

# Actualización, sistematización y estimación del índice de salud de la Colección de Peces del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia

Jose J. Henao-Osorio<sup>1</sup>, Yenny A. Valencia-Bedoya<sup>2</sup>, Yesica Velásquez-Duque<sup>3</sup>, Héctor E. Ramírez-Chaves<sup>4</sup>


## Resumen

**Objetivos:** actualizar, sistematizar y evaluar el estado de la Colección de Peces (Ictiología) del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas (MHN-UCa). **Alcance:** identificar fortalezas y debilidades en el proceso de curaduría de la colección para evitar su deterioro y garantizar su permanencia. **Metodología:** en primer lugar, se revisaron 467 lotes de peces, la información de los ejemplares se ordenó y sistematizó según los estándares de Darwin Core. Además, se calculó el Índice de Salud de la Colección (ISC) para 467 lotes y, por último, se realizó una revisión bibliográfica con el fin de identificar artículos que citaran ejemplares depositados en la colección. **Principales resultados:** la colección está constituida por 756 individuos, agrupados en 467 lotes, distribuidos en 8 órdenes, 30 familias, 66 géneros y 86 especies. El orden más representativo fue Characiformes con 187 registros y 37 especies. En su mayoría, los registros provienen de los departamentos de Cesar (219) y Caldas (141), sin embargo, hay algunos registros de los departamentos de Amazonas, Antioquia, Arauca, Atlántico, Cundinamarca, Meta, Putumayo, Risaralda y Tolima. El resultado del ISC final realizado en 2022 fue del 80,93%, lo que indica que la colección cuenta con buenas condiciones de almacenamiento e identificación de los especímenes ingresados. **Conclusiones:** actualmente la colección de peces del MHN-UCa se encuentra en buen estado, no obstante, es importante promover la recolección y conservación de ejemplares de peces dulceacuícolas en la colección, además de incentivar la investigación y publicación de resultados que hayan empleado los ejemplares depositados en el MHN-UCa.


**Palabras Clave:** Andes colombianos, colecciones biológicas, conservación, peces dulceacuícolas.

\*FR: 7-IV-22. FA: 24-V-22


<sup>1</sup> Programa de Biología, Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, Colombia. E-mail: jjhenao97@gmail.com.

 0000-0002-8618-8539 **Google Scholar**


<sup>2</sup> Bióloga, Universidad de Caldas. Calle 65 # 26-10, Cód. Postal 170004, Manizales, Colombia. E-mail: yennyandrea.valencia@gmail.com.

 0000-0001-8163-9954 **Google Scholar**

<sup>3</sup> Bióloga, Universidad de Caldas. Calle 65 # 26-10, Cód. Postal 170004, Manizales, Colombia. E-mail: yesi.duquevela@gmail.com.

 0000-0002-7142-1211 **Google Scholar**

<sup>4</sup> Departamento de Ciencias Biológicas y Centro de Museos, Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas, Calle 65 # 26-10, Cód. Postal 170004, Manizales, Colombia. E-mail: hector.ramirez@ucaldas.edu.co.

 0000-0002-2454-9482 **Google Scholar**

## CÓMO CITAR:

Henao-Osorio, J. J., Valencia-Bedoya, Y. A., Velásquez-Duque, I. y Ramírez-Chaves, H. E. (2022). Actualización, sistematización y estimación del índice de salud de la Colección de Peces del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 26(2), 167-176. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.2.8>



## Update, systematization and estimation of the health index of the Fish Collection of the Natural History Museum at Universidad de Caldas, Colombia

