	Sin evidencia
	<i>Bangsia flavovirens</i>	Sin evidencia

## 3.2. Análisis de regionalización

### 3.2.1 Separación por cuencas

Del total de las especies de aves para el departamento de Caldas (841) se encontró un total de 660 especies para la cuenca del río Cauca y 811 especies para la cuenca del río Magdalena de las cuales 631 especies se comparten entre ambas cuencas. Además, de estas, 29 son taxones

únicos de la cuenca Cauca o no se comparten con la cuenca del Magdalena y 180 fueron únicas de la cuenca Magdalena o no se comparten con la cuenca del río Cauca.

### 3.2.2 Separación por subregiones y municipios

De las seis subregiones del departamento de Caldas la de mayor número de especies fue Magdalena Caldense o Bajo Oriente, que comprende cuatro municipios y suman un total de 638 especies de aves (tabla 2). La subregión con menos especies fue Bajo Occidente con 307, seguido de la subregión Norte con 380 especies reportadas entre los cuatro municipios que la conforman (tabla 2).

Los municipios del departamento más diversos y que más especies de aves presentan fue Manizales con un total de 535 especies y Samaná con 511. Otros municipios con un número elevado de especies son Pensilvania (493 spp.), Villamaría (485 spp.) y Victoria (436 spp.). Por otro lado, los municipios con menos registros de especies son Marmato (126 spp.) y Marulanda (148 spp.) (tabla 2).

**Tabla 2. Registro de especies por subregiones y municipios del departamento de Caldas**

<b>Subregión</b>	<b>Número de especies</b>	<b>Municipio</b>	<b># de especies</b>
Alto Oriente	534	Pensilvania	493
		Marulanda	148
		Manzanares	236
		Marquetalia	269
Magdalena Caldense	638	Samaná	511
		Norcasia	346
		Victoria	436
		La Dorada	376
		Aguadas	224
		Pácora	185

Norte	380	Salamina	317
		Aranzazu	256
Centro Sur	613	Manizales	535
		Neira	394
		Palestina	227
		Villamaría	485
		Chinchiná	316
Alto Occidente	437	Riosucio	336
		Supia	252
		Marmato	126
		La Merced	233
		Filadelfia	211
Bajo Occidente	307	Anserma	160
		Risaralda	170
		San José	175
		Viterbo	202
		Belalcázar	171

### 3.3. Evaluación de las hipótesis de regionalización

**Tabla 3. Hipótesis de regionalización para el departamento de Caldas**

HIPOTESIS DE REGIONALIZACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE CALDAS					
	Valle Magdalena	Valle Cauca	Páramos	Cordillera central	Cordillera occidental
<b>Olson-Dinerstein</b>	MVMF, MVDF	CVMF, CVDF	NAP		NAMF
<b>Hdez-Camacho</b>	DN		DPQ	DBSQ-ACC	DSACOCV
<b>Hazzi</b>			PSCR	NCC	WCC
<b>Morrone</b>	MP	CP			

Convenciones: Magdalena Valley Montane Forests (MVMF), Magdalena Valley Dry Forests (MVDF), Distrito Nechí (DN), Magdalena Province (MP), Cauca Valley Montane Forests (CVMF), Cauca Valley Dry Forests (CVDF), Cauca Province (CP), Northern Andean Páramo (NAP), Distrito Páramos Quindío (DPQ), Paramo System of the Central Range (PSCR), Distrito Bosques Subandinos Quindío-Antioquia de la Cordillera Central (DBSQ-ACC), Northern Central Cordillera (NCC), Northwest Andean Montane Forest (NAMF), Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle (DSACOCV), Western Cordillera of Colombia (WCC).



### 3.3.1 Cuenca del Magdalena

De las ecorregiones propuestas para esta zona del departamento, para la denominada Distrito Nechí (DN) e incluida en la Provincia Chocó-Magdalena se encontró 20 especies que la soportan. Las especies son: *Odontophorus erythrops*, *Phaethornis longirostris*, *Heliothryx barroti*, *Discosura conversii*, *Trogon chionurus*, *Trogon caligatus*, *Hylomanes momotula*, *Notharchus pectoralis*, *Nystalus radiatus*, *Thamnophilus nigriceps*, *Myrmotherula pacifica*, *Philydor fuscipenne*, *Myiornis atricapillus*, *Pachysylvia decurtata*, *Mitrospingus cassinii*, *Conirostrum leucogenys*, *Tachyphonus delatrii*, *Stilpnia larvata*, *Tangara icterocephala*, *Iridosornis porphyrocephalus*. Por otra parte, existe una influencia de la avifauna del DN con especies de distribución restringida al norte del país y compartida solo con el valle del Magdalena, algunas especies son: *Chauna chavaria* y *Momotus subrufescens*. El DN como una ecorregión que comprende solo una porción de la provincia se destaca por la presencia de una especie única y endémica de Colombia, la habia ceniza (*Habia gutturalis*) y una casi endémica, el hormiguero del Magdalena (*Sipia palliata*) taxones que también respaldan esta ecorregión por su distribución limitada solo a DN. Cabe mencionar que 7 especies de amplia distribución tienen subespecies que representan poblaciones únicas y exclusivas del DN, estas son: *Malacoptila panamensis magdalanae*, *Celeus loricatus innotatus*, *Gymnocichla nudiceps sanctamartae*, *Poliocrania exsul cassinii*, *Gymnopithys bicolor ruficeps*, *Euphonia fulvicrissa omissa*, *Arremon aurantirostris erythrorhynchus*.

