

## Aves acuáticas en lagunas altoandinas del sur del Parque Nacional Natural Puracé, Colombia

Dayra Vanessa Ocampo-G<sup>1\*</sup>, Charles S. Muñoz-Nates<sup>2</sup>, Daniel Andrés Feriz-García<sup>3</sup> y Gustavo Adolfo Pisso-Flórez<sup>4</sup>

### Resumen

Las aves acuáticas desempeñan un papel clave en los ecosistemas, pero enfrentan amenazas como la pérdida de hábitat y el cambio climático. En Colombia, se han registrado 280 especies de aves acuáticas, de las cuales el 61% son migratorias. Sin embargo, en el Parque Nacional Natural Puracé (PNN Puracé), la información sobre estas especies es escasa. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la comunidad de aves acuáticas en las lagunas La Magdalena y Cusiaco dentro del PNN Puracé y evaluar la variación espacial en su composición. Este estudio se realizó en cinco salidas de campo entre los años 2021 y 2022, con un total de 226 horas efectivas de muestreo mediante observaciones libres alrededor de las lagunas. Se identificaron 11 especies en laguna La Magdalena y 7 en la laguna Cusiaco, lo que equivale al 4% y 3%, respectivamente, del total de aves acuáticas reportadas para Colombia, entre ellas, *Podiceps occipitalis*, *Oxyura jamaicensis* y *Anas georgica* que se encuentran en las categorías de amenaza a nivel nacional, y *Calidris minutilla*, *Tringa melanoleuca* y *Tringa flavipes*, que son especies migratorias boreales. Se documentaron comportamientos de alimentación, anidación y vocalización, con variaciones en la distribución y uso del hábitat entre las lagunas. Este estudio proporciona una línea base para futuras investigaciones en ecología y conservación de aves acuáticas, resaltando la importancia de estos ecosistemas como refugios clave para la biodiversidad, en especial para las aves acuáticas restringidas a los ecosistemas altoandinos.

**Palabras clave:** áreas protegidas, aves amenazadas, diversidad, humedales, Macizo Colombiano.

\*FR: 11-III-2025. FA: 3-VI-2025.

ióloga. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Programa de Biología, Semillero de Investigación en Geología, Ecología y Conservación (ASIO), Universidad del Cauca. Asociación Ornitológica del Cauca. Asociación Colombiana de Ornitología (ACO). Popayán, Colombia. dayraocampo@unicauca.edu.co

rcid.org/0000-0002-1641-4334 **Google Scholar**

<sup>2</sup> Magister en Recursos Hidrobiológicos Continentales. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrarias, Programa de Ecología, Sistema de Investigación, Desarrollo e Innovación, Fundación Universitaria de Popayán. Popayán, Colombia. investigacion@fup.edu.co

rcid.org/0000-0002-6290-9688 **Google Scholar**

<sup>3</sup> Magister en Recursos Hidrobiológicos Continentales. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrarias, Programa de Ecología, Sistema de Investigación, Desarrollo e Innovación, Fundación Universitaria de Popayán. Popayán, Colombia. investigacion@fup.edu.co

rcid.org/0000-0002-6290-9688 **Google Scholar**

<sup>4</sup> Biólogo. Parque Nacional Natural Puracé. Asociación Ornitológica del Cauca. Fundación Herencia Natural. Popayán, Colombia. tapiflo@gmail.com

rcid.org/0000-0002-1230-0882 **Google Scholar**

\* Corresponding author



### CÓMO CITAR:

Ocampo-G, D. V., Muñoz-Nates, C. S., Feriz-García, D. A. y Pisso-Flórez, G. A. (2025). Aves acuáticas en lagunas altoandinas del sur del Parque Nacional Natural Puracé, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 29(1), 91-107. <https://doi.org/10.17151/bccm.2025.29.1.5>



## Aquatic Birds in High-Andean Lagoons of Southern Puracé National Natural Park, Colombia

### Abstract

Aquatic birds play a pivotal role in ecosystems but face threats from habitat loss and climate change. In Colombia, 280 species of aquatic bird species have been documented, with 61% classified as migratory. Despite this, data on these species within Puracé National Natural Park (PNN Puracé) is scarce. This study characterized the aquatic bird communities of La Magdalena and Cusiyaco lagoons in PNN Puracé and assessed spatial variation in species composition. The study was carried out during five field trips between 2021 and 2022, totaling 226 hours of observational sampling around the lagoons. Eleven species were recorded in La Magdalena Lagoon and seven in Cusiyaco Lagoon, which represent 4% and 3%, respectively, of the total aquatic bird species reported for Colombia. Notably, threatened species such as *Podiceps occipitalis*, *Oxyura jamaicensis*, and *Anas georgica* were observed, alongside boreal migratory species such as *Calidris minutilla*, *Tringa melanoleuca*, and *Tringa flavipes*. Behavioral patterns (feeding, nesting, and vocalization) and habitat use differed between lagoons. These findings provide a baseline for future research on the ecology and conservation research, highlighting the importance of these ecosystems as key biodiversity refuges, especially for aquatic birds restricted to high Andean ecosystems.

**Keywords:** protected areas, threatened birds, diversity, wetlands, Colombian Massif.

### Introducción

Las aves acuáticas juegan un papel esencial en los ecosistemas, contribuyendo a la dispersión de semillas, la regulación de poblaciones de insectos y el mantenimiento del equilibrio ecológico en los humedales (Avendaño et al., 2017). A nivel mundial, estas especies habitan diversos ecosistemas acuáticos, desde lagos y ríos hasta estuarios y manglares, sin embargo, enfrentan amenazas como la pérdida de hábitat, la contaminación, la introducción de peces exóticos y los efectos del cambio climático, lo que ha llevado a una disminución en sus poblaciones (Arzuza et al., 2008). Según Naranjo y Bravo (2006), la investigación sobre aves acuáticas en Colombia empezó con estudios aislados desde el siglo XIX (Robinson, 1895; Townsend, 1895) hasta los años 1920 (Allen, 1900a, 1900b; Chapman, 1917; Nicéforo-María, 1923; Todd y Carriker, 1922). El trabajo formal inició en los años 1930 con Murphy (1936), después, los avances fueron lentos, con aportes de Dugand (1947) y Borrero (1958) en especies marinas y de la familia Anatidae, respectivamente. A partir de 1980, la investigación creció rápidamente abordando diversas regiones y temáticas. En los años 90, la Asociación Calidris impulsó investigaciones principalmente en el litoral Pacífico, posteriormente la Estrategia Nacional para la Conservación de las Aves (ENCA), lanzada en 2000, fortaleció el campo, promoviendo nuevos estudios (Naranjo y Bravo, 2006).