### Abstract

**Objectives:** To update, systematize and evaluate the status of the Fish (Ichthyological) Collection of the Natural History Museum at Universidad de Caldas (MHN-UCa). **Scope:** To identify strengths and weaknesses in the curation process of the collection to prevent deterioration and guarantee permanence. **Methodology:** In the first place, 467 lots of fish were reviewed, the information on the specimens was ordered and systematized according to Darwin Core standards. In addition, the Health Index (HI) of the collection for 467 lots was calculated and, finally, a bibliographic literature review was carried out to identify articles that referenced specimens deposited in the collection. **Main results:** The collection is made up of 756 specimens grouped in 467 lots distributed in 8 orders, 30 families, 66 genera and 86 species. The most representative order was Characiformes with 187 records and 37 species. Most of the specimens come from the Departments of Cesar (219) and Caldas (141). However, there are some records from the departments of Amazonas, Antioquia, Arauca, Atlántico, Cundinamarca, Meta, Putumayo, Risaralda, and Tolima. The result of the HI for 2022 was 80.93%, which indicates that the collection has good storage conditions and identification of the entered specimens. **Conclusions:** Currently the Fish Collection of the MHN-UCa is in good condition. However, it is important to promote the collection and conservation of deposit of specimens of freshwater in the collection in addition to encouraging research and publication of results using specimens deposited in the MHN-UCa.

**Key Words:** Colombian Andes, biological collections, conservation, freshwater fishes.

### Introducción

Entre los vertebrados neotropicales, los peces de agua dulce representan uno de los grupos más diversos y numerosos, donde se agrupan más de 6200 especies (Albert y Reis, 2011; Albert et al., 2020; Londoño-Burbano y Reis, 2021). Estimaciones recientes indican que esta cifra puede alcanzar las 9000 especies para la región, que corresponde al 13% de los vertebrados conocidos actualmente (Reis et al., 2016; Londoño-Burbano y Reis, 2021). Colombia cuenta con más de 1610 especies de peces dulceacuícolas registradas (DoNascimento et al., 2020), ubicándose como el segundo país con mayor diversidad de este grupo zoológico del mundo (Torres et al., 2017). El número de especies continúa en constante aumento debido al esfuerzo por muestrear zonas poco estudiadas dentro de Colombia, o la revisión de material depositado en colecciones biológicas, que conlleva al descubrimiento y descripción de nuevas especies (descripción de aproximadamente 116 nuevas especies entre el 2017 y el 2020; DoNascimento et al., 2017, 2020). Complementariamente, gran parte del conocimiento de la fauna de peces de agua dulce de Colombia proviene

de colecciones nacionales e internacionales (Donascimento et al., 2017). Estas colecciones, además, contribuyen enormemente en la descripción de los patrones ecológicos y evolutivos (Krishtalka y Humphrey, 2000; Krell y Wheeler, 2014). Por ello, la digitalización de la información de los especímenes almacenados en las colecciones biológicas toma cada vez mayor relevancia (Drew et al., 2017) y resulta crucial para la investigación, conservación y gestión de la biodiversidad a escala regional, nacional y mundial (Rocha et al., 2014; Rees, 2017).

Actualmente, en Colombia existen 262 colecciones legalizadas y actualizadas ante el Registro Único Nacional de Colecciones, de las cuales 63 custodian peces (RNC, 2021). El Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas (MHN-UCa) se encuentra inscrito ante el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt con el número de registro 86 (IAvH, 2014) y cuenta con la colección de vertebrados (anfibios, aves, mamíferos, peces y reptiles). A diferencia de otras colecciones del MHN-UCa (anfibios, reptiles, insectos y mamíferos; Serna-Botero y Ramírez-Castaño, 2017; Castaño-Ramírez y Ramírez-Chaves, 2018; Ramírez-Chaves et al., 2020, 2021; Montoya, 2022), la colección de peces carece de valoración de su estado de salud. Por lo anterior, y con el propósito de evaluar el estado en que se encuentra y desarrollar estrategias que permitan visibilizar la colección y aportar al estudio de la biodiversidad de peces de Colombia, se actualizó y sistematizó la información de la colección de peces del MHN-UCa y se estimó el índice de salud.

