

**SISTEMATIZACIÓN Y ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE SALUD DE LA COLECCIÓN DE ICTIOLOGÍA DEL
MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, COLOMBIA.**

Jesús Santiago Ramirez Ortiz

**Universidad de pamplona
Facultad de ciencias básicas
2024**

**SISTEMATIZACIÓN Y ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE SALUD DE LA COLECCIÓN DE ICTIOLOGÍA DEL
MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, COLOMBIA.**

Jesús Santiago Ramirez Ortiz

Trabajo de investigación presentado para optar por el título de:
Biólogo

Director(a):
José Antonio Sierra Leal

Línea de investigación:
Museología, Ictiología

Grupo de investigación:
Grupo de Investigación en Recursos Naturales

Universidad de pamplona, Colombia
Facultad de ciencias básicas
2024

*"La ictiología es el arte de descubrir lo invisible en lo visible,
de revelar la diversidad y la belleza de los peces que pueblan nuestro planeta."*

Jacques Daget, biólogo francés.

Agradecimientos:

Con el corazón lleno de gratitud, dedico este espacio a mi familia, la cual es el pilar de mi vida y la fuente de mi inspiración. Principalmente a mis padres, cuyo amor y sacrificio han sido la luz que ha me guiado en cada paso que he dado, su apoyo incondicional y su fe inquebrantable en mis capacidades han sido el motor que me ha impulsado para alcanzar esta meta. También a mi padrastro, por su apoyo incondicional, compañía, sabiduría y por ser como un padre para mí, su confianza en mis capacidades ha sido un regalo invaluable.

A mi abuela Santos, cuya sabiduría y ternura han sido el refugio en los momentos de duda. Sus historias y enseñanzas han tejido en mí la fortaleza y la perseverancia que necesitaba para seguir adelante. En memoria de mi abuelo Héctor, cuyo legado de integridad y pasión por el conocimiento, resuena en cada palabra de esta tesis. Aunque ya no está físicamente con nosotros, su espíritu ha sido mi compañía constante y mi inspiración durante el resto de este viaje académico.

A mi hermana, mi novia, amigos y demás seres queridos, gracias por su compañía, sus consejos, motivaciones, sueños compartidos en cada pequeña victoria y en cada desafío superado durante mi vida.

A mi director de tesis, José Antonio Sierra Leal, cuya paciencia, sabiduría y apoyo incondicional fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

Y de manera especial, al profesor Carlos Ardila, quien ha sido mi inspiración y modelo para seguir. Gracias por cada detalle, por su paciencia y por los conocimientos impartidos que han sido esenciales en mi formación.

Esta tesis es más que un logro personal; Es el reflejo del amor, los valores y el apoyo, que cada uno de ustedes que ha depositado en mí. A todos, mi más sincero y profundo agradecimiento con su conocimiento y experiencia.

Resumen:

Las colecciones de historia natural son herramientas esenciales que permiten estudiar la biodiversidad y promover la conservación. En Norte de Santander actualmente solo existe una colección de zoología, esta se encuentra adjunta al Museo de Ciencias Naturales José Celestino Mutis de la Universidad de Pamplona. Fue creada en 1980, siendo la colección de ictiología la primera en formarse enmarcada biogeográficamente hacia la región del Catatumbo, desafortunadamente la colección quedo sin manejo por casi una década, y tras varios traslados los ejemplares empezaron a deteriorarse, en los últimos años se viene desarrollando un esfuerzo para recuperar la colección, por lo cual se hace pertinente diagnosticar el estado de conservación de la colección. Para esto se evaluarán cada uno de los ejemplares teniendo en cuenta la organización, el manejo y conservación, de acuerdo con los niveles de curaduría, propuesto en el libro de Cuidado y Manejo de Colecciones Biológicas, esto permitirá calcular el índice de salud de la colección y los indicadores de conocimiento sobre biodiversidad, determina la representatividad taxonómica, temporalidad y la completitud de los datos asociados a los ejemplares.

Palabras clave:

Colección biológica, Ictiología, curaduría, conservación, biodiversidad.