Colombia posee un total de 1.969 especies de aves confirmadas (Echeverry-Galvis et al., 2022), esto lo ubica como el país con mayor diversidad de aves en el mundo (Avendaño et al., 2017), de las cuales 280 especies de aves son acuáticas, el 8% de estas son especies que están amenazadas a nivel nacional y el 6% están amenazadas a nivel global (Ruiz-Guerra y Cifuentes-Sarmiento, 2021). Las familias con mayor representación de especies son Scolopacidae (37 especies), Laridae (36 especies), Rallidae (29 especies), Anatidae (25 especies) y Ardeidae (24 especies) (Arzuza et al., 2008; Ayerbe-Quiñones, 2022). El 61% de las aves acuáticas en Colombia son especies migratorias (173 especies), 37 especies son errantes (13%), 21 son hipotéticas (7,5%) y el restante corresponde a aves acuáticas residentes (18,5%) (Ruiz-Guerra y Cifuentes-Sarmiento, 2021). En la región paramuna se tienen registros de aves acuáticas de las familias Anatidae (6 especies), Scolopacidae (6 especies), Rallidae (3 especies), Podicipedidae (2 especies), Cinclidae (1 especie), Charadriidae (1 especie) y Pandionidae (1 especie) (Córdoba-Córdoba, 2016; Delgado y Rangel, 2000).

De las áreas protegidas que pertenecen al Sistema de Parques Nacionales Naturales en Colombia, al menos 15 involucran hábitats importantes para las aves acuáticas, representados en los ecosistemas de humedales. Tal es el caso del Parque Nacional Natural Puracé (PNN Puracé), ya que presenta diversos complejos lagunares que son estratégicos para las aves acuáticas (PNN Puracé, 2019). Diversos estudios realizados en el PNN Puracé han contribuido a comprender la importancia ecológica de sus ecosistemas altoandinos y su avifauna terrestre. En 2010, Montezuma (2010) caracterizó la laguna de La Magdalena, identificando 75 especies de aves y evaluando los impactos antrópicos sobre este ecosistema. Ese mismo año, Morales (2010) evaluó el estado de conservación del cóndor andino en el Resguardo Puracé, resaltando la necesidad de fortalecer el trabajo comunitario. Posteriormente, Velasco (2018) analizó las interacciones entre aves frugívoras y plantas ornitócoras en el bosque altoandino, destacando su papel en la dispersión de semillas. Más recientemente, Loaiza (2024) estudió la diversidad de aves en los ecosistemas de páramo y bosque altoandino, registrando especies amenazadas y migratorias clave para la conservación. Sin embargo, la información que involucre investigaciones sobre la avifauna acuática presente en sus lagunas es muy limitada o no ha sido publicada.

Considerando lo anterior, se hace necesario obtener información sobre la comunidad de aves acuáticas del PNN Puracé. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue identificar la composición de la comunidad de aves acuáticas en las lagunas La Magdalena y Cusiyaco del PNN Puracé, evaluar si existía una posible variación espacial de esta comunidad en el área de estudio, describir aspectos comportamentales de las especies y compilar registros dispersos sobre las aves acuáticas registrados en otros cuerpos lagunares. De esta manera, se aporta la primera línea base en el conocimiento del estado actual de las aves acuáticas en dos lagunas de la zona sur del PNN Puracé, para la realización de futuras investigaciones en ecología y acciones de manejo para su conservación.

## Métodos

### Área de estudio

El PNN Puracé está localizado en el Macizo Colombiano, entre los departamentos del Cauca y el Huila, en la Cordillera Central de los Andes de Colombia. Este parque cuenta con una extensión de 91.843 ha, área que protege ecosistemas como las zonas nivales, páramos, bosques altoandinos y bosques andinos (Bonilla-Valencia et al., 2019; Hernández-Guzmán et al., 2011). Es considerado como una de las estrellas hídricas del país, ya que ahí nacen tres de los ríos más importantes de Colombia: Magdalena, Cauca y Caquetá (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2013).

Los registros de aves acuáticas se realizaron en dos ecosistemas lénticos del Macizo Colombiano en el PNN Puracé, las lagunas La Magdalena y Cusiyaco, las cuales se encuentran dentro de los sectores de manejo determinadas por el área protegida y que corresponden a Alto Magdalena y Alto Caquetá, respectivamente (Bonilla-Valencia et al., 2019) (Figura 1).

Estas lagunas fueron seleccionadas en el marco de un proyecto colaborativo más amplio entre la Fundación Universitaria de Popayán, la Universidad del Cauca, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y Parques Nacionales Naturales de Colombia. La selección respondió a la necesidad de información específica por parte de Parques Nacionales, lo que motivó la solicitud de autorización correspondiente para realizar los registros, contribuyendo a la base de datos sobre la biodiversidad acuática en el área protegida.