## **Materiales y métodos**

**Actualización y sistematización de la colección de peces.** Se realizó la revisión, actualización y sistematización de la información asociada a cada uno de los lotes de peces de la Colección de Vertebrados del MHN-UCa, ubicado en la ciudad de Manizales, departamento de Caldas, Colombia. Para la revisión taxonómica de los especímenes se emplearon las claves y comentarios sugeridos por Dahl (1971), Vari y Harold (2001), Maldonado-Ocampo et al. (2005), Román-Valencia et al., (2008), Mirande (2010) y Sleen y Albert (2017), y consulta a expertos. Se consultó también el catálogo de peces en línea de Eschmeyer (Fricke et al., 2021) para la revisión de especímenes que requerían referencias más especializadas. Por otra parte, la información de los especímenes se sistematizó siguiendo el formato estándar Darwin Core (TDWG, 2011) y posteriormente articulada con el sistema de información sobre biodiversidad de Colombia - SIB. Las coordenadas geográficas faltantes se rastrearon con el software © Google Earth.

Además, para indagar el número de especímenes depositados en la colección de peces del MHN-UCa referenciados en publicaciones científicas, se utilizó el motor de búsqueda Google Scholar, empleando las siguientes palabras clave

y combinaciones: “Peces”, “Caldas”, “Museo de Historia Natural”, “Centro de Museos”, “MHN-UCa”, “Colección de Peces”. Por último, se usó el código estándar “MHN-UC” empleado anteriormente para denominar las colecciones de la institución (Sabaj, 2020).

Índice de salud de colecciones biológicas (ISC). Para el análisis del ISC se tomó como unidad de medida todos los registros presentes en la colección de peces, asignándoles un valor entre cero y diez a cada uno de los lotes dentro de una matriz. La estimación del perfil de la colección en función del ISC correspondiente a cada unidad de almacenamiento se determinó con la ecuación propuesta por McGinley (1993):

$$ISC = \left( \frac{\sum N_3 + \sum_{N=6}^{10} N}{TU} \right) \times 100$$

Donde,

N = número de ejemplares almacenados por nivel de curaduría

TU = total de ejemplares almacenados

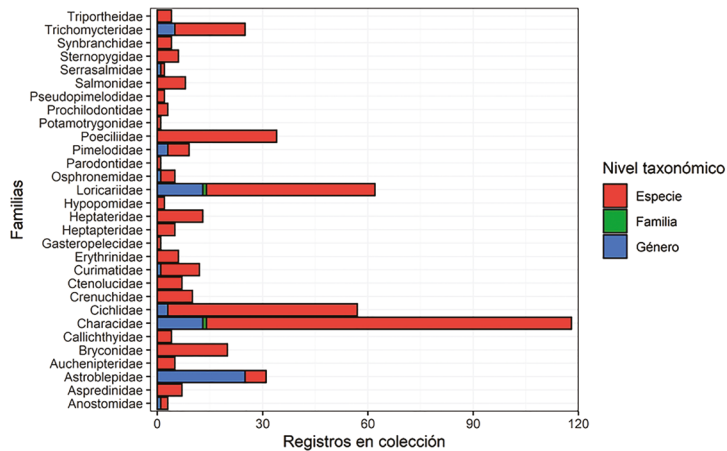
Para estimar el ISC de la colección de peces se tomaron los registros presentes en el nivel 3, sumados a aquellos que se ubicaban entre los niveles 6 y 10; este resultado se dividió posteriormente entre la totalidad de lotes presentes en la colección (n= 467) y multiplicado por 100. La estimación del ISC se realizó al inicio de las actividades de rescate de información (ISC inicial) y nuevamente una vez terminada las labores curatoriales (ISC final).