Magdalena Province (MP) de las tres especies sugeridas como restringidas a esta provincia (*Columbina passerina párvula*, *Momotus subrufescens* y *Campylorhynchus griseus*) ninguna se restringe exclusivamente ya que su distribución se amplía a otras zonas del país. Se encontró que cuatro especies con presencia en Caldas son de distribución restringida a MP y endémicas de Colombia, por lo tanto, respaldan la ecorregión, las especies son: el torito dorsiblanco (*Capito hypoleucus*), el carpintero bonito (*Melanerpes pulcher*), el tiranuelo antioqueño (*Pogonotriccus lanyoni*) y la eufonia del Magdalena (*Euphonia concinna*). Para esta ecorregión también se encontraron 9 especies con amplia distribución que tienen subespecies que representan poblaciones únicas y exclusivas de MP, ellas son: *Colinus*

*cristatus leucotis*, *Chordeilis acutipennis crisalis*, *Chlorostilbon gibsoni gibsoni*, *Chrysuronia goudoti goudoti*, *Nonnula frontalis frontalis*, *Pseudopipra pipra unica*, *Campylorhynchus griseus bicolor*, *Campylorhynchus griseus zimmeri* y *Dacnis lineata egregia*.

La ecorregión Magdalena Valley Dry Forests (MVDF) incluye a la eufonía del Magdalena (*Euphonia concinna*), como especie representativa, sin embargo, está presente en toda la cuenca del río Magdalena y no exclusiva de MVDF. Por su parte, la perdiz colorada (*Colinus cristatus leucotis*) y el búho mochuelo (*Athene cunicularia tolimae*) que son especies de amplia distribución pero que con sus subespecies si representan una población única para esta ecorregión. Sin embargo, del mochuelo no se cuenta con registros para el departamento de Caldas; mismo caso del paujil colombiano (*Crax alberti*) que se describe como único de MVDF pero que sus registros en Colombia son escasos y no hay evidencia de su presencia en el departamento de Caldas. Otras 5 especies (*Chauna chavaria*, *Cairina moschata*, *Dendrocygna autumnalis*, *D. viduata* y *D. bicolor*) se mencionan como únicas de MVDF, pero su distribución no es exclusiva de esta ecorregión, por lo tanto, no son taxones que la sustenten.

Se encontró que 2 especies dan sustento a la MVDF ya que su rango de distribución se limita a ella, el churrín del alto Magdalena (*Scytalopus rodriguezii*) y el gorrión montés oliváceo (*Atlapetes fuscoolivaceus*), ambos endémicos de Colombia pero que no cuentan con registros en Caldas. Se encontró que 6 subespecies si dan soporte a esta ecorregión, estas son: *Columbina passerina párvula*, *Campylorhynchus griseus zimmeri*, *Coryphospingus piliatus rostratus*, *Melanospiza bicolor huilae* y dos propuestas previamente (*Colinus cristatus leucotis* y *Athene cunicularia tolimae*)

Para la Magdalena Valley Montane Forests (MVMF), se ha sugerido 6 residentes: *Aburria aburri*, *Spizaetus isidori*, *Pharomachrus auriceps*, *P. antisianus*, *Ognorhynchus icterotis* y *Rupicola peruviana*, y 4 especies migratorias: *Buteo platypterus*, *Buteo swainsoni*, *Piranga rubra* y *Pheucticus ludovicianus* que si bien son especies que cuentan con registros en el departamento de Caldas no son exclusivas del Magdalena y su distribución comprende gran parte del país. Se encontró que 3 especies registradas en Caldas son propias de esta ecorregión y dan sustento a su consideración como una unidad, estas son: la paloma montaraz del Tolima (*Leptotila conoveri*), la amazilia frentiazul (*Saucerottia cyanifrons*) y el colibrí florido del

Tolima (*Anthocephala berlepschi*), todas endémicos de Colombia y propias de las montañas a ambos flancos de la cuenca del Magdalena.

### 3.3.2 Valle del Río Cauca

Para esta zona de Colombia aparecen tres ecorregiones según los autores evaluados (tabla 3). Para la ecorregión llamada Cauca Province (CP) se ha sugerido 5 especies para sustentarla. El carpinterito grisáceo (*Picumnus granadensis*), especie endémica de Colombia y propia de la cuenca del río Cauca es el único taxón válido que da sustento. Una subespecie se encontró restringida a esta ecorregión (*Aulacorhynchus albivitta griseigularis*). De las demás especies propuestas, tres son de distribución amplia que no se limita al valle del río Cauca, por lo cual no la sustentan (*Nothocercus Julius*, *Ortalis guttata guttata* y *Cypseloides lemosi*).

El cucaracherito paisa (*Thryophilus sernai*), endémico de Colombia y con distribución restringida al valle del río Cauca es otro taxón que soporta esta ecorregión, sumado al carpinterito grisáceo (*Picumnus granadensis*), sin embargo, no se tienen registros de *T. sernai* para Caldas (tabla 1). También cabe mencionar que se encontraron 6 especies con distribución amplia pero que algunas de sus subespecies representan poblaciones únicas de esta ecorregión y tienen registro en el departamento de Caldas, estas son: *Colinus cristatus badius*, *Colombina talpacoti cauae*, *Zenaida auriculata cauae*, *Pardirallus nigricans cauae*, *Falco sparverius cauae* y *Cyanoloxia brissonii cauae*.

Para la ecorregión Cauca Valley Dry Forests (CVDF), se destacan 3 especies que dan sustento a esta propuesta: uno es el carpinterito grisáceo (*Picumnus granadensis*), que si bien es propio de la cuenca del río Cauca, su distribución no se limita solo a esta ecorregión específica propuesta, sino que está presente a lo largo de toda la cuenca incluyendo sus flancos en un intervalo altitudinal amplio. Las otras dos especies propuestas: *Cypseloides lemosi* y *Myiarchus apicalis*, tienen distribución más amplia y no se limita solo al valle del río Cauca. Se encontró que 2 especies registradas en el departamento y que tienen amplia distribución aparecen con poblaciones aisladas y exclusivas de CVDF, estas son: la paloma montaraz cabecigrís (*Leptotila plumbeiceps*) que su mayoría de registros y el grueso de su población se

encuentra en Centroamérica y la mirla cacao (*Turdus fumigatus*) con poblaciones en la Orinoquia y Amazonía aisladas por la cordillera Oriental y Central.