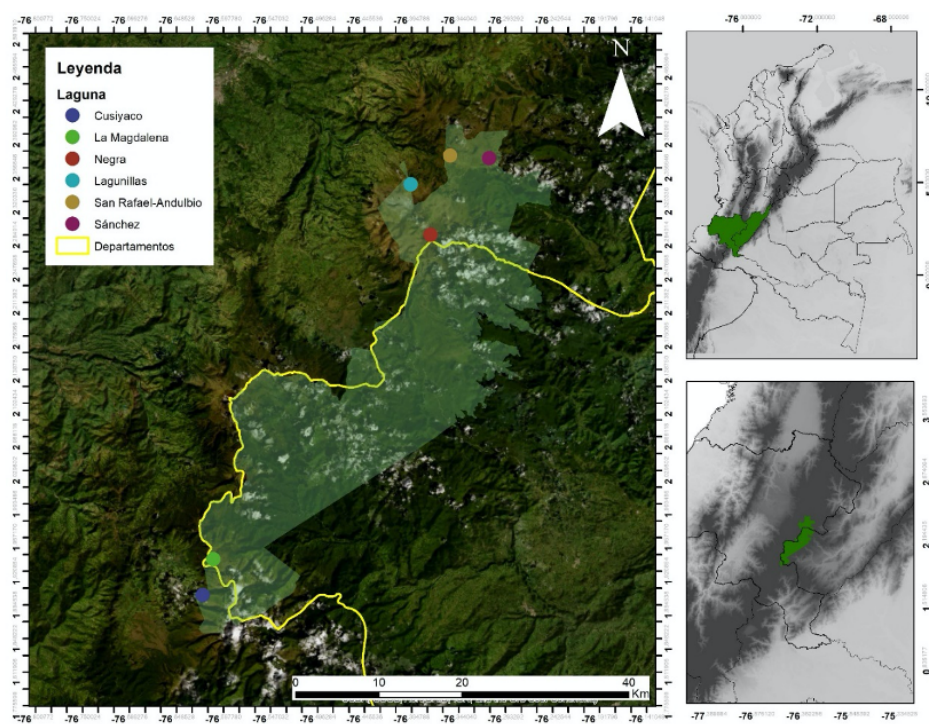
### Laguna La Magdalena

La laguna se localiza en 1°56'4.67»N - 76°36'31.06»O, con una altitud de 3.460 m, un perímetro de 1,21 km y un área de 7,77 ha, en el Páramo de las Papas en el municipio de San Agustín, Huila (Alfredo, 1978; Ocampo-G et al., 2022). La laguna yace sobre una gran planicie con vegetación circundante que incluye *Espeletia hartwegiana*, *Chusquea tessellata*, *Cortaderia columbiana* y pajonales (*Calamagrostis* spp.), especies típicas de la zona de páramo. Estos elementos vegetales desempeñan un papel fundamental en la estabilidad ecológica de la laguna, proporcionando hábitats esenciales para diversas especies de fauna y contribuyendo a la regulación hídrica del ecosistema (Cuatrecasas, 1958; Rangel, 2000).

### Laguna Cusiyaco

Se localiza en los 1°53'46.66»N - 76°37'14.01»O, con una altitud de 3.200 m, un perímetro de 2,16 km y un área y un área de 18,6 ha, en la vereda La Hoyola

del corregimiento de Valencia, municipio de San Sebastián, Cauca. Se encuentra asentada en un valle entre dos cuerpos montañosos, llamados Farallones de Cusiyoaco según el hermano Tomas Alfredo (1978). La laguna Cusiyoaco se caracteriza por su gran extensión y mayor profundidad en comparación con la laguna La Magdalena. Cuenta con un drenaje natural que la alimenta, favoreciendo el desarrollo de una densa vegetación de ciperáceas y juncos en la zona de ingreso del cuerpo de agua. Esta vegetación proporciona un hábitat ideal para diversas especies de aves acuáticas, registrándose un alto número de avistamientos en este sector. Además, en la laguna se ha registrado la presencia de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), una especie introducida en este ecosistema (Negret, 2001; Renjifo et al., 2016). Presenta zonas de bosque altoandino hacia las zonas con pendiente y páramo hacia la zona plana con la presencia de especies vegetales como *Pentacalia vaccinioides*, *Weinmannia mariquitae*, *Cortaderia nitida* y *Espeletia hartwegiana* (Rangel, 2000).



**Figura 1.** Ubicación de las lagunas La Magdalena y Cusiyoaco en el Parque Nacional Natural Puracé, Colombia.  
Fuente: G. A. Pisso-Flórez.

## Muestreo

Se realizaron cinco salidas de campo, una por mes, durante los meses de julio, agosto, octubre y diciembre de 2021, y marzo de 2022, a las lagunas La Magdalena y Cusiaco. Cada salida tuvo una duración de seis días continuos, con tres días efectivos de muestreo en cada laguna. Alrededor de cada laguna se realizaron observaciones libres que permitieron registrar las aves que se encontraban en el lugar, abarcando los espejos de agua, orillas y zonas de vegetación emergente (Bibby et al., 2000). Siguiendo la metodología propuesta por Naoki et al. (2014), se registraron todas las aves escuchadas y observadas dentro de los límites de las lagunas, por observación directa, con binoculares Vortex Diamonback (8x42); esto se realizó durante cinco horas por día, alternando los horarios de llegada para tener un rango amplio de muestreo (primer día de 07:00 a 12:00, segundo día de 10:00 a 15:00 y tercer día de 12:00 a 17:00). Además, se incluyeron registros esporádicos de aves acuáticas observadas y escuchadas en otros cuerpos lagunares (laguna San Rafael - Andulbio, laguna Sánchez, Lagunillas, y laguna Cerro Quilla) del PNN Puracé entre los años 2019 a 2023.

Para cada ave observada se registró localidad, hábitat donde se encontraba, fecha y hora, determinación taxonómica hasta especie, sexo, estado de desarrollo (polluelo, juvenil, subadulto, adulto), agrupación de individuos (solitario, en pareja o en grupo), estado de conservación (según IUCN y MADS), migración y comentarios adicionales de comportamiento y alimentación, según la metodología propuesta por Villarreal et al. (2006). Se tomaron fotografías de los individuos para obtener registros visuales que ayudaran a la identificación de las especies, las cuales se determinaron con la *Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana* (Ayerbe-Quíñones, 2022) y siguiendo la taxonomía descrita por SACC (Remsen et al., 2025). Las vocalizaciones se compararon con los audios de la plataforma Xeno-Canto (Website © 2005-2025 Xeno-canto Foundation) para complementar la identificación de las especies.

## Análisis de datos

Se elaboraron curvas de rarefacción y extrapolación a partir de la cobertura de muestra, lo que indica la proporción de la diversidad total (Chao y Jost, 2012; Maya-Girón et al., 2023). Este cálculo se realizó utilizando el paquete iNEXT (iNterpolation/EXTrapolation) (Chao et al., 2016), en el lenguaje de programación R (RStudio Team, 2025).

Para determinar si existió variación en las aves acuáticas entre las lagunas evaluadas, se calculó el índice de Jaccard; este análisis se llevó a cabo en el software estadístico Past 4.03 (Hammer et al., 2001). Los resultados se expresaron en un valor entre 0 y 1, donde 0 significa que las zonas no presentan especies en común y tiende a 1 a medida que aumenta el número de especies compartidas (Real y Vargas, 1996). Para el caso de los reportes incidentales en otros cuerpos lagunares, se describió la especie, la laguna donde fue observada, las coordenadas geográficas y la fecha de observación.

Resultados

Durante el periodo del muestreo sistemático, se registraron 11 especies para la laguna La Magdalena y 7 para Cusiyo. Adicionalmente, los registros esporádicos en otros cuerpos lagunares de alta montaña permitieron identificar 6 especies en la laguna San Rafael - Andulbio, 5 en la laguna Sánchez, 2 en Lagunillas, y 1 especie en la laguna Cerro Quilla (Tabla 1).