Los resultados obtenidos se graficaron y compararon con el índice propuesto para una “colección ideal” según McGinley (1993) y Simmons y Muñoz-Saba (2005) que consta de: a) un 30% aproximadamente de los especímenes ubicados entre los niveles 2 a 3 (en proceso de ingreso a la colección), b) alrededor del 60% representados en los niveles 7 a 9 (especímenes que cumplen correctamente los criterios curatoriales y de almacenamiento planteados para estos niveles), y c) cerca del 10% de los especímenes en el nivel 10, que incluye aquellos lotes que cuenten con la información requerida en cada uno de los niveles anteriores (datos de colector, fecha, localidad, coordenadas geográficas, ecología, descripciones, entre otros), además de ser incluidos en una investigación.

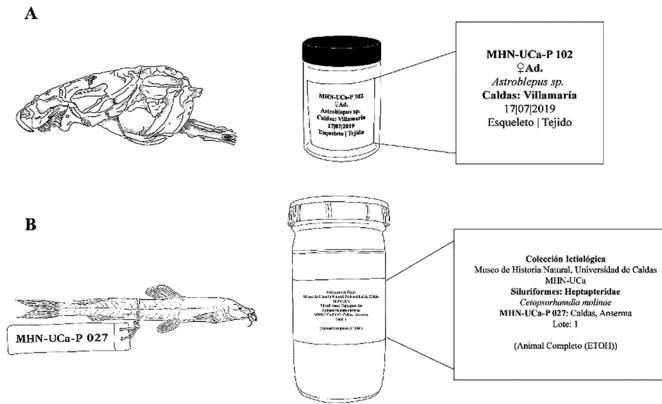
## Resultados

La colección de peces del MHN-UCa se encuentra conformada por 467 lotes, para un total de 756 individuos recolectados entre noviembre de 1997 y marzo de 2022.

En su mayoría, los registros provienen del departamento del Cesar (n = 219), sin embargo, presenta algunos registros de Amazonas (n = 2), Antioquia (n = 18), Arauca (n = 4), Caldas (n = 141), Cundinamarca (n = 5), Meta (n = 1), Putumayo (n = 28), Risaralda (n = 39) y Tolima (n = 4). La información de los registros en formato Darwin Core está disponible en el siguiente enlace: <https://doi.org/10.15472/idjj8x> La identificación taxonómica de especies en la colección se actualizó para 108 lotes. Sin embargo, dos registros presentan una identificación taxonómica hasta familia y 60 lotes cuentan con una determinación hasta nivel genérico (Figura 1). El orden más representativo dentro de la colección es Characiformes, que incluye 12 familias, 28 géneros y 37 especies, seguido de Siluriformes (37 spp.), Cichliformes (7 spp.), Cyprinodontiformes (3 spp.), Gymnotiformes (3 spp.), Myliobatiformes (1 sp.), Salmoniformes (1 sp.), Synbranchiformes (1 sp.). Los especímenes de la colección están preservados tanto en seco (esqueleto) como en líquido (alcohol al 70%). Para su etiquetado, los especímenes y sus recipientes se rotularon siguiendo el formato estándar de la colección, asegurando, además, la permanencia de las etiquetas originales de los ejemplares (Figura 2). De los 467 lotes, se requirió el rescate de información para 46 de los registros mediante las notas de campo asociadas a los especímenes. Pese a esto, tres de los registros evaluados (MHN-UCa-P 023, 077, 090) contaron con problemas en su información asociada (ausencia de información del sitio de recolecta).



**Figura 1.** Representación taxonómica por familias dentro de la Colección de Peces del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas (MHN-UCa). Fuente: Este trabajo