Para la ecorregión Cauca Valley Montane Forests (CVMF), se ha propuesto a 5 especies como únicas, pero solo 2 sustentan esta propuesta: la pava Caucana (*Penelope perspicax*) sin embargo no se tiene evidencia de su presencia en los límites políticos del departamento de Caldas y el tororoí bigotudo (*Grallaria alleni alleni*) el cual tiene una distribución más amplia pero su subespecie representa una población única de esta ecorregión; de las demás especies *Leptosittaca branickii*, *Grallaria milleri* y *Chlorochrysa nitidissima*, su distribución no se restringe a CVMF y por lo tanto no la sustentan. Se resalta también que una especie con distribución amplia aparece con dos subespecies de poblaciones propias de cada uno de los flancos de la cuenca del río Cauca y exclusivas de CVMF, la tucaneta esmeralda con sus subespecies (*Aulacorhynchus albivitta griseigularis* y *Aulacorhynchus albivitta phaeolaemus*).

### 3.3.3 Cordillera Occidental

Se encontraron tres propuestas de ecorregiones para esta cordillera la cual presenta una avifauna compartida con la vertiente pacífica: Western Cordillera of Colombia (WCC), donde destacan las siguientes especies: *Boissonneaua jardini*, *Coeligena wilsoni*, *Urosticte benjamini*, *Grallaria flavotincta*, *Pipreola jucunda*, *Cyanolyca pulchra*, *Diglossa gloriosissima*, *Diglossa indigotica* y *Chlorochrysa phoenicotis*. Todas estas especies que, si bien sustentan esta ecorregión, ninguna de ellas a la fecha cuenta con registros en el departamento de Caldas, pero si en sus límites en departamentos vecinos como Risaralda y Antioquia.

Para la Northwest Andean Montane Forest (NAMF) se han sugerido 2 especies que si sustentan la propuesta: *Bangsia melanochlamys* y *Bangsia aureocincta*, sin embargo, ambas especies cuentan con registros a lo largo de toda la cordillera Occidental excepto en los límites políticos de Caldas, lo que representa un vacío en su línea continua de distribución que si incluye a los departamentos vecinos de Risaralda y Antioquia.

El Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle (DSACOCV) no cuenta con especies de aves sugeridas previamente, pero tres especies con registros en Caldas sustentan

las propuestas planteadas: el inca del sol (*Coeligena orina*), el tororoí chamí (*Grallaria alvarezi*) y el gorrión tangarino (*Oreothraupis arremonops*), con distribución exclusiva de la cordillera Occidental. Estas especies más las mencionadas sin registros en Caldas en las dos ecorregiones anteriores sustentan todas las hipótesis propuestas para la Cordillera Occidental.

### 3.3.4 Cordillera Central

El Distrito Bosques Subandinos Quindío-Antioquia de la Cordillera Central (DBSQ-ACC) no cuenta con especies de aves sugeridas previamente, pero para la Northern Central Cordillera (NCC) que es equivalente, 8 especies de aves se han sugerido como representativas de esta ecorregión. De estas, solo 4 cumplen con el criterio de una distribución restringida a esta zona: *Coeligena lutetiae*, *Chalcostigma herrani*, *Andigena hypoglauca* y *Grallaria rufocinerea*. Las otras 4 especies sugeridas previamente tienen una distribución más amplia (*Metallura williami*, *Eriocnemis mosquera*, *Tephrophilus wetmorei* y *Atlapetes flaviceps*) y no soportan la región.

Se destaca la presencia en Caldas de 12 especies que sustentan las ecorregiones propuestas para la cordillera Central no sugeridas previamente: *Opisthoprora euryptera*, *Daptrius carunculatus*, *Dryobates nigriceps*, *Hapalopsittaca fuertesi*, *Hapalopsittaca amazonina velezi*, *Grallaria milleri*, *Grallaria saturata*, *Grallaricula lineifrons*, *Scytalopus stilesi*, *Scytalopus opacus*, *Saltator cinctus* y *Spinus magellanicus*.

### 3.3.5 Páramos

7 de las especies que se presentan como exclusivas de las ecorregiones de páramo coinciden con una distribución única en la cordillera Central, mientras que 3 no tienen distribución exclusiva de esta, pero se distribuyen también en ecosistemas a grandes alturas ocupando los páramos de otras cordilleras. Una propuesta para esta zona es Distrito Páramos Quindío (DPQ) en la cual no se describen especies de aves únicas de esta. Otra es Northern Andean Páramo (NAP) donde tres especies: el calzoncito piernioscuro (*Eriocnemis derbyi*), el cóndor de los Andes (*Vultur gryphus*) y el periquito de los nevados (*Bolborhynchus ferrugineifrons*), que la

sustentan ya que su distribución es exclusiva de los páramos de la cordillera Central excepto el cóndor de los Andes.