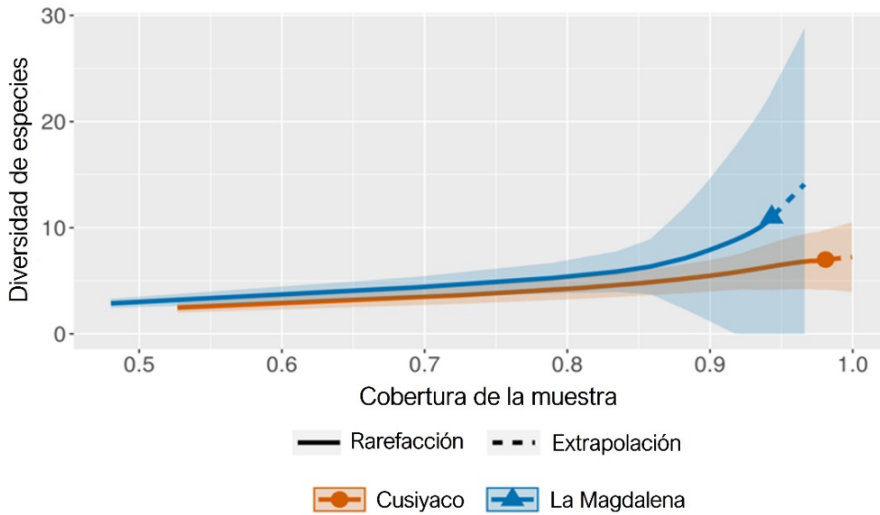
Tabla 1. Aves acuáticas registradas por laguna

| Orden            | Familia           | Especie                               | IUCN<br>(2025) | MADS<br>(2024) | Lagunas |    |    |    |    |    |
|------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------|----------------|---------|----|----|----|----|----|
|                  |                   |                                       |                |                | Cu      | LM | SR | Sa | Lg | CQ |
| Anseriformes     | Anatidae          | <i>Anas georgica</i>                  | LC             | VU             | Sí      | Sí | Sí | Sí | No | No |
|                  |                   | <i>Anas andium</i>                    | LC             | -              | Sí      | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí |
|                  |                   | <i>Oxyura<br/>jamaicensis</i>         | LC             | EN             | Sí      | Sí | Sí | Sí | No | No |
|                  |                   | <i>Spatula discors</i>                | LC             | LC             | No      | No | Sí | No | No | No |
| Podicipediformes | Podicipedidae     | <i>Podiceps<br/>occipitalis</i>       | LC             | CR             | Sí      | Sí | No | Sí | No | No |
| Charadriiformes  | Scolopacidae      | <i>Calidris<br/>minutilla</i>         | NT             | -              | No      | Sí | No | No | No | No |
|                  |                   | <i>Calidris<br/>bairdii</i>           | LC             | LC             | No      | No | No | No | Sí | No |
|                  |                   | <i>Gallinago<br/>jamesoni</i>         | LC             | -              | No      | Sí | No | No | No | No |
|                  |                   | <i>Gallinago<br/>nobilis</i>          | NT             | -              | Sí      | Sí | Sí | Sí | No | No |
|                  |                   | <i>Tringa<br/>melanoleuca</i>         | NT             | -              | No      | Sí | No | No | No | No |
|                  |                   | <i>Tringa<br/>flavipes</i>            | VU             | -              | No      | Sí | No | No | No | No |
| Suliformes       | Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax<br/>brasiliensis</i> | LC             | -              | Sí      | Sí | Sí | No | No | No |
| Pelecaniformes   | Ardeidae          | <i>Ardea alba</i>                     | LC             | -              | Sí      | Sí | No | No | No | No |

Nota. LC: Preocupación Menor, NT: Casi Amenazada, VU: Vulnerable, EN: En peligro, CR: Peligro Crítico. Cu: Laguna Cusiyo, LM: Laguna La Magdalena, SR: Laguna San Rafael - Andulbio, Sa: Laguna Sánchez, Lg: Lagunillas, CQ: Laguna Cerro Quilla.  
Fuente: Autores

## Diversidad de aves acuáticas

Teniendo en cuenta la curva de interpolación y extrapolación, basada en la cobertura de la muestra, la representatividad del muestreo fue de 0,98 (98%) para la laguna Cusi-yaco y 0,94 (94%) para La Magdalena, es decir, que la comunidad muestreada en ambas lagunas fue representativa de la riqueza total presente (Villarreal et al., 2006) (Figura 2).



**Figura 2.**

Curva de interpolación (rarefacción) y extrapolación, basada en la diversidad observada (línea continua) y esperada (línea discontinua), indicando la cobertura de la muestra.

Fuente: Autores.

Por otra parte, según el índice de Jaccard (0,63636364), se deduce que la laguna Cusi-yaco y la laguna La Magdalena presentan una similitud del 63,6%. Esto se debe principalmente a que ambas lagunas comparten siete especies: *A. georgica*, *A. andium*, *O. jamaicensis*, *P. occipitalis*, *G. nobilis*, *P. brasiliensis* y *A. alba*, de las 11 especies registradas en total.

### Anatidae Leach, 1820

Se observó a los individuos nadando constantemente en las lagunas, generalmente cerca del borde en el caso de *A. andium* (Figura 3A) y *A. georgica*, asociándose a la vegetación emergente, mientras que *O. jamaicensis* se desplazó principalmente por todo el espejo de agua. En algunas ocasiones, los individuos realizaron vuelos cortos para trasladarse de un extremo a otro de la laguna; sin embargo, no se

registraron vuelos en *O. jamaicensis*. Durante el forrajeo, sumergieron la cabeza y el pico en el agua por aproximadamente 10 segundos, manteniendo la cola elevada e impulsándose con las patas. También realizaron movimientos laterales con la cabeza en busca de alimento. *A. andium* y *A. georgica* se observaron en parejas la mayor parte del tiempo, mientras que *O. jamaicensis* formó grupos con individuos de su misma especie y con otras especies. Tanto *A. andium* como *O. jamaicensis* emitieron vocalizaciones y llamados de alerta, caracterizados por sonidos cortos, repetitivos y de alta intensidad. En noviembre de 2021 se registró un individuo juvenil de *A. andium* que, además de nadar, realizaba vuelos cortos acompañado de dos adultos de su misma especie. Asimismo, se observaron individuos de *A. georgica* anidando entre la vegetación emergente, compuesta por chusque (*C. tessellata*) y pajonal (*Calamagrostis effusa*). En marzo de 2019 se registraron dos individuos forrajeando en la laguna ubicada cerca al Cerro Quilla sobre la cadena volcánica Los Kokonukos, y en octubre de 2020 se observaron dos individuos en la laguna ubicada en la margen izquierda de la vía que conduce hacia el volcán Puracé, en el sector denominado Lagunillas. También se registró un individuo de la especie migratoria *S. discors* en el mes de marzo de 2019, el cual se encontraba forrajeando junto a individuos de las especies *A. andium* y *A. georgica*.