Summary:

Natural history collections are essential tools that allow us to study biodiversity and promote conservation. In Norte de Santander there is currently only one zoology collection, this is attached to the José Celestino Mutis Museum of Natural Sciences of the University of Pamplona. It was created in 1980, the ichthyology collection being the first to be formed biogeographically framed towards the Catatumbo region, unfortunately the collection was left unmanaged for almost a decade, and after several transfers the specimens began to deteriorate, in recent years it has been developing an effort to recover the collection, which is why it is pertinent to diagnose the state of conservation of the collection. For this, each of the specimens will be evaluated considering the organization, management and conservation, in accordance with the levels of curatorship, proposed in the book on Care and Management of Biological Collections, this will allow the health index of the collection to be calculated. and biodiversity knowledge indicators, determining the taxonomic representativeness, temporality and completeness of the data associated with the specimens.

Keywords:

Biological collection, Ichthyology, curatorship, conservation, biodiversity.

CONTENIDO

Introducción.....	Pag.
Tabla de contenido	
1. Introducción.....	11
1.1. Colecciones biológicas:.....	11
1.2. Colección de ictiología de la universidad de pamplona:	12
1.3. Diversidad de peces de agua dulce, más de una década de esfuerzos para la conservación y la actualización de los listados de la diversidad íctica colombiana:	13
1.4. El estándar Darwin Core (DwC):	14
1.5. Índice de salud:.....	15
1.6. Prioridad de gestión (PG):	18
1.7. indicadores de conocimiento sobre biodiversidad:	18
1.7.1. Representatividad Taxonómica (RTi)	19
1.7.2. Representatividad geográfica (RGih)	19
1.7.3. Representatividad de especies en peligro	20
1.7.4. Identificación Taxonómica (ITa)	21
1.7.5. Completitud de los datos.....	21
1.7.6. Temporalidad:.....	22
2. Planteamiento del problema y justificación:	22
2.1. Planteamiento del problema:.....	22
2.2. Justificación:	23
2.3. Pregunta de investigación:	23
2.4. Hipótesis:	24
3. Objetivos:	24
3.1. Objetivo General:	24
3.2. Objetivos específicos:	24
4. Materiales y métodos:	25
4.1. Análisis de la información:.....	25
4.1.1. Índice de salud de la colección (ISC)	25
4.1.2. Prioridad de gestión (PG).....	26
4.1.3. Indicadores De Conocimiento Sobre Biodiversidad:	27
5. Análisis y resultados.....	29
5.1. Índice de salud.....	29

5.2.	Prioridad de gestión	30
5.3.	indicadores de conocimiento sobre biodiversidad	32
5.3.1.	Representatividad Taxonómica (RTi)	32
5.3.2.	Representatividad geográfica (RGih)	37
5.3.3.	Representatividad de especies en peligro	43
5.3.4.	Identificación Taxonómica (ITa)	47
5.3.5.	Compleitud de los datos	48
5.3.6.	Temporalidad	49
6.	Conclusiones	50
7.	Bibliografía:	¡Error! Marcador no definido.

Lista de figuras

Figura 1: Perfil de la colección de ictiología.....	30
Figura 2: Perfil de la prioridad de gestión de la colección de ictiología.....	31
Figura 3: Perfil de una colección “ideal” (Simmons y Muñoz, 2005).	31
Figura 4: familias representativas de la colección de ictiología.	33
Figura 5: Géneros representativas de la colección de ictiología.	34
Figura 6: Estado de Conservación de Especies presentes en la colección.	43
Figura 7: Identificación Taxonómica de la colección de ictiología.	47
Figura 8: Completitud de los datos de la colección de ictiología.....	48
Figura 9: Temporalidad de la colección de ictiología.	50

Lista de mapas

Mapa 1: Puntos de muestreo asociados a las especies colectadas en los en los Departamentos de Colombia.	39
Mapa 2: Puntos de muestreo asociados a las especies colectadas en los Municipios de Norte de Santander.	42
Mapa 3: Puntos de muestreo asociados a las especies con algún grado de peligro (IUCN).	46

Lista de tablas

Tabla 1: Niveles de evaluación de curaduría del Índice de Salud de las Colecciones.	17
Tabla 2: Niveles de evaluación de curaduría de la prioridad de gestión de las colecciones.....	18
Tabla 3: Fórmulas para la aplicación de prioridad en el manejo de la colección.....	26
Tabla 4: Indicadores de conocimiento sobre biodiversidad.	27
Tabla 5: Especies presentes en la colección.....	35
Tabla 6: Representatividad taxonómica de la colección de Ictiología.....	37
Tabla 7: Registros de la colección por Departamento.	38
Tabla 8: Registros de la colección por Municipios de Norte de Santander.	41
Tabla 9: Estado de Conservación de Especies presentes en la colección.	45