Páramo System of the Central Range (PSCR) es otra propuesta en la que 3 especies aparecen como propias de esta ecorregión, estas son: el chivito de páramo (*Oxygogon stubelii*), el loro de fuertes (*Hapalopsittaca fuertesi*) y el tororoi bandeado (*Grallaria milleri*). Solo el chivito de páramo sustenta la ecorregión ya que las otras dos especies no ocupan propiamente el ecosistema de páramo sino más bien una franja estrecha y limítrofe entre este ecosistema y el bosque altoandino a lo largo de la cordillera Central. Se encontró que 6 especies soportan las ecorregiones propuestas para los páramos: *Vanellus resplendens*, *Daptrius carunculatus*, *Grallaria quitensis*, *Scytalopus opacus*, *Leptasthenura andicola* y *Urothraupis stolzmanni*. Además, las siguientes 11 especies son propias de los páramos y cuentan con una subespecie que representa una población única de la cordillera Central: *Chalcostigma herrani tolimae*, *Metallura williami williami*, *Pterophanes cyanopterus caeruleus*, *Cinclodes excelsior columbianus*, *Asthenes flammulata quindiana*, *Asthenes fuliginosa fumigata*, *Muscisaxicola alpinus columbianus*, *Cistothorus platensis tolimae*, *Diglossa brunneiventris vulleumieri*, *Iridosornis rufivertex ignicapillus* y *Cnemathraupis eximia zimmeri*.

**Tabla 4. Resumen y evaluación de las ecorregiones presentes en Caldas**

Zona	Ecorregión	N° spp sugeridas por autores (si soportan)	N° de spp que soportan (con registro en Caldas)	N° Subespecies	Evaluación de ecorregión
<b>Valle Magdalena</b>	DN	0	24 (24)	7	Si
	MP	3 (0)	4 (4)	9	Si
	MVDF	9 (0)	2 (0)	6	Si
	MVMF	10 (0)	3 (3)	0	Si
<b>Valle Cauca</b>	CP	5 (1)	2 (1)	6	Si
	CVDF	3 (0)	3* (2)	0	No
	CVMF	5 (1)	1 (0)	3	No
<b>Páramos</b>	DPQ	0	6 (6)	11	Si
	NAP	3 (3)	6 (6)	11	Si
	PSCR	3 (1)	6 (6)	11	Si
<b>Cordillera Central</b>	DBSQ-ACC	0	12 (12)	0	Si
	NCC	8 (4)	12 (12)	0	Si
<b>Cordillera Occidental</b>	WCC	9 (9)	9 (0)	0	Si
	NAMF	2 (2)	2 (0)	0	Si
	DSACOCV	0	3 (3)	0	Si

## 4. Discusión

El total de especies documentadas para el departamento de Caldas (841 confirmadas) representan el 42 % de la avifauna reportada para el país la cual cuenta con 1966 especies (Echeverry-Galvis *et al.* 2022), cada especie se sustenta con registros de artículos publicados que dan cuenta de la avifauna del departamento. La mayoría de las especies se concentra para la subregión Centro Sur principalmente en los municipios de Manizales y Villamaría (Uribe 1987; Walker 1996; Cardona 1998; Vélez & Velásquez 1998; Verhelst *et al.* 2001; Pfeifer *et al.* 2001; Botero *et al.* 2001; Botero *et al.* 2005; Nieto & Ramírez 2006; Lentijo & Botero 2013; Restrepo-Cardona *et al.* 2015; Espitia-Sánchez & Ramírez-Chaves 2022), así mismo se cuenta con una vasta información sobre la avifauna de la subregión Magdalena Caldense, en municipios como La Dorada, Norcasia, Samaná y Victoria (Castellanos 2003; Alzate 2010;

Gómez *et al.* 2020). Además, se cuenta con algunos estudios aislados sobre la avifauna de Riosucio y Salamina (Vélez-Estrada 1995; Cardona *et al.* 2005) y otros que reportan avifauna de diferentes municipios en Caldas y diferentes agroecosistemas (Martínez-Sánchez *et al.* 2018; Betancurt-Grisales *et al.* 2021), además una recopilación general para la avifauna del departamento (Fierro-Calderón & Eusse 2010). Se destaca la información proporcionada por medio de registros y material audiovisual disponible en plataformas de acceso libre como eBird (<https://ebird.org/>), incluso información de redes sociales que muchas veces se mantiene inédita. La información de las plataformas de ciencia ciudadana es valorada por su capacidad para recopilar grandes cantidades de datos que cubren extensiones espaciales y temporales más amplias que aquellas recopiladas por proyectos limitados a expertos (Sánchez-Clavijo *et al.* 2021). Por ende, es importante la participación de voluntarios en la recopilación de datos que permiten a muchas plataformas ampliar significativamente sus alcances y aportar a futuro en análisis geográficos y temporales e incluso ayudar en la toma de decisiones (Kelling *et al.* 2019). Sin embargo, estas plataformas son susceptibles a errores que generan sesgos al momento de analizar los datos; un ejemplo de esto es el número de especies reportadas por la plataforma eBird a la fecha para el departamento de Caldas (916 spp), cifra que discrepa con la reportada por este trabajo y que se explica por la falta de filtros y confiabilidad en los reportes de personas no expertas. Por otra parte, las diferencias en la taxonomía de referencia que usa cada una de las fuentes genera discordancias en los números finales por considerar las identidades biológicas de forma diferente a partir de su nombre (Stiles 2021).

La evaluación de 15 propuestas de regionalización para el departamento de Caldas indicó que 13 de estas cuentan con el respaldo de al menos dos taxones de aves únicos. Entre ellas se encuentran el Distrito Nechí (DN), el Distrito Páramos Quindío (DPQ), el Distrito Bosques Subandinos Quindío-Antioquia de la Cordillera Central (DBSQ-ACC) y el Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle (DSACOCV), todas ellas propuestas por Hernández-Camacho *et al.* (1992). Estas ecorregiones pudieron ser confirmadas en este estudio, a pesar de que los autores originales no propusieron aves como sustento para sus hipótesis. Además, se evidenció que los centros de endemismo mencionados por los autores para el departamento de Caldas contienen subespecies que representan poblaciones únicas en las regiones descritas.