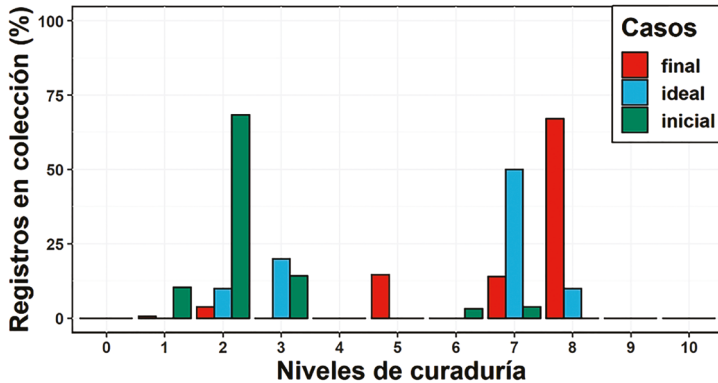
**Figura 2.** Almacenamiento y etiquetado de los ejemplares depositados en la Colección de Peces del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas (MHN-UCa). A. Recipiente y rotulación empleada para la preservación de material óseo. B. Etiquetado individual del espécimen y rotulación del recipiente para muestras preparadas en líquido (alcohol 70%).  
 Fuente: Este trabajo

La revisión de literatura para la identificación de especímenes de la colección referenciados en publicaciones mostró que algunos ejemplares del bagre *Pseudoplatystoma magdaleniatum* Buitrago-Suárez & Burr 2007, incluidos por Torrico et al. (2009) cuentan con diversas inconsistencias en su citación, catalogado y presencia dentro de la colección.

El índice de salud (ISC) inicial de la colección de peces del MHN-UCa fue del 21,23%. Para este momento, el 92,95% de los lotes se encontraban por debajo del nivel 5 y el 7,04% restante en los niveles superiores (del nivel 6 al 10) (Figura 3). Una vez realizada la actualización y sistematización de cada uno de los lotes, el ISC fue del 80,93%. En esta nueva valoración, el 67,02% de los especímenes se ubicaron en el nivel 8 y un 13,91% en el nivel 7. Tan solo el 18,82% de los registros evaluados se ubicaron en los niveles 0 al 5 (Figura 3). En ambas valoraciones no se encontraron registros que correspondiesen a las características indicadas para los niveles 0, 4, 9, 10.

Con base en los resultados obtenidos al final de las actividades curatoriales, el nivel 0 no incluyó registros (sin especímenes faltantes o enviados a préstamo). En el nivel 1 (especímenes con problemas con las anotaciones de campo y etiquetado) solo incluye el 0,64% del total de registros. En el nivel 2 (especímenes que se encuentran en proceso de ingreso a la colección producto de donaciones o proyectos) solo se encuentra el 3,85% de los registros. El nivel 3 no incluyó registros en esta etapa del estudio, a diferencia de la primera evaluación del ISC que indicó la presencia del 14,18% de los

lotes de peces valorados. De manera similar, el nivel 4 no incluyó registros ya que no se evidenció necesidad de homogenizar los contenedores. El nivel 5 (especímenes cuyas etiquetas, identificación taxonómica, contenedores y lugar dentro de la colección necesita corroborarse) correspondió al 14,56% de los registros evaluados. El nivel 6 no presentó porcentaje en esta etapa de la evaluación, sin embargo, se logró mejorar las condiciones del 3,21% de los registros incluidos en esta categoría en la primera evaluación. Para el nivel 7 (especímenes con una identificación hasta nivel de especie, información completa de localidad, coordenadas, fecha de colecta e información del colector), estuvieron el 13,92% de los registros. El nivel 8 alcanzó el 67,03% de los registros de peces albergados en la colección, pues además de contar con la información requerida en el nivel 7, presenta datos referentes a las características del entorno donde se recolectaron. No se incluyeron especímenes en los niveles 9 y 10 ya que no fue posible comprobar la citación de material depositado en la colección de peces en iniciativas de investigación, proyectos o publicaciones científicas.



**Figura 3.** Índices de salud realizado en dos etapas para cada uno de los registros presentes en la colección de peces del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas (MHN-UCa) en el año 2021 (verde) y 2022 (rojo), seguido del perfil de una colección bajo condiciones y estándares de almacenamiento ideales propuesto por Simmons y Muñoz-Saba (2005) (azul).  
Fuente: Este trabajo

## Discusión

La Colección de Peces del MHN-UCa es relativamente nueva en comparación con las colecciones tradicionales de Colombia (Maldonado-Ocampo, 2009; DoNascimento et al., 2017). Sin embargo, en el momento cuenta con alrededor del 4,1% de las especies reportadas para el territorio colombiano (DoNascimento et al., 2020), y dada su ubicación estratégica en el centro occidente del país, la colección posee la capacidad de convertirse

en un referente regional, como ha ocurrido para otras colecciones de vertebrados del MHN-UCa (Ramírez-Chaves et al., 2020, 2021).