1. Introducción.

Durante siglos, la comunidad científica ha recolectado a nivel global una amplia variedad de especímenes, incluyendo animales, plantas, rocas y minerales, con el objetivo de avanzar en el conocimiento científico y tecnológico. Actualmente, gran parte de este material se encuentra en colecciones científicas alrededor del mundo. Estas colecciones son repositorios sistemáticos que contienen una muestra representativa de la diversidad biológica y geológica. En las últimas décadas, los avances tecnológicos, la digitalización y una mayor accesibilidad a las colecciones y otras fuentes de datos de biodiversidad han revolucionado la investigación en colecciones científicas (Pardo, 2022).

1.1. Colecciones biológicas:

Las colecciones de historia natural y Museos son una fuente valiosa de información sobre la biodiversidad, siendo indispensables para el estudio de la conservación (Padial et al., 2003). Las colecciones biológicas albergan especímenes, cráneos, plumas, frutos y tejidos, que contienen los secretos del mundo natural y la memoria de los ecosistemas, estas permiten documentar la biodiversidad y su distribución, a su vez son recursos que sustentan a la investigación (tanto básica como aplicada), apoyan al planeamiento ambiental, el manejo de recursos y fundamentan la educación (Medina, 2014).

En los esfuerzos globales por conservar las especies, y especialmente en iniciativas como la de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), las colecciones son cada vez más importantes, ya que los registros biológicos y la información histórica de los ejemplares han ayudado a categorizar las amenazas a las especies en peligro de extinción. Además, a través de los registros biológicos en una colección, se puede determinar su distribución geográfica (si están restringidas a áreas o ecosistemas específicos “endémicas”) y estimar su abundancia. Esto permite inferir el estado de la población. Conocer qué tenemos, dónde está distribuido y en qué estado se encuentra, esta información

básica permite iniciar un proceso de seguimiento y conservación de una especie determinada (Medina, 2014).

Un problema común con las colecciones biológicas es el aumento en la cantidad de muestras y el almacenamiento físico a largo plazo a menudo no es una prioridad. Muchas de las muestras se recolectaron antes de la llegada de la infraestructura digital de acceso abierto y se recopilaban para cumplir objetivos a corto plazo, sin comprometer recursos para mantener y archivar las colecciones. Como resultado, las muestras valiosas a menudo se almacenan en lugares inadecuados y dispersos, lo que puede provocar su pérdida o separación de los metadatos asociados (Tray et al., 2020).

1.2. Colección de ictiología de la universidad de pamplona:

El Museo de Ciencias Naturales José Celestino Mutis de la Universidad de Pamplona (MCNUP) fue fundado en 1980 por Pedro Rodríguez Toloza y Fredy Solano Ortega, pero después de algunos problemas administrativos y curatoriales, el Museo estuvo sin cuidado durante dos décadas. Sin embargo, en los últimos cinco años, ha estado bajo la protección de la Coordinación de Laboratorios, Docentes y Estudiantes del programa de Biología de la Universidad de Pamplona, y ha comenzado una nueva fase de recuperación y organización para restaurar su valor científico, geográfico, cultural e histórico.

Esto se ha venido realizando a través de la organización, sistematización y curaduría de la colección científica, con el fin de proporcionar información que ayude a comprender la distribución de especies, taxonomía, ecología, grado de amenaza y conservación. También busca contribuir a la conservación de la fauna silvestre y convertirse en una entidad orientadora de las problemáticas ambientales. En cuanto a la colección de ictiología es una de las más antiguas, siendo enmarcada biogeográficamente hacia la región del Catatumbo, zona de gran importancia por su biodiversidad; la colección alberga más de 1.152 ejemplares representativos de algunas cuencas y subcuencas de Norte

de Santander, provenientes de trabajos de investigación, trabajos de grado, salidas de campo y proyectos llevados a cabo por estudiantes del programa de biología.