En cuanto a las ecorregiones de Hazzi *et al.* (2018), se encontró que las tres tienen sustento; en Paramo System of the Central Range (PSCR) incluyeron tres especies para sustentarla, de las cuales solo una (*Oxypogon stubelii*) cumple con los criterios de selección establecidos en este estudio. Además de esta especie, se identificaron seis adicionales que respaldan esta ecorregión y que no fueron reportadas por Hazzi *et al.* (2018). En el caso de Northern Central Cordillera (NCC), se propusieron ocho especies como únicas para esta ecorregión, pero solo cuatro de ellas cumplen con los criterios de selección establecidos (tabla 4). Además de estas cuatro especies, se encontraron doce especies más que respaldan esta propuesta. En cuanto a Western Cordillera of Colombia (WCC), se propusieron nueve especies que respaldan la ecorregión (tabla 4), pero hasta la fecha, este estudio no pudo constatar la presencia de ninguna de estas en el departamento de Caldas.

Dentro de las propuestas realizadas por Morrone (2014), se encuentran dos: Magdalena Province (MP) y Cauca Province (CP) que no son soportadas por las especies de aves referenciadas por el autor, a excepción de una sola especie (*Picumnus granadensis*) que si es única para CP y cumple con el criterio de soporte para esta ecorregión. Además, este estudio identificó seis especies que soportan a MP y dos que soportan a CP (tabla 4) y que cumplen con el criterio y respaldan ambas ecorregiones.

En cuanto a las propuestas presentadas por Olson y Dinerstein (2002), se evaluaron un total de seis ecorregiones, de las cuales solo cuatro se respaldaron como una ecorregión. Las ecorregiones denominadas Magdalena Valley Dry Forests (MVDF) y Magdalena Valley Montane Forests (MVMF) se soportan según el análisis con aves realizado en este estudio, presentando especies únicas y diferenciando dos ecosistemas dentro de la cuenca del río Magdalena, separando los bosques del valle en la parte baja de la cuenca de los presentes en las laderas a ambos lados de las cordilleras como lo reporta (Melo 2019). Ninguna de las especies mencionadas por los autores respalda estas ecorregiones. Sin embargo, este estudio encontró especies que respaldan de manera general las propuestas para el valle del río Magdalena (DN y MP) y también la diferenciación de sus ecosistemas lo cual indica la existencia de dos ecorregiones diferenciadas dentro de la misma cuenca, tal como proponen Olson y Dinerstein (2002). Las tres especies propuestas para Northern Andean Páramo (NAP)

cumplen como taxones que respaldan esta ecorregión, y en el caso del Northwest Andean Montane Forest (NAMF), las dos especies propuestas también respaldan la ecorregión.

Sin embargo, dos propuestas realizadas también por Olson y Dinerstein (2002) no encuentran sustento. En el caso de Cauca Valley Dry Forests (CVDF), ninguna de las tres especies mencionadas como únicas respalda la propuesta. Dos especies (*Leptotila plumbeiceps* y *Turdus fumigatus*) con amplia distribución cuentan con poblaciones aisladas y exclusivas de la cuenca del río Cauca (Ayerbe 2022), pero no se consideran suficientes para respaldar la ecorregión debido a su consideración taxonómica como especies con amplia distribución. En el caso de Cauca Valley Montane Forests (CVMF), de las cinco especies mencionadas, solo una respalda la ecorregión, lo cual no es suficiente para considerar la existencia de la misma, al menos para aves. No es claro que exista una segregación de ecosistemas y taxones dentro de la misma cuenca del Cauca como lo proponen Olson y Dinerstein (2002), sin embargo, se aclara que si se sustenta una diferenciación ecosistémica en general para la cuenca del río Cauca como lo propone Morrone 2014 con su ecorregión (CP) con dos taxones que la sustentan (*Thryophilus sernai* y *Picumnus granadensis*).

Del total de especies para Caldas, 42 de amplia distribución presentan subespecies que representan poblaciones únicas en algunas ecorregiones evaluadas (Tabla 4). Aunque estas subespecies no son válidas para confirmar la existencia de una ecorregión, es relevante mencionarlas debido a que las especies son entidades dinámicas y diversos factores reproductivos, geográficos y ecológicos pueden conducir a la especiación y diferenciación de estas subespecies en el futuro (Olrog 1967; Haig *et al.* 2006; Winker 2010 y de Queiroz 2020) lo que respaldaría las ecorregiones.

Los resultados y la evaluación de las diferentes propuestas de regionalización confirman que dentro del departamento de Caldas existen 5 diferentes ecosistemas segregados (Valle del Magdalena, Valle del Cauca, Páramos, Cordillera Central y Cordillera Occidental) dentro de los cuales se ubican las 15 propuestas evaluadas. Estas áreas presentan ensamblajes únicos de aves lo que resalta la importancia de la conservación de cada uno de ellos como elementos importantes para la supervivencia de una diversidad exuberante en un territorio políticamente pequeño. Zonas como la subregión Norte, Bajo occidente y Alto Occidente representan grandes vacíos de información en la avifauna del departamento y se hace importante ahondar

en esfuerzos para plantear estudios que permitan aumentar la exploración y el conocimiento que se tiene de la biodiversidad del departamento y sus ecosistemas, lo que a futuro podría servir para seguir sustentando la existencia e importancia de las diferentes ecorregiones y la flora y fauna que los componen.

## 5. Conclusiones

- Las 841 especies registradas en Caldas representan aproximadamente el 42 % de las aves de Colombia.
- Existen diferentes ecorregiones segregadas a lo largo del departamento que presentan ensamblajes únicos.
- Se expone la falta de información y exploración en la subregión Norte, Bajo occidente y Alto Occidente, zonas que representan grandes vacíos de información en la avifauna del departamento.
- Nueve de las especies que dan sustento a las ecorregiones de la cordillera Occidental no cuentan con registros en Caldas, pero si en departamentos vecinos, lo que representa un vacío de información en el rango de distribución de dichas especies.
- Se evidencia un ecosistema diferente en el valle del río Cauca, sin embargo, los resultados muestran que es una sola ecorregión y no dos como ha sido propuesto previamente.