El crecimiento limitado de la colección en las últimas décadas quizás se deba a su poca visibilidad y a la ausencia de investigación sobre los peces a escala local. Similarmente, el uso de la colección de peces del MHN-UCa con fines investigativos ha sido mínimo durante los últimos años, pues únicamente se registran citados especímenes en una publicación (Torrico et al., 2009). Sin embargo, el número de especímenes de peces depositados en el MHN-UCa empleados en publicaciones científicas es controversial. Torrico et al. (2009) mencionaron que en la colección se encuentran al menos 40 especímenes del género *Pseudoplatystoma*, referenciados con el código estándar usado anteriormente para referirse a la colección (MHN-UC 0004-0044; Torrico et al., 2009). Además, según Torrico et al. (2009) se obtuvieron cinco muestras de tejido para ser secuenciados utilizando el marcador molecular *Cyt-b* y siete para el marcador molecular *CR*, lo que indica el uso de al menos siete individuos diferentes de la especie *P. magdaleniatum* para este estudio. Pese a que en la colección del MHN-UCa se encuentran tres especímenes (MHN-UCa-P 077a, 077b, 090), pertenecientes al género *Pseudoplatystoma*, depositados por uno de los autores del estudio, estos no corresponden a la especie evaluada por Torrico et al. (2009) y se desconoce si los especímenes referenciados como MHN-UC 0004-0044 se entregaron alguna vez a la colección.

Por otra parte, el resultado obtenido del ISC en la primera evaluación indicó que la colección se encontraba por debajo del perfil ideal señalado por McGinley (1993) y Simmons y Muñoz-Saba (2005). Para la segunda valoración, observamos una mejora en las condiciones de la colección, obteniendo un 81,18% por encima del nivel 5 y una cifra del 18,82% para los niveles inferiores al nivel 6, lo que permitió alcanzar un perfil óptimo. Estos datos cuantitativos pueden ayudar en la futura administración de la colección, y proporciona un pie de apoyo para la realización de más evaluaciones relacionadas a las condiciones de salud en la que se encuentre (Castaño-Ramírez y Ramírez-Chaves, 2018).

Finalmente, se resalta la importancia de promover el desarrollo de iniciativas de investigación de las especies ícticas de la región y del país, para elevar la generación de información asociada a este grupo faunístico en diferentes áreas científicas, y así, utilizar y fortalecer los registros presentes en la colección de peces del MHN-UCa. Para esto, se requiere mayor esfuerzo de muestreo en la región, la cual presenta múltiples rangos altitudinales, al igual que diversas variaciones climáticas por la presencia de las cuencas Magdalena-Cauca que propician una elevada riqueza biológica, en particular, de peces (Restrepo-Santamaría y Álvarez-León, 2011). Si bien inventariar la biodiversidad en ambientes andinos no es tarea sencilla (Lundberg et al., 2000), resulta fundamental para promover la conservación de las especies y sus hábitats (Collen et al., 2014; Dudgeon et al., 2006; Myers, 2000; Reis et al., 2016).



## Agradecimientos

Al MHN-UCa y a los integrantes del Natural History Laboratory: Integrative Zoological Biodiversity Discovery (IZBD), por el apoyo durante la realización del presente trabajo. A Julio César Sánchez, Jorge Mario Herrera y Sofía Terán por sus aportes y discusiones que ayudaron enormemente el mejoramiento de este manuscrito y Julián Salazar por el acompañamiento editorial.