La Colección de ictiología está debidamente registrada ante el Registro Nacional de Colecciones Biológicas, con el nombre Colección de zoología general (con el acrónimo ZOO-076) y cuentan con permiso para colecta científica bajo la Resolución número 200 del 13 de abril de 2015 expedida por CORPONOR.

1.3. Diversidad de peces de agua dulce, más de una década de esfuerzos para la conservación y la actualización de los listados de la diversidad íctica colombiana:

Colombia es uno de los países con una de las ictiofaunas dulceacuícolas de mayor diversidad del mundo (Mojica et al., 2002). Se estima un aproximado de 2000 especies de peces epicontinentales del que el mayor porcentaje corresponde a los órdenes Characiformes, ya que presenta uno de los casos más extremos de radiación evolutiva y adaptativa entre los grupos vivientes de vertebrados, y Siluriformes debido a que se han adaptado a una enorme diversidad de condiciones reflejadas en su morfología y hábitat. Igualmente existen otros órdenes que se han establecido en estos cuerpos de agua, tales como Gymnotiformes, Perciformes y Cyprinodontiformes (Maldonado et al., 2005).

Los trabajos realizados por Maldonado et al., (2008), permitieron grandes avances en la actualización de las especies de peces dulceacuícolas colombianas. El primero fue la ampliación de la distribución de especies y la descripción de estas, y el segundo las revisiones de las colecciones ictiológicas (DoNascimento et al., 2017), tras esto se han publicado varias listas a nivel local y regional (Lasso et al., 2009; Villa Navarro et al., 2011; Ortega-Lara et al., 2012), así como información que ha permitido conocer sobre la ecología, las pesquerías, amenazas y la migración de los peces del país (DoNascimento et al., 2017).

Hasta el 2017, se realizaron trabajos de campo en tres de las cinco regiones hidrográficas de Colombia (IDEAM, 2015). Estas regiones son Amazonas (ríos Putumayo, Caquetá, Guainía y Vaupés),

Orinoco (ríos de piedemonte de las cuencas del Meta y Guaviare, así como los ríos Bitá e Inírida que desembocan directamente en el Orinoco) y Magdalena-Cauca (especialmente en los sectores medio y alto). Además de algunas colectas en ríos de gran importancia como Catatumbo, Sinú y Atrato (sistema del Caribe), San Juan y Dagua (sistema del Pacífico) (DoNascimento et al., 2017).

Además de los trabajos de campo y los esfuerzos taxonómicos para mejorar la calidad de la información en los listados actuales, desde 2014 se ha llevado a cabo un proyecto llamado “Listado de peces de Agua Dulce de Colombia” (DoNascimento et al., 2017). Este proyecto apoyó la realización de listas de especies de peces, la publicación de registros biológicos y documenta la información sobre peces de Colombia, como parte del fortalecimiento de colecciones biológicas (DoNascimento et al., 2021).

Este trabajo conjunto abrió paso a que, por primera vez en Colombia se diera importancia a los ecosistemas de agua dulce y permitiera tomar decisiones para desarrollar estrategias adecuadas de conservación y uso sostenible para estos ecosistemas y su biota (Vilardi et al. 2014; Tognelli et al. 2016; DoNascimento et al., 2017).

Actualmente para Colombia la cobertura taxonómica cuenta con 1692 especies, clasificadas en 13 órdenes, 56 familias, y 442 géneros (DoNascimento et al., 2024).

1.4. El estándar Darwin Core (DwC):

El estándar Darwin Core (DwC) fue desarrollado por la comunidad de Biodiversity Information Standards (antes TDWG) y es fundamental para compartir, usar y reutilizar datos de biodiversidad de libre acceso. Actualmente, representa la mayoría de los registros de presencia de especies disponibles en GBIF (GBIF.org, 2023).

El DwC es una herramienta que permite la consolidación y el intercambio de información sobre biodiversidad de manera precisa. Su modelo de datos conceptual incluye una tabla principal llamada “core”, que puede ser de tres tipos: listas de especies (taxon Core), registros biológicos (occurrence Core)

o registros de eventos de muestreo (event Core) (Wieczorek et al., 2012; TDWG, 2021). El formato Darwin Core se enfoca en los taxones y su presencia en la naturaleza, la cual se documenta a través de observaciones, especímenes, muestras e información relacionada, un ejemplo donde se incorpora este estándar son los 1616 registros en el caso del “Listado de peces de Agua Dulce de Colombia” (DoNascimento et al., 2023).