## 6. Referencias

1. Alzate, J. E. P., Orozco, N. L., & Betancourt, A. F. (2010). Nuevos registros de aves para el Parque Nacional Natural selva de Florencia, Caldas. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 14(1), 114-120.
2. Ayerbe-Quiñones, F. 2019. Guía ilustrada de la Avifauna colombiana. Wildlife Conservation Society-Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
3. Ayerbe-Quiñones, F. 2022. Guía ilustrada de la Avifauna colombiana. Wildlife Conservation Society-Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
4. Bertrand, R., Lenoir, J., Piedallu, C., Riofrio-Dillon, G., de Ruffray, P., Vidal, C., & Gégout, J. C. (2011). Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. *Nature*, 479(7374), 517-520.
5. Betancurt-Grisales, J. F., Vargas-Daza, A. M., Castaño-Villa, G. J., & Ospina-Bautista, F. (2021). Bird functional diversity in restored and secondary forests of the Colombian Andes. *Restoration Ecology*, 29(3), e13315.
6. Botero, J. E., Verhelst, J. C., Orrego, O., Pfeifer, A. M., Pulido, F., Rodríguez, J. C. & Franco, V. M. (2001). La biodiversidad en el municipio de Manizales: inventario y diagnóstico del patrimonio biótico. *Cenicafé, Chinchiná, Colombia*.
7. Botero, J. E., Lentijo, G. M., López, A. M., Castellanos, O., Aristizábal, C., Franco, N., & Arbeláez, D. (2005). Adiciones a la lista de aves del municipio de Manizales. *Boletín SAo*, 15(2), 69-88.
8. Cardona, F. (1998). Lista preliminar de aves del Ecoparque, ciudad de Manizales, Caldas, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 2, 9-12.
9. Cardona, C. A., Cárdenas, E. A., Giraldo, L. M., Castaño, D. F., Obando, J. C., Salazar, Á. M., & Fernández, Y. (2005). Caracterización de avifauna e identificación y priorización de objetos de conservación de la vereda La Antioqueña, Resguardo Nuestra Señora de la Candelaria de la Montaña, Riosucio–Caldas. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 9, 85-109.

10. Castaño, J. H., Saba, Y. M., Botero, J. E., & Vélez, J. H. (2003). Mamíferos del departamento de Caldas-Colombia. *Biota colombiana*, 4(2), 247-259.
11. Castellanos, O., Aristizábal, C., & Betancourt, A. F. (2003). Inventario de la avifauna perteneciente a la selva de Florencia (cuencas del Río San Antonio y del Río Hondo) Samána, Caldas. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 7, 15-28.
12. Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M. Á., Córdoba-Córdoba, S., & Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota colombiana*, 14(2).
13. Chapman, F. M. (1917). The distribution of bird-life in Colombia: a contribution to a biological survey of South America (Vol. 4). order of the trustees
14. Clements, J.F., T.S. Schulenberg, M.J.S. Iliff, M. Billerman, T.A. Fredericks, J.A. Gerbracht, D. Lepage, B.L. Sullivan & C.L. Wood. 2021. The eBird/Clements checklist of Birds of the World: v2021.
15. Davies ZG, Fullera RA, Lorama A, Irvineb KN, Simsa V, Gaston KJ (2009) A national scale inventory of resource provision for biodiversity within domestic gardens. *Biol Conserv* 142:761–771. [https:// doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.016](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.016)
16. de Queiroz, K. (2020). An updated concept of subspecies resolves a dispute about the taxonomy of incompletely separated lineages. *Herpetological Review*.
17. Dinerstein E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder, G. Ledec (1995) A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean Banco Mundial y Fondo Mundial para la Naturaleza, Washington, D.C., 129pp.
18. Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N. D., Wikramanayake, E., ... & Saleem, M. (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience*, 67(6), 534-545.
19. Duque Escobar, G. (2016). Subregiones del departamento de Caldas: Perfiles. *Escuela de Arquitectura y Urbanismo*.
20. Echeverry-Galvis, A. M, Acevedo-Charry, O., Enrique Avendaño, J., Gómez, C., Stiles, F. G., 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).
21. Espitia-Sánchez, M. & Ramírez-Chaves, H. E. (2022). Diversidad y composición del ensamblaje de aves en zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de Manizales, Andes Centrales de Colombia. Acceso: <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/18130>. Tesis de pregrado para optar a título de Biólogo. Universidad de Caldas, Manizales.
  22. Ficetola, G. F., Mazel, F., & Thuiller, W. (2017). Global determinants of zoogeographical boundaries. *Nature Ecology & Evolution*, 1(4), 1-7.
  23. Fierro-Calderón, E., & Eusse, D. (2010). Estado de Conocimiento de las Aves en el Departamento de Caldas: Prioridades de Conservación y Vacíos de Información. *Asociación Calidris: Cali, Colombia*.
  24. Gómez, D., Orozco, K., Cardona, F., Pineda, M., Bedoya, M. L., & Ocampo, D. (2020). Avifauna del Parque Nacional Natural Selva de Florencia (Samaná, Caldas, Colombia): nuevos registros y ampliaciones de distribución. *Biota colombiana*, 21(2), 40-71.
  25. González-García A, Belliure J, Gómez-Sal A, Dávila P (2009) The role of urban greenspaces in fauna conservation: the case of the iguana *Ctenosaura similis* in the 'patios' of León city, Nicaragua. *Biodivers Conserv* 18:1909–1920. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9564-4>
  26. Graham, C. H., Moritz, C., & Williams, S. E. (2006). Habitat history improves prediction of biodiversity in rainforest fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(3), 632-636.
  27. Graham, C. H., Carnaval, A. C., Cadena, C. D., Zamudio, K. R., Roberts, T. E., Parra, J. L. & Sanders, N. J. (2014). The origin and maintenance of montane diversity: integrating evolutionary and ecological processes. *Ecography*, 37(8), 711-719
  28. Groves, C., Valutis, L., Vosick, D., Neely, B., Wheaton, K., Touval, J., & Runnels, B. (2000). Designing a geography of hope: A practitioner's handbook for ecoregional conservation planning. Volumen 1 y 2. *The Nature Conservancy*, [Virginia (EUA)].