## Referencias bibliográficas

- Albert, J. S. y Reis, R. E. (2011). Introduction to Neotropical Freshwaters. En J.S. Albert y R.E. Reis (Eds), *Historical biogeography of neotropical freshwater fishes* (pp. 3-19). University of California Press.
- Albert, J. S., Tagliacollo, V. A. y Dagosta, F. (2020). Diversification of neotropical freshwater fishes. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 51(1), 27-53. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-011620-031032>
- Castaño-Ramírez, N. D. y Ramírez-Chaves, H. E. (2018). Sistematización y estimación del índice de salud de la colección de mamíferos (Mammalia) del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas.*, 22(2), 90-103. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.2.8>
- Collen, B., Whitton, F., Dyer, E. E., Baillie, J. E., Cumberlidge, N., Darwall, W. R., Pollock, C., Richman, N. I., Soulsby, A. y Böhm, M. (2014). Global freshwater species congruence. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 23, 40-51. <https://doi.org/10.1111/geb.12096>
- Dahl, G. (1971). *Los peces del Norte de Colombia*. Ministerio de Agricultura-Inderena. Talleres Litografía Arco.
- DoNascimento, C., Herrera-Collazos, E. E., Herrera-R, G. A., Ortega-Lara, A., Villa-Navarro, F. A., Usma-Oviedo, J. S. y Maldonado-Ocampo, J. A. (2017). Checklist of the freshwater fishes of Colombia: a Darwin Core alternative to the updating problem. *ZooKeys*, 708, 25-138. <https://doi.org/10.3897/zookeys.708.13897>
- DoNascimento, C., Villa-Navarro, F. A., Albornoz-Garzón, J. G. y Herrera-Collazos, E. E. (2020). Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. 2.12. Asociación Colombiana de Ictiólogos. Dataset/ Checklist. <http://doi.org/10.15472/numrso>.
- Drew, J. A., Moreau, C.-S. y Stiassny, M. L. J. (2017). Digitization of museum collections holds the potential to enhance researcher diversity. *Nat. Ecol. Evol.*, 1, 1789-1790. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0401-6>
- Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z., Knowler, D. J., Lévêque, C., Naiman, R. J., Prieur-Richard, A., Soto, D., Stiassny, M. L. y Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.*, 81, 163-182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. y Van der Laan, R. (eds). (2021). Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. <https://bit.ly/3aDLc8Q>
- IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2014). *Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas*. Listado de colecciones registradas. <http://rnc.humboldt.org.co/admin/index.php/registros/colecciones>
- Krell, F.-T. y Wheeler, D. (2014). Specimen collection: Plan for the future. *Science*, 344(6186), 815-816. <https://doi.org/10.1126/science.344.6186.815>
- Krishalka, L. y Humphrey, P. S. (2000). Can Natural history museums capture the future? *BioScience*. 50(7), 611-617. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0611:CNHMCT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0611:CNHMCT]2.0.CO;2)
- Londoño-Burbano, A. y Reis, R. E. (2021). A combined molecular and morphological phylogeny of the Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae), with emphasis on the Harttiini and Farlowellini. *PLoS ONE*, 16(3), e0247747. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247747>
- Lundberg, J., Kottelat, M., Smith, G., Melanie L. J. S. y Gill, A. (2000). So Many Fishes, So Little Time: An Overview of Recent Ichthyological Discovery in Continental Waters. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 87(1), 26-62. <https://doi.org/10.2307/2666207>
- Maldonado-Ocampo, J. A. (2009). *Colecciones ictiológicas colombianas*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Usma-O., J. S., Galvis-V., G., Villa-Navarro, F. A., Vásquez-G., L., Prada-Pedreras, S. y Ardila-R., C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- McGinley, R. J. (1993). Where's the management in collection management? Planning for improved care, greater use, and growth of collections. *Int. Sym. & First World Congress on Pres. and Cons. of Nat. Hist. Col.*, 3, 309-333.
- Mirande, J. M. (2010). Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. *Neotrop. Ichthyol.*, 8(3), 385-568. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252010000300001>
- Montoya, L. D. (2022). Curaduría y sistematización de la colección entomológica (orden Coleóptera) del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas Manizales, Caldas. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas.*, 26(1), 169-191.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Ramírez-Chaves, H. E., Velásquez-Guarín, D., Mejía-Fontecha, I. Y., Ocampo-Velásquez, J. D. y Castaño Ramírez, N. D. (2020). Colección de mamíferos (Mammalia) del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia. *Biota Colombiana*, 21(2), 156-166. <https://doi.org/10.21068/c2020.v21n02a11>
- Ramírez-Chaves, H. E., Arias-Monsalve, H. F., Henao-Osorio, J. J., Mejía-Fontecha, I. Y., Usama-Suárez, L. A., Ramírez Castaño, V. A. y Rojas-Morales, J. A. (2021). Colección de reptiles no aves (Reptilia), Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia. *Biota Colombiana*, 22(2). <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n02a11>
- RNC - Registro Nacional De Colecciones Biológicas. (2021). Colecciones biológicas. <http://rnc.humboldt.org.co/admin/index.php/>