El DwC se compone de categorías que agrupan elementos según su naturaleza, donde cada uno tiene una definición, especificación y requerimientos, integrándose a uno o varios “core”. Además, existen extensiones que se pueden unir al core y que contienen elementos para documentar información adicional y específica que no se relaciona dentro del core, como descripción de especies, rasgos funcionales o información genética. Las extensiones logran ser compatibles con uno o varios core (Wieczorek et al., 2012; TDWG, 2021).

1.5. Índice de salud:

El índice de Salud de las Colecciones (ISC) fue propuesto por McGinley (1993), para evaluar el estado de diferentes tipos de colecciones biológicas, como mamíferos, anfibios, reptiles y murciélagos, siendo modificado posteriormente por Williams, et al. (1996) y Simmons & Muñoz (2005); el propósito de este índice es realizar una apreciación de la colección, para determinar el estado de conservación que esta presenta, con el fin de proponer estrategias que permitan: Optimizar los recursos y el personal asociados a la colección, idear estrategias que permitan establecer metas claras y prioridades para el uso y el manejo del material científico, clarificar los objetivos principales de la colección, planear estrategias que permitan desarrollar sistemas de monitoreo, adecuados para el manejo de la colección (Simmons & Muñoz, 2005).

El ISC se calcula a partir de cuatro categorías: estado físico, identificación taxonómica, documentación y uso. Cada categoría tiene una serie de indicadores que se puntúan de 0 a 10 (Tabla. 1)

y se suman para obtener el ISC total, que puede variar entre 0 y 100. Un ISC alto indica una buena salud de la colección, mientras que un ISC bajo indica una colección deficiente o en riesgo (Espitia, 2008).

Tabla 1: Niveles de evaluación de curaduría del Índice de Salud de las Colecciones.

Niveles	Descripción
Nivel 0	Armarios, estantes, frascos debidamente bien etiquetados, pero sin ningún ejemplar.
Nivel 1	Material deteriorado, sin información de campo, únicamente con el nombre del colector, material con problema de conservación (deshidratados) o dañado.
Nivel 2	Ejemplares que están ingresando a la colección a partir de diferentes investigaciones, donaciones, canjes. Esto permite saber si la colección está creciendo o no.
Nivel 3	Ejemplares no identificados, pero accesibles, etiquetados y separados, listos para ser vistos por especialistas.
Nivel 4	Ejemplos identificados, pero no incorporados a la colección (gavetas con material identificado pero mezclado).
Nivel 5	Ejemplares identificados, pero con curación incompleta. Los nombres deben ser revisados como sinonimias, cambio de género.
Nivel 6	Ejemplares identificados y curados adecuadamente
Nivel 7	Rescate de información (captura de datos)
Nivel 8	Rescate de información de libretas de campo, información geográfica, etológica, ecológica, recolectores, fechas.
Nivel 9	Rescate de información para investigación. (datos de mediciones, descripciones, fotos, focalización, estudios ecológicos.
Nivel 10	Ejemplares debidamente curados, identificados, sistematizados y que han hecho parte de monografías, revisiones y estudios. Incluye holotipos, paratipos.

Nota. Tomado de Espitia, (2008) y adaptado de Simmons & Muñoz, (2005).

1.6. Prioridad de gestión (PG):

Conocer el perfil de la colección una vez asignados los niveles a cada uno de los ejemplares nos permite establecer la prioridad de gestión, esto es de suma importancia debido a que las colecciones biológicas tienen el propósito de cumplir servicios específicos, generar investigación científica, educar y en muchos casos tener muestras en exhibición. En el caso de las colecciones con enorme cantidad de material ha creado nuevos problemas para el mantenimiento y aprovechamiento de la información, por lo que el personal obliga a desarrollar prioridades en el manejo de las colecciones (Simmons & Muños, 2005).

Tabla 2: Niveles de evaluación de curaduría de la prioridad de gestión de las colecciones.

Prioridad	Aspecto
1	Conservación (Suma de los niveles 0-1) Protección y conservación del material y su información Asociada
2	Organización física (suma de los niveles 2-4) Ejemplares identificados y rotulados, dispuestos lógicamente en la colección (alfabéticamente, taxonómicamente) y con facilidad de acceso.
3	Accesibilidad (suma de los niveles 5-6) Material accesible a los investigadores.
4	Inventarios de especies (suma de los niveles 7-9)

Nota. (Simmons & Muñoz, 2005).