29. Haig, S. M., Beever, E. A., Chambers, S. M., Draheim, H. M., Dugger, B. D., Dunham, S., ... & Sheffield, L. M. (2006). Taxonomic considerations in listing subspecies under the US Endangered Species Act. *Conservation Biology*, 20(6), 1584-1594.
30. Halffter, G., & Ezcurra, E. (1992). La diversidad biológica de Iberoamérica (Vol. 1). CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, AC, Secretaría de Desarrollo Social
31. Hawkins, B. A., Diniz-Filho, J. A. F., & Soeller, S. A. (2005). Water links the historical and contemporary components of the Australian bird diversity gradient. *Journal of Biogeography*, 32(6), 1035-1042.
32. Hazzi, N. A., Moreno, J. S., Ortiz-Movliav, C., & Palacio, R. D. (2018). Biogeographic regions and events of isolation and diversification of the endemic biota of the tropical Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(31), 7985-7990
33. Hernández-Camacho J., A. Hurtado-Guerra, R. Ortiz-Quijano, Th. Walschburger (1992) Unidades biogeográficas de Colombia pp.105-152 En: *Halffter G. (Comp) Acta zoológica Mexicana La diversidad biológica de Iberoamérica Xalapa, México*
34. Hilty, S.L. 2021. Birds of Colombia. Lynx Edicions, Barcelona.
35. Hilty, S.L. & W.L. Brown. 1986. A Guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press, Princeton, New Jersey
36. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2022) *Colombia en Mapas*, Gobierno de Colombia. Consultado el 20 de mayo de 2023. Disponible en: <https://www.colombiaenmapas.gov.co/#>
37. Jetz, W., McPherson, J. M., & Guralnick, R. P. (2012). Integrating biodiversity distribution knowledge: toward a global map of life. *Trends in ecology & evolution*, 27(3), 151-159
38. Kattan G. H., H. Álvarez-López (1996). Preservation and mangment of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes pp.3-18 En: J. Schelhas, R. Greenberg (eds.) *Forest Patches in Tropical Landscapes*, Washington, D.C.
39. 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*, 117(3), 407-413.

40. Kelling, S., Johnston, A., Bonn, A., Fink, D., Ruiz-Gutierrez, V., Bonney, R., ... & Guralnick, R. (2019). Using semistructured surveys to improve citizen science data for monitoring biodiversity. *BioScience*, 69(3), 170-179.
41. Korner, C. (2000). Why are there global gradients in species richness? Mountains might hold the answer. *Trends Ecol Evol*, 15, 513-514
42. Kozak, K. H., & Wiens, J. J. (2010). Accelerated rates of climatic-niche evolution underlie rapid species diversification. *Ecology letters*, 13(11), 1378-1389.
43. La Sorte, F. A., & Jetz, W. (2010). Projected range contractions of montane biodiversity under global warming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1699), 3401-3410.
44. Lentijo, G. M., & Botero, J. E. (2013). La avifauna de localidades cafeteras de los municipios de Manizales y Palestina, departamento de Caldas, Colombia. *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 17(1), 111-128.
45. Loarie, S. R., Duffy, P. B., Hamilton, H., Asner, G. P., Field, C. B., & Ackerly, D. D. (2009). The velocity of climate change. *Nature*, 462(7276), 1052-1055.
46. MacArthur, R. H. (1972). Geographical ecology: patterns in the distribution of species. *Harper & Row*.
47. Martínez-Sánchez, E. T., Cardona-Romero, M., Rivera-Páez, F. A., Pérez-Cárdenas, J. E., & Castaño-Villa, G. J. (2018). Contribution of agroecosystems to the conservation of bird diversity in the department of Caldas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 71(2), 8445-8457.
48. McCain, C. M., & Colwell, R. K. (2011). Assessing the threat to montane biodiversity from discordant shifts in temperature and precipitation in a changing climate. *Ecology letters*, 14(12), 1236-1245.
49. Melo, O. (2019). Estructura de fragmentos de bosque seco tropical en el sur del departamento del Tolima, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 23(1), 31-51.
50. Morrone, J. J. (2014). Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782(1), 1-110.
51. 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.



52. Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia.
53. Nieto, M., & Ramírez, J. D. (2006). Notas sobre aves de tierras altas que siguen marchas de hormigas arrieras para su alimentación, en la reserva natural Río Blanco, Manizales, Caldas. *Boletín SAO*, 16, 59-66.
54. Olrog, C. C. (1967). Una observación sobre el concepto de subespecie. *El Hornero*, 10(4), 444-445.
55. Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V., Underwood, E. C., ... & Kassem, K. R. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, 51(11), 933-938.
56. Olson, D. M., & Dinerstein, E. (2002). The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical garden*, 199-224
57. Orians, G. H. (1993). Endangered at what level? *Ecological Applications*, 3(2), 206-208.
58. Pfeifer, A. M., Verhelst, J. C., & Botero, J. E. (2001). Estado de conservación de las aves del Parque Nacional Natural Los Nevados y su zona de amortiguación. *Boletín SAO*, 12(22-23), 21-41.
59. Quintero, I., & Jetz, W. (2018). Global elevational diversity and diversification of birds. *Nature*, 555(7695), 246-250.
60. Rabosky, D. L. (2009). Ecological limits and diversification rate: alternative paradigms to explain the variation in species richness among clades and regions. *Ecology letters*, 12(8), 735-743.
61. Rahbek, C., & Graves, G. R. (2001). Multiscale assessment of patterns of avian species richness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(8), 4534-4539.
62. Rahbek, C. (2005). The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology letters*, 8(2), 224-239.
63. Rangel-Ch J. O. (1998). Diversidad de Biota pp.316-338 En: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad 1997 – Colombia M. E. Chaves, N. Arango (eds.) Santafé de Bogotá: Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, 3 vol.