### **Podicipedidae Fürbringer, 1888**

Los individuos de *P. occipitalis* (Figura 3B) fueron observados nadando constantemente en la laguna La Magdalena, tanto en pareja como en grupos de su misma especie. No se registraron vuelos en esta especie. Durante el forrajeo, inclinaban la cabeza cerca de la superficie del agua y se zambullían repetidamente, con inmersiones de aproximadamente 40 segundos. Emitían vocalizaciones cortas, repetitivas y poco perceptibles, principalmente en días nublados. Entre agosto y octubre de 2021 se documentaron eventos de cortejo, apareamiento y anidación en dos parejas de esta especie. En agosto de 2021 se registró un nido sobre el pajonal y el chusque del borde de la laguna, mientras que en octubre de 2021 se observó otro nido en forma de montículo construido con plantas emergentes (Cyperaceae y *C. tessellata*). En diciembre de 2021 se avistaron tres individuos adultos junto a un polluelo dentro de la laguna La Magdalena (Ocampo-G et al., 2022). Durante sus desplazamientos, los adultos forrajearon activamente alrededor de toda la laguna, sumergiéndose en busca de alimento, mientras que el polluelo los seguía sin realizar inmersiones. Esta especie solo fue registrada en la laguna La Magdalena entre abril y diciembre de 2021. Sin embargo, en marzo de 2022 se observó un individuo en la laguna Cusiyaco, forrajeando cerca del borde norte, y el 9 de marzo de 2022 se detectó un individuo forrajeando en la laguna Sánchez, aproximadamente por dos horas.

### **Scolopacidae Rafinesque, 1815**

*C. minutilla* fue registrado en el borde entre la vegetación de ciperáceas, donde se observó forrajeando y alimentándose; además, se le avistó sobrevolando la laguna mientras emitía vocalizaciones cortas, fuertes y repetitivas. *G. nobilis* y *G. jamesoni* (Figura 3C) realizaron vuelos cortos en la zona inundable del páramo, cerca de las lagunas. *G. nobilis* emitió fuertes vocalizaciones durante cada vuelo, mientras que *G. jamesoni* se alimentó introduciendo su largo pico en el fango, realizaba movimientos constantes en busca de pequeños invertebrados. *T. melanoleuca* y *T. flavipes*, al igual que *C. minutilla*, fueron registradas en el borde de la laguna, entre la vegetación, donde forrajearon y se alimentaron; *T. melanoleuca* realizó vuelos cortos para desplazarse de un borde de la laguna al otro, en cada vuelo emitiendo vocalizaciones fuertes y repetitivas; en contraste, *T. flavipes* no fue observada volando ni vocalizando. Por otra parte, *C. bairdii* fue registrada en el borde de la laguna izquierda en la zona denominada Lagunillas, alrededor de la vía que conduce a la base militar del volcán Puracé, forrajeando sobre un sustrato fangoso. Todos los individuos de esta familia fueron registrados en solitario en cada observación.

### **Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849**

*P. brasiliensis* (Figura 3D) fue observado en la laguna Cusiyaco en solitario entre abril y agosto de 2021, con registros de un individuo adulto. A partir de octubre de 2021, se documentó la presencia de grupos de cuatro a cinco individuos juveniles y subadultos, que permanecían cerca unos de otros la mayor parte del tiempo. Estos individuos alternaban entre nadar y bucear en busca de alimento, con inmersiones de aproximadamente 30 segundos. El resto del tiempo fueron observados posados sobre troncos en medio de la laguna o en sus orillas, donde tomaban “baños de sol”. También realizaron vuelos cortos para desplazarse dentro de la laguna, pero en ninguna ocasión se les vio salir del cuerpo de agua ni emitir vocalizaciones. Entre abril y diciembre de 2021, la especie solo fue registrada en la laguna Cusiyaco. Sin embargo, en marzo de 2022 se observó un individuo en la laguna La Magdalena, que llegó volando y comenzó a forrajear en el área. En la laguna San Rafael se registró esta especie en las visitas realizadas en 2021 y 2023.

### **Ardeidae Reichenbach, 1849**

Los individuos de *A. alba* (Figura 3E) fueron registrados únicamente en julio de 2021. En la laguna La Magdalena se observaron sobrevolando el páramo y el cuerpo de agua, mientras que en Cusiyaco fueron avistados en el borde de la laguna, donde se alimentaron a lo largo del período de muestreo. En ambas localidades la especie fue observada en grupo.



**Figura 3.** Aves acuáticas registradas. A: *Anas andium* Sclater y Salvin, 1873. B: *Podiceps occipitalis* Garnot, 1826. C: *Gallinago jamesoni* Jardine y Bonaparte, 1855. D: *Phalacrocorax brasilianus* Gmelin, 1789. E: *Ardea alba* Linnaeus, 1758. Fotos: D. V. Ocampo-G.

## Discusión

De las 13 especies registradas en total, las 11 especies encontradas en la laguna La Magdalena equivalen al 4% del total de aves acuáticas reportadas para Colombia (280 especies según Ruiz-Guerra y Cifuentes-Sarmiento, 2021), mientras que las siete especies registradas en Cusiyaco corresponden al 3%. Teniendo en cuenta que el esfuerzo de muestreo es representativo para las dos lagunas muestreadas sistemáticamente, se pueden hacer inferencias sobre las respuestas de las aves a la zonificación en el sitio de estudio, lo que demuestra la importancia de hacer registros durante más de un año, esto concuerda con Berumen et al. (2017), quienes reconocieron que un muestreo menor a un año podría no ser suficiente para determinar el número de las especies, puesto que varía de un año a otro, especialmente en algunas familias.

En comparación con la diversidad de aves acuáticas registrada a nivel nacional, que abarca una amplia variedad de ecosistemas como humedales costeros, manglares, ríos de llanura

y cuerpos de agua tropicales (Arzuza et al., 2008), la avifauna altoandina presenta una menor diversidad absoluta, pero una mayor especialización ecológica. Mientras que los ecosistemas acuáticos tropicales y subtropicales de Colombia albergan un elevado número de especies, muchas de ellas migratorias o asociadas a grandes extensiones de humedales (Naranjo y Bravo, 2006), los lagos y humedales de alta montaña se caracterizan por una baja riqueza específica. No obstante, estos ecosistemas albergan especies endémicas o amenazadas, cuya persistencia depende de factores ambientales locales y del paisaje que determinan la disponibilidad y calidad del hábitat (Rosselli y Stiles, 2012). Esta particularidad resalta la importancia estratégica de los sistemas acuáticos altoandinos para la conservación de aves especializadas y de distribución restringida.

Los registros de las especies por cada laguna brindan información relacionada a sus preferencias de hábitat. Las aves acuáticas, al tener adaptaciones morfológicas para alimentarse (Cody, 1985), están limitadas según la profundidad del agua, ya que cada especie tiene su propia preferencia de profundidad para la alimentación (Elphick y Oring, 2003). Colwell y Taft (2000) afirmaron que el número de aves acuáticas, patos y playeros aumenta en los humedales poco profundos, mientras que el número de especies nadadoras aumenta en los humedales profundos. Lo que concuerda con lo registrado en campo, mayor riqueza de especies de patos y aves playeras en la laguna La Magdalena y mayor riqueza de especies de aves nadadoras en Cusiyaco, la cual es más profunda.