1.7. indicadores de conocimiento sobre biodiversidad:

Las colecciones biológicas a menudo carecen de elementos de diagnóstico que permitan analizar y determinar su estado en términos cuantitativos y cualitativos. Debido a esto surgieron los indicadores de conocimiento sobre biodiversidad, estos permiten definir el estado y las prioridades de una colección para estimar su contribución al conocimiento de la biodiversidad (Campos, 2004; Vallejo & Acosta, 2005).

Estos indicadores, como la representatividad, la complementariedad taxonómica y geográfica, especies en peligro, identificación taxonómica e intensidad de muestreo permiten comparar grupos biológicos entre diferentes colecciones o comparar una colección con un total reportado para un país, región biogeográfica o el mundo (Campos, 2004; Vallejo & Acosta, 2005).

1.7.1. Representatividad Taxonómica (RTi)

La representatividad taxonómica es un indicador que permite conocer el estado de una colección biológica en términos de la diversidad de taxones presentes en ella. Para calcular este indicador, se determina el número y porcentaje de individuos identificados a diferentes categorías taxonómicas, como especie, género, familia. La representatividad taxonómica se puede comparar entre diferentes colecciones o con un total reportado para un país, región biogeográfica o el mundo (Vallejo & Acosta, 2005; Espitia, 2008).

$$RTi = \left(\frac{SCi}{SCe} \right) \times 100$$

Donde:

SCi = Número de especies del taxón

SCe = Número de especies para Colombia

1.7.2. Representatividad geográfica (RGih)

la representatividad geográfica permite conocer la capacidad de una colección para representar la diversidad de especies en un área geográfica determinada (Vallejo & Acosta, 2005; Espitia, 2008).

$$RGih = \left(\frac{AGih}{AGh} \right) \times 100$$

Donde:

AGih = Número de áreas geográficas dentro de la colección.

AGh = Número de áreas geográficas totales para Colombia.

1.7.3. Representatividad de especies en peligro

Para representar gráficamente la representatividad de registros de especies amenazadas en una colección biológica, es necesario calcular dos valores: el valor de representatividad por categoría de amenaza y el valor total de representatividad de la colección (Vallejo & Acosta, 2005; Espitia, 2008). El valor de representatividad por categoría de amenaza se calcula utilizando la fórmula:

$$REAcv = \left(\frac{EAcv}{EAT} \right) \times 100$$

Donde:

REAcv= es el porcentaje de representatividad de registros de especies amenazadas pertenecientes a la categoría de amenaza v para una colección biológica.

EAcv= es el número de especies de un grupo biológico determinado, de la categoría de amenaza v, que tiene al menos un registro en la colección biológica.

EAT= es el número total de especies amenazadas registradas para Colombia en todas las categorías de amenaza para un grupo biológico determinado.

Las categorías de amenaza incluidas en el cálculo son: No Evaluado, Datos Insuficientes, Preocupación Menor, Casi Amenazado, Vulnerable, En Peligro, En Peligro Crítico, Extinto en Estado Silvestre y Extinto. El valor total de representatividad se calcula sumando los valores de representatividad por categoría, utilizando la fórmula:

$$REAc = \sum REAcv$$

Donde:

REAc= es el porcentaje total de representatividad de especies amenazadas, para una colección biológica

1.7.4. Identificación Taxonómica (ITa)

Este indicador permite conocer el grado de conocimiento taxonómico de una colección. Este índice se calcula dividiendo el número de especímenes identificados a nivel de especie por el número total de especímenes en la colección. Un índice alto indica un alto grado de conocimiento taxonómico, mientras que un índice bajo indica un bajo grado de conocimiento taxonómico (Vallejo & Acosta, 2005; Espitia, 2008).

$$ITa = \left(\frac{ITid}{RBt} \right) \times 100$$

Donde:

ITid = Número de especies identificadas en la colección.

RBt = Número total de registros biológicos de la colección.