64. Rensen, J.V.J., J.I. Areta, E. Bonaccorso, S. Claramunt, A. Jaramillo, J.F. Pacheco, C. Ribas, M.B. Robbins, F.G. Stiles, D.F. Stotz & K.J. Zimmer [online]. 2021. A classification of the bird species of South America. American Ornithological Society.
65. Renjifo L.M. (1998). Especies de aves amenazadas y casi amenazadas de extinción en Colombia 416-426 pp. En: M.E. Chaves, N. Arango (eds.) Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997 – Colombia Instituto Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Santafé de Bogotá, Vol 1
66. Renjifo, LM, Amaya-Villarreal, AM, Burbano-Girón, J., y Velásquez-Tibatá, J., 2016. *Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, DC, Colombia.
67. Restrepo-Cardona, J. S., Betancur López, A. & Cano Castaño, N. (2015). Abundancia y nuevos registros de búhos simpátricos en Manizales y Villamaría (Caldas, Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 19(2), 220-229.
68. Ricklefs, R. E. (2006). Global variation in the diversification rate of passerine birds. *Ecology*, 87(10), 2468-2478.
69. Rodgers, N. R. (2016). Aves de Caldas: la complejidad cotidiana entre la sobrevivencia y la belleza. *Boletín cultural y bibliográfico*, 50(91).
70. Sánchez-Clavijo, L. M., Martínez-Callejas, S. J., Acevedo-Charry, O., Diaz-Pulido, A., Gómez-Valencia, B., Ocampo-Peñuela, N., ... & Ochoa-Quintero, J. M. (2021). Differential reporting of biodiversity in two citizen science platforms during COVID-19 lockdown in Colombia. *Biological Conservation*, 256, 109077.
71. Sánchez-González, L. A., Navarro-Sigüenza, A. G., Krabbe, N. K., Fjeldså, J., & García-Moreno, J. (2015). Diversification in the Andes: the *Atlapetes* brush-finches. *Zoologica Scripta*, 44(2), 135-152
72. Smith, B. T., McCormack, J. E., Cuervo, A. M., Hickerson, M., Aleixo, A., Cadena, C. D. & Brumfield, R. T. (2014). The drivers of tropical speciation. *Nature*, 515(7527), 406-409

73. Stevens, R. D. (2006). Historical processes enhance patterns of diversity along latitudinal gradients. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1599), 2283-2289.
74. Stiles, F. G. 1998. Especies de aves endémicas y casi endémicas de Colombia. Pp: 378-385 y 428-432. En: Chaves, M. E. y N. Arango. (Eds.). Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad 1998-Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Santa Fé de Bogotá.
75. Stiles, F. G. (2021). Una revisión de las guías de campo disponibles para identificación de las aves de Colombia. *Ornitología Colombiana*, (20), 95-106.
76. Terborgh, J. W., & Faaborg, J. (1980). Saturation of bird communities in the West Indies. *The American Naturalist*, 116(2), 178-195.
77. UICN, 2023. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. Recuperado de [www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/) el 23 de marzo de 2023.
78. Uribe Restrepo, D. A. (1987). *Contribución al conocimiento de la avifauna del bosque muy húmedo-montano bajo en las cercanías de Manizales* (No. Doc. 7746)\* CO-BAC, Santafé de Bogotá).
79. Velasquez-Trujillo, V., Betancurt-Grisales, JF, Vargas-Daza, AM, Lara, CE, Rivera-Páez, FA, Fonturbel, FE, & Chestnut-Villa, GJ (2021). Diversidad funcional de aves en agroecosistemas y bosques secundarios de los Andes tropicales. *Diversidad*, 13 (10).
80. Vélez Estrada, J. 1995. Aves del municipio de Salamina en: López, F. R. & J.A. López. *Despertar Ambiental*. Alcaldía municipal, municipio de Salamina.
81. Vélez, J. H., & Velásquez, J. I. (1998). Aves del municipio de Manizales y áreas adyacentes. *Boletín SAo*, 9(16-17), 38-60.
82. Verhelst, J. C., Rodríguez, J. C., Orrego, O., Botero, J. E., López, J. A., Franco, V. M., & Pfeifer, A. M. (2001). Aves del municipio de Manizales-caldas, Colombia. *Biota Colombiana*, 2(3), 265-284.
83. Walker, R. (1996). Avifauna registrada en la parte alta de la microcuenca Palogrande. *Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 1, 11-15.
84. Werenkraut, V., & Ruggiero, A. (2011). Quality of basic data and method to identify shape affect richness–altitude relationships in meta-analysis. *Ecology*, 92(1), 253-260

85. Wieczorek, J., Bloom, D., Guralnick, R., Blum, S., Döring, M., Giovanni, R. & Vieglais, D. (2012). Darwin Core: an evolving community-developed biodiversity data standard. *PloS one*, 7(1), e29715.
86. Winker, K. (2010). Chapter 1: Subspecies represent geographically partitioned variation, a gold mine of evolutionary biology, and a challenge for conservation. *Ornithological Monographs*, 67(1), 6-23.