Seis de las 11 especies son habitantes permanentes de ambientes acuáticos (*A. georgica*, *A. andium*, *O. jamaicensis*, *P. occipitalis*, *P. brasiliensis* y *S. discors*), cinco de ellas se localizan en los bordes de las lagunas (*C. bairdii*, *C. minutilla*, *T. melanoleuca*, *T. flavipes* y *A. alba*) y las dos especies restantes se mueven entre la vegetación dominada por frailejones, chuscales y cortaderas alrededor de los humedales (*G. jamesoni* y *G. nobilis*). Esto concuerda con la propuesta de Vuilleumier (1970) para los páramos del norte de Suramérica; las aves presentes en los páramos, pueden ser aves de pastizales, de matorrales abiertos y de bordes de bosques; también pueden ser aves acuáticas que viven en lagunas y en los bordes de las lagunas.

No obstante, la laguna Cusiyaco es la más grande en el área de estudio y presentó menor diversidad en especies que la laguna La Magdalena, lo cual no es coherente con la afirmación de Craig y Beal (1992), donde mencionan que las lagunas de mayor tamaño suelen presentar una mayor diversidad, mientras que lagunas más pequeñas son menos diversas. Esto puede atribuirse a la topografía encañonada de la laguna Cusiyaco y a la presencia de la especie invasora trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), según lo observado en campo, mientras que La Magdalena, al estar en una posición expuesta, presenta heterogeneidad vegetal, lo que ofrece a las aves una densa vegetación acuática sumergida, presencia de vegetación emergente y bordes con extensos pastizales; por ello, es factible inferir que cuenta con gran abundancia de macroinvertebrados. Además, el estrato arbustivo es continuo, lo que favorece de

manera significativa la movilidad y crea diversos microhábitats donde se suplen los requerimientos reproductivos como la nidificación y cría de la avifauna paramuna (Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, 2012).

Para complementar, la familia Scolopacidae presentó la mayor riqueza, lo que apoya la propuesta de Arzuza et al. (2008), donde mencionan que estas aves acuáticas son las de mayor diversidad en Colombia. Así mismo, de las cinco especies de esta familia, cuatro son de hábitos migratorios (*C. bairdii*, *C. minutilla*, *T. melanoleuca* y *T. flavipes*), como se mencionó anteriormente, y prefieren los bordes de laguna para realizar distintas actividades como alimentación, refugio y descanso. Con relación a la familia Anatidae, el utilizar una amplia oferta de ambientes acuáticos permite que estas especies sean las aves acuáticas más comunes en las lagunas de páramos (Salamanca et al., 2008). Por otro lado, la familia que presentó menor riqueza para la comunidad fue Ardeidae, la cual está representada por una sola especie, producto quizás de una menor oferta trófica que se encuentra en este tipo de hábitat y menor adaptación a estos ambientes (Salamanca et al., 2008).

Teniendo en cuenta la similitud que arrojó el índice de Jaccard, el número de especies registrado en cada laguna no es totalmente diferente, pasando de 11 en La Magdalena y siete especies en la laguna Cusiyaco, esas siete especies residentes son las que se comparten en ambas lagunas. Sin embargo, se podría decir que la riqueza de especies de la comunidad de aves en la laguna La Magdalena fue alta, pues presentó 11 especies de 11, entre estas: *A. georgica*, *O. jamaicensis* y *P. occipitalis* que se encuentran en categorías de amenaza a nivel nacional: VU, EN y CR, respectivamente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024; Renjifo et al., 2016), y que son exclusivas de lagunas en ecosistemas altoandinos (Ayerbe-Quiñones, 2022). También se registraron especies migratorias boreales: *C. bairdii*, *C. minutilla*, *T. melanoleuca* y *T. flavipes*, las cuales se desplazan entre septiembre y abril desde Norteamérica hacia el Neotrópico en busca de alimento y refugio (Ayerbe-Quiñones, 2022) y fueron observadas únicamente en esta laguna. Aunque para estas últimas cuatro especies se obtuvo un solo registro por cada una, lo cual se debe a varios factores, la visibilidad en la zona de estudio en ocasiones se dificultó, debido a las condiciones climáticas y a que las especies asociadas a los bordes de humedales son de mucho menor tamaño que las especies netamente acuáticas, lo cual las hace difíciles de detectar en campo.

La heterogeneidad ambiental que se presenta en la laguna La Magdalena proporciona sitios de alimentación y descanso para muchas especies de aves acuáticas, principalmente migratorias (Hamza et al., 2015). Futuros estudios deben evaluar los efectos de otras variables, como la vegetación y los nutrientes, y determinar en qué medida los cambios en las poblaciones de aves están relacionados con cambios limnológicos (Green y Figuerola, 2003) o con disturbios antrópicos en el sitio. Además, el hecho de encontrar especies amenazadas de extinción facilita la

identificación y priorización de las especies a conservar, así como de sus ecosistemas; esto permite generar diferentes frentes de acción como educación ambiental, seguimiento y monitoreo de las especies, creación o actualización de planes de manejo de los valores objeto de conservación (VOC) y mitigación de amenazas con el control o erradicación de especies exóticas (Estades, 2004).

En este estudio, dos especies son consideradas como de alta prioridad (*O. jamaicensis* y *P. occipitalis*), teniendo en cuenta, además de su categoría de amenaza a nivel nacional, su hábitat restringido a zonas altas como páramo, indicando que la conservación de las lagunas es clave para el mantenimiento de las poblaciones. Se destaca el rol fundamental del PNN Puracé (Ocampo-G et al., 2022) en la conservación de las poblaciones de estas especies, principalmente *P. occipitalis*, la cual cuenta con registros históricos desde hace más de 35 años en las lagunas de Cusiyaco, San Rafael y Sánchez (Negret, 2001), donde para esta última laguna las observaciones realizadas han reportado solamente un individuo en 1989 (Negret, 1997) y en 2022, donde otros individuos podrían estar habitando este complejo lagunar de aproximadamente 42 lagunas de difícil acceso.

La riqueza específica descrita en este trabajo refleja que áreas pequeñas en páramos, con presencia de cuerpos de agua y con vegetación en buen estado de conservación, contribuyen de manera significativa a la conservación de la diversidad de la avifauna, ya que las aves actúan como dinamizadores de la sucesión ecológica y participan en el mantenimiento de los ecosistemas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2002). Por lo tanto, los resultados aquí expuestos representan información actualizada sobre las aves acuáticas de las lagunas del PNN Puracé, especialmente La Magdalena y Cusiyaco.