1.7.5. Completitud de los datos

La completitud de los datos en una colección biológica se refiere a la cantidad y calidad de información disponible para cada registro en la colección (Campos críticos). Esto incluye información como la identificación taxonómica, datos de localidad, colector, hábitat, entre otros (Martínez, 2020). Una colección con alta completitud de datos tendría información detallada y precisa para cada registro, mientras que una colección con baja completitud de datos tendría información incompleta o imprecisa para algunos o todos los registros (Vallejo & Acosta, 2005; Espitia, 2008).

$$Cc = \left(\frac{Cd}{Ct} \right) \times 100$$

Donde:

Cd = Número de campos críticos indicados en la colección.

Ct = Número total de campos críticos.

1.7.6. Temporalidad:

La temporalidad de una colección biológica se refiere a la información histórica que contiene sobre la biodiversidad de un área geográfica determinada (Vallejo & Acosta, 2005; Espitia, 2008).

$$TRt2 = nt1 + nt2$$

Donde:

nt1 = Número de registros existentes en el tiempo inicial t1

nt2 = Número de registros acumulados desde el momento t1 al final t2

2. Planteamiento del problema y justificación:

2.1. Planteamiento del problema:

Colombia ocupa el segundo lugar en diversidad de especies de peces de agua dulce en el mundo, solo superado por Brasil. Este país Alberga un total de 1692 especies de peces dulceacuícolas, distribuidas en varias cuencas hidrográficas, incluyendo el Amazonas, el Orinoco, el Magdalena-Cauca, el Caribe y el Pacífico (DoNascimento et al., 2024). Los peces, siendo una de las formas de vida más diversas y antiguas del planeta, son esenciales para entender la biodiversidad, la evolución y la relación con los ecosistemas. Además, su estudio es crucial para comprender cómo responden a los fenómenos antropogénicos (Greopp, 2018).

Debido a esto las colecciones biológicas se han convertido en repositorios esenciales para estudios en biodiversidad y conservación. Además, sirven como recurso para estudios de sistemática, ecología, evolución y pueden definir los rangos de distribución de los organismos (IAVH, 2022; Simmons & Muñoz, 2005). Según el registro nacional de colecciones biológicas (RNC, 2024), Colombia cuenta con

288 colecciones registradas, de las cuales se estima que custodian más de 60 millones de especímenes y sólo el 12 % de ellos están catalogados.

En Norte de Santander actualmente solo existe una colección de zoología, dividida en invertebrados y vertebrados (Mastozoología, Ornitología, Herpetología e Ictiología), esta se encuentra adjunta al Museo de Ciencias Naturales José Celestino Mutis, en la Universidad de Pamplona, la colección de ictiología se encuentra enmarcada biogeográficamente hacia la región del Catatumbo, siendo una zona de importancia científica por su posición geográfica y biodiversidad.

La colección de ictiología de la Universidad de Pamplona es única a nivel regional, además de ser la única del departamento registrada ante el registro nacional de colecciones biológicas (RNC, 2024), de manera que los especímenes depositados en la colección son únicos e irremplazables. La diversidad que aporta cada uno de los ejemplares reunidos permite conocer y realizar aportes sobre distribución, comportamiento, ecología y morfometría de la ictiofauna del Nororiente colombiano, además de servir como una herramienta sistemática que permite la conservación de sus ejemplares, difundir el conocimiento sobre estos y servir como un repositorio de referencia (Martínez & González, 2003).

2.2. Justificación:

La colección de ictiología es una de las más antiguas dentro de la Universidad de Pamplona, fue fundada en 1980 por ejemplares colectados por docentes y estudiantes de la licenciatura en Ciencias Naturales, sin embargo, debido a problemas administrativos, la colección de ictiología quedó sin resguardo durante casi una década, por lo que factores como la falta de curaduría, organización, personal y recursos, han contribuido al deterioro de la colección. Por lo tanto, para garantizar la calidad e integridad de los lotes y especímenes presentes en la colección, y asegurar su correcta conservación, fue pertinente determinar el índice de salud de la colección (Simmons & Muñoz, 2005). Este índice permite establecer un sistema de organización que facilite el manejo de la colección, optimice la implementación de los recursos y genere listados de especies que sirvan como soporte y comparación.

2.3. Pregunta de investigación:

¿Cuál es el estado actual de la colección de ictiología del Museo de Ciencias Naturales José Celestino Mutis de la Universidad de Pamplona?

2.4. Hipótesis:

Basado en la problemática de la colección se han formulado dos hipótesis para evaluar la colección de ictiología en estudio. Estas hipótesis se basan en el valor del ISC

Hipótesis Nula (H0): Si el Índice de Salud de la Colección (ISC) para la colección de ictiología es inferior al 79%, entonces la colección requeriría optimización en áreas como la curaduría, la gestión de bases de datos y la catalogación.

Hipótesis Alternativa (H1): Si el ISC de la colección de ictiología es superior al 80%, entonces se puede inferir que la colección está optimizada y presenta un buen estado de conservación.

3. Objetivos:

3.1. Objetivo General:

Diagnosticar el estado, manejo y curatoria de la colección ictiológica del Museo de Ciencias Naturales José Celestino Mutis de la Universidad de Pamplona.

3.2. Objetivos específicos:

- Determinar la condición y el estado de conservación asociada a la colección ictiológica, aplicando el índice de salud de colecciones biológicas.
- Caracterizar la representatividad taxonómica y geográfica asociada a la colección ictiológica del Museo de Ciencias Naturales José Celestino Mutis de la Universidad de Pamplona.
- Sistematizar la información asociada a la colección ictiológica del Museo de Ciencias Naturales José Celestino Mutis de acuerdo con el estándar de Darwin Core.

4. Materiales y métodos:

La evaluación y revisión de los ejemplares se realizó en la colección de ictiología del Museo de Ciencias José Celestino Mutis de la Universidad de Pamplona (MCNUP), para esto se tomó como unidad de muestreo cada uno de los 1.152 ejemplares pertenecientes a los 406 lotes de almacenamiento (Simmons & Muñoz, 2005).

La información de los ejemplares fue obtenida del registro físico, notas de campo, los trabajos de grado “Biodiversidad ictica de la región del Catatumbo, Colombia” (Barón- lastra & Rodríguez, 1992) y “Metales pesados (Cd, Ni, Mn) en agua y tejidos de bocachico (*Prochilodus reticulatus*), y RAMPUCHE (*Pimelodus grosskopfii*), en el corregimiento de tres bocas, cuenca del Catatumbo, Norte de Santander, Colombia” (Martinez et al., 2020)

La información presente en las etiquetas, Los datos obtenidos de la revisión física de los ejemplares fueron sistematizados y actualizados en la base de datos, analizando la concordancia de la información con los ejemplares. la Revisión taxonómica se realizó con del libro Peces del Catatumbo (Galvis et al., 1997) y Peces de los Andes de Colombia (Maldonado et al., 2005).

4.1. Análisis de la información:

4.1.1. Índice de salud de la colección (ISC)

Durante la revisión física de los ejemplares de la colección se les asigno un valor numérico en una escala de 0 a 10, siguiendo los criterios detallados en la Tabla 1, el objetivo de esto fue caracterizar el perfil general de la colección y conocer el estado de esta (Simmons & Muñoz, 2005). En casos donde un ejemplar cumplía con múltiples categorías, se les asigno el nivel inferior correspondiente (Martínez & Medina, 2017).

Para evaluar el estado de la Colección, aplicamos la fórmula propuesta por McGinley (1993). Esta fórmula nos permite expresar el estado de la colección como un porcentaje en un rango de 0 a 100%.

Los valores inferiores al 79% indican que la colección carece de optimización, mientras que los valores superiores al 80% señalan que la colección tiene un perfil óptimo.

$$ISC = \left[\frac{\sum N3 + \sum_{N=6}^{10} N}{TU} \right] \times 100$$

Donde:

N = número de unidades de almacenamiento por nivel de curación.

TU = total de unidades de almacenamiento.

4.1.2. Prioridad de gestión (PG)

La evaluación del perfil de una colección biológica también nos permite establecer prioridades en su gestión. Esto es fundamental ya que las colecciones tienen el propósito de cumplir servicios específicos, como: la educación ambiental, generar investigación, y ser fuentes valiosas de datos. Sin embargo, las colecciones con grandes cantidades de material enfrentan desafíos en su mantenimiento y uso eficiente. Por lo tanto, conocer la prioridad de gestión permite tener un enfoque cuantitativo para calcular estas prioridades (tabla 3), esto se expresa como porcentajes en un rango de 