registros/colecciones

- Rees, M. (2017). Museums as catalysts for change. *Nat. Clim. Change.*, 7, 166-167. <https://doi.org/10.1038/nclimate3237>
- Reis, R. E., Albert, J. S., Di Dario, F., Mincarone, M. M., Petry, P. y Rocha, L. A. (2016). Fish biodiversity and conservation in South America. *J. Fish Biol.*, 89, 12-47. <https://doi.org/10.1111/jfb.13016>
- Rocha, L. A., Aleixo, A., Allen, G., Almeda, F., Baldwin, C. C., Barclay, M. V. L., ... y Witt, C. C. (2014). Specimen collection: An essential tool. *Science*, 344(6186), 814-815. <https://doi.org/10.1126/science.344.6186.814>
- Román-Valencia, C., Vanegas-Ríos, A. J. y Ruiz-C, R. I. (2008). Una nueva especie de pez del género *Bryconamericus* (Ostariophysi: Characidae) del río Magdalena, con una clave para las especies de Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 56(4), 1749-1763
- Sabaj M. H. (2020). Codes for natural history collections in ichthyology and herpetology. *Copeia*, 108(3), 593-669. <https://doi.org/10.1643/ASIHCONDONS2020>
- Serna-Botero, V. y Ramírez-Castaño, V. A. (2017). Curaduría y potencial de investigación de la colección herpetológica del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas.*, 21(1), 138-153. <https://doi.org/10.17151/bccm.2017.21.1.11>
- Simmons, J. y Muñoz, Y. (2005). *Cuidado, Manejo y Conservación de las Colecciones Biológicas*. Universidad Nacional de Colombia.
- Sleen, P. y Albert, J. S. (2017). *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas*. Princeton University Press.
- TDWG. (2011). *DarwinCore: una guía de referencia rápida*. SiB Colombia. pp. 33. <http://www.sibcolombia.net/repositoriode-documentos>.
- Torres, M., Mantilla-Barbosa, E. y Rangel-Serpa, F. (2017). Colección de Peces de la Universidad Industrial de Santander, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(1), 375-381. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18n01a23>
- Torrico, J. P., Hubert, N., Desmarais, E., Duponchelle, F., Nuñez Rodríguez, J., Montoya-Burgos, J., García Davila, C., Carvajal-Vallejos, F. M., Grajales, A.A., Bonhomme, F. y Renno, J. F. (2009). Molecular phylogeny of the genus *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1862): Biogeographic and evolutionary implications. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 51, 588-594. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.11.019>
- Vari, R. P. y Harold, A. S. (2001). Phylogenetic study of the Neotropical fish genera *Creagrutus* Günther and *Piabina* Reinhardt (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), with a revision of the Cis-Andean species. *Smithson. Contr. Zool.*, 618, 1-239. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.61>