## Conclusiones

La riqueza registrada en este estudio indica buena representatividad en la comunidad de aves total del área de muestreo, teniendo en cuenta que la diversidad en ecosistemas de páramo tiende a ser baja, puesto que pocas especies pueden soportar sus condiciones extremas. Ahora bien, que la laguna La Magdalena tenga mayor diversidad de especies es debido a la heterogeneidad vegetal que ofrece (vegetación acuática sumergida, vegetación emergente y bordes con extensos pastizales), tal como se observó en campo. Por otro lado, las especies más vulnerables a las transformaciones del hábitat son *O. jamaicensis* y *P. occipitalis*, convirtiéndolas en especies de alta prioridad para su conservación, esto debido principalmente a que son especies con alta especificidad de hábitat restringido a lagunas altoandinas y a su preocupante categoría de amenaza a nivel nacional. Finalmente, estos resultados son una línea base para la posible formulación de un programa de educación ambiental en las comunidades campesina e indígena de la zona, además de la comunidad científica, el cual permita el reconocimiento de las especies y su importancia.

## Agradecimientos

Agradecemos al programa de Ecología de la Fundación Universitaria de Popayán por su apoyo logístico, financiero y técnico en el marco del proyecto “Línea base ambiental para determinar el estado ecológico de dos ecosistemas lénticos Valor Objeto de Conservación del PNN Puracé” que contó con aval de investigación de Parques Nacionales Naturales a través del memorando “20202000003093” del 21 de mayo de 2020. Al equipo del PNN Puracé, especialmente a Carlos Becerra, Doris Rojas, Gustavo Papamija, Faber Jiménez y Jair Álvarez por su acompañamiento en las actividades de campo. A Isaac Bedoya Dorado, jefe del PNN Puracé por su apoyo en la realización de las diferentes visitas a campo. Al resguardo indígena Papallaqta que permitió el ingreso a su territorio sagrado. A Luis Germán Gómez Bernal por el asesoramiento. A Karen Matabanchoy y Gabriel Loaiza por su ayuda en las salidas de campo. Al Grupo de Estudios en Geología, Ecología y Conservación (GECO), al Semillero de Investigación en Geología, Ecología y Conservación (ASIO) y al Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca por el asesoramiento y el apoyo en las salidas de campo.

## Referencias

- Alfredo, H. T. (1978). El Macizo Colombiano, arca limnológica de Colombia. *Sociedad Geográfica de Colombia*, 33(113).
- Allen, J. A. (1900a). List of birds collected in the district of Santa Marta, Colombia, by Mr. Herbert H. Smith. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 13, 117-184.
- Allen, J. A. (1900b). North American birds collected at Santa Marta – Colombia. *Auk*, 17, 363-367.
- Arzuza, D. E., Moreno, M. I. y Salaman, P. (2008). Conservación de las aves acuáticas en Colombia. *Conservación Colombiana*, 6, 1-72.
- Avendaño, E. J., Bohórquez, C. I., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F. A., Cuervo, A. M. y Renjifo, L. M. (2017). Lista de Chequeo de las Aves de Colombia: Una Síntesis del Estado del Conocimiento desde Hilty y Brown (1986). *Ornitología Colombiana*, (16), 1-83.
- Ayerbe-Quinones, F. (2022). *Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana* (Tercera ed.). Wildlife Conservation Society - Colombia, Punto Aparte.
- Berumen, S. A., Maimone, C. M., Villordo, G. J., Olivera, A. C. y González, O. J. (2017). Cambios Temporales de la Avifauna Acuática en el Sitio Ramsar “Presa de Valsequillo”, Puebla, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 18(2), 202-211.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A. y Mustoe, S. (2000). Bird census techniques. Academic Press.
- Bonilla-Valencia, J., Roncancio-Duque, N. y Pisso-Flórez, G. A. (2019). Portafolio de Proyectos de Investigación del Parque Nacional Natural Puracé. Documento adjunto al Plan de Manejo 2020-2024 del PNN Puracé. Dirección Territorial Andes Occidentales, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Popayán-Cauca.
- Borrero, J. I. (1958). Aves de Caza Colombianas, parte Anatidae. *Universidad Nacional de Colombia, Órgano de la Institución*, 23, 111-188.
- Chao, A. y Jost, L. (2012). Coverage-based Rarefaction and Extrapolation: Standardizing Samples by Completeness Rather than Size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chao, A., Ma, K. H. y Hsieh, T. C. (2016). iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. Programa y Guía del Usuario. [http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software\\_download/inext-online/](http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/)
- Chapman, F. M. (1917). The distribution of bird-life in Colombia; a contribution to a biological survey of South America. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 36, 1-729.
- Cody, M. L. (1985). *Habitat Selection in Birds*. Academic Press.
- Colwell, M. A. y Taft, O. W. (2000). Waterbird Communities in Managed Wetlands of Varying Water Depth. *Waterbirds*, 23, 45-55.
- Córdoba-Córdoba, S. (2016). Aves en páramos de Colombia: características ecológicas de acuerdo a grupos de dieta y peso corporal. *Biota Colombiana*, 17 (Suplemento 2 - Páramos), 77-102. <https://doi.org/10.21068/C2016v17s02a05>
- Craig, R. J. y Beal, K. G. (1992). The Influence of Habitat Variables on Marsh Bird Communities of the Connecticut River Estuary. *Wilson Bulletin*, 104, 295-311.
- Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la Vegetación Natural de Colombia. *Trabajos Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Botánica*, 27, 1-144.
- Delgado, A. C. y Rangel, J. O. (2000). Fauna, aves. En J. O. Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica III, La región de vida paramuna de Colombia* (pp. 629-644). Universidad Nacional de Colombia.
- Dugand, A. (1947). Aves Marinas de las Costas e Islas Colombianas. *Caldasia*, 4(19), 379-398.
- Echeverry-Galvis, M. A., Acevedo-Charry, O., Avendaño, J. E., Gómez, C., Stiles, F. G., Estela, F. A. y Cuervo, A. M. (2022). Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado. *Ornitología Colombiana*, 22, 25-51.
- Elphick, C. S. y Oring, L. W. (2003). Conservation implications of flooding rice fields on winter waterbird communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 94, 17-29.
- Estades, C. (2004). Estrategia Nacional para la Conservación de las Aves. Universidad de Chile, programa de estudios en biodiversidad. Chile.

- Green, A. J. y Figuerola, J. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. En M. Paracuellos (Ed.), *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (pp. 47-60). Instituto de Estudios Almeriense, Almería.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1-9.
- Hamza, F., Hammouda, A. y Selmi, S. (2015). Species Richness Patterns of Waterbirds Win-tering in the Gulf of Gabès in Relation to Habitat and Anthropogenic Features. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 165, 254-260.
- Hernández-Guzmán, A., Payán, E. y Monroy-Vilchis, O. (2011). Hábitos Alimentarios del *Puma concolor* (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Natural Puracé, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1285-1294. <https://doi.org/10.15517/rbt.v0i0.3399>
- Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. (2012). Caracterización Ecológica y Sociocultural del Páramo de Frontino o del sol. Quibdó, Colombia.
- IUCN. (2025). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. <https://www.iucnredlist.org>. ISSN 2307-8235.
- Loaiza, F. G. H. (2024). *Diversidad de aves en dos ecosistemas altoandinos del sector Alto Magdalena – Parque Nacional Natural Puracé – Colombia* [trabajo de grado]. Universidad del Cauca, Colombia. .Maya-Girón, A. M., Becoche-Mosquera, J. M. y Gómez-Bernal, L. G. (2023). Aves Frugívoras de un Bosque Subandino en Proceso de Restauración del Parque Nacional Natural Munchique. *Biota Colombiana*, 24(1), e1097. <https://doi.org/10.21068/2539200X.1097>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2002). *Páramos, Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña Colombiana*. Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). Resolución 0126 del 6 de febrero de 2024. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera, se actualiza el comité coordinador de categorización de las especies silvestres amenazadas en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones”. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/02/Resolucion-0126-de-2024.pdf>
- Montezuma, C. M. F. (2010). *Aproximación al conocimiento de la estructura del ecosistema laguna de La Magdalena (PNN-Puracé) e identificación de posibles tensores relevantes sobre sus componentes e interrelaciones* [trabajo de grado]. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. Morales, C. M. A. (2010). *Evaluación del estado actual de los cóndores andinos (Vultur gryphus) liberados en el Resguardo Puracé – Cauca – Colombia* [trabajo de grado] Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/7680>
- Murphy, R. C. (1936). *Oceanic Birds of South America*. The American Museum of Natural History, MacMillan Co.
- Naoki, K., Landivar, C. M. y Gómez, M. I. (2014). Monitoreo de las aves para detectar el cambio de la calidad ecosistémica en los bofedales altoandinos. *Ecología en Bolivia*, 49(3), 73-83. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1605-25282014000300007&lng-es&tlng-es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282014000300007&lng-es&tlng-es)
- Naranjo, L. y Bravo, G. (2006). Estado del conocimiento sobre aves acuáticas en Colombia. En M. Chaves y M. Santamaría (Eds.), *Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004* (tomo II, pp. 214-224). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Negret, A. J. (1997). Notas sobre la aifauna del suroccidente colombiano. *Novedades colombianas*, 7, 45-50.
- Negret, A. J. (2001). *Aves en Colombia amenazadas de extinción*. Editorial Universidad del Cauca, Serie estudios de la naturaleza.
- Nicéforo-María, H. (1923). Las charadriiformes del Museo del Instituto de La Salle. *Boletín Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales*, 12(72), 321-339.
- Ocampo-G, D. V., Pisso-Flórez, G. A., Muñoz-Nates, C. S., Angulo-Ortiz, D., Matabanchoy-C, K., Ibagón, N. y Gómez, L. G. (2022). Observaciones sobre apareamiento y anidación del Zambullidor plateado (*Podiceps occipitalis juninensis*) en el Parque Nacional Natural Puracé – Colombia. *Ornitología Colombiana*, 22, 70-75. <https://doi.org/10.59517/oc.e552>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2013). *Plan de Manejo - Parque Nacional Natural Puracé*. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/ParquePurace.pdf>
- Parque Nacional Natural Puracé. (2019). *Plan de Manejo 2020-2024*. Dirección Territorial Andes Occidentales, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Popayán-Cauca.
- Rangel, J. (2000). *Colombia diversidad biótica III: La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Editorial Unibiblos.
- Real, R. y Vargas, J. M. (1996). The Probabilistic Basis of Jaccard's Index of Similarity. *Systematic Biology*, 45(3), 380-385. [https://www.researchgate.net/profile/Raimundo\\_Real/publication/239604848\\_The\\_Probabilistic\\_Basis\\_of\\_Jaccard's\\_Index\\_of\\_Similarity/links/0c9605268d8ff04ab1000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Raimundo_Real/publication/239604848_The_Probabilistic_Basis_of_Jaccard's_Index_of_Similarity/links/0c9605268d8ff04ab1000000.pdf)
- Remsen, J. V., Jr., Cadena, C. D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J. F., Robbins, M. B., Schulenberg, T. S., Stiles, F. G., Stotz, D. F y Zimmer, K. J. (2025). *Version [2025]. A Classification of the Bird Species of South America*. American Ornithologists Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, A. M., Burbano-Girón, J. y Velásquez-Tibatá, J. (2016). *Libro Rojo de Aves de Colombia. Vol. 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.
- Robinson, W. (1895). *A Flying trip to the tropics (a recorder of an ornithological visit to the United States of Colombia, South America and to the island of Curacao, West Indies in the year 1892)*. Riverside Press, Cambridge.
- Rosselli, L. y Stiles, F. G. (2012). Local and landscape environmental factors are important for the conservation of endangered wetland birds in a high Andean plateau. *Waterbirds*, 35(3), 453-469.
- RStudio Team. (2025). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. RStudio, PBC, Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>
- Ruiz-Guerra, C. y Cifuentes-Sarmiento, Y. (2021). *Aves Acuáticas de Colombia*. Asociación Calidris.
- Salamanca, J., Botia, J. y Ardila, A. (2008). Aves del Páramo de Siscunci. Asociación para la investigación y conservación de la vida silvestre neotropical. Boyacá.
- Todd, W. E. C. y Carrier, Jr. M. A. (1922). The birds of the Santa Marta region of Colombia: a study in altitudinal distribution. *Annals of the Carnegie Museum*, 14, 1-611.
- Townsend, C. H. (1895). Birds from Cocos and Malpelo islands, with notes on Petrels obtained at sea. *Harvard: of Bulletin of the Museum Comparative Zoology*, 27, 121-126.

- Velasco, S. K. G. (2018). *Determinación de las interacciones entre las aves frugívoras y las plantas ornitócoras del bosque alto andino en el sector sur del Parque Nacional Natural Puracé – Cauca* [trabajo de grado]. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/4344>
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. En *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (Segunda ed., pp. 185-226). Programa de Inventarios de Biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Vuilleumier, F. (1970). Insular Biogeography in Continental Regions. The northern Andes of South America. *Amer. Natur.*, 104, 373-388.
- Xeno-Canto. (2025). Compartiendo Cantos de Aves de Todo el Mundo [en línea (Website © 2005-2024 Xeno-canto Foundation)]. <https://www.xeno-canto.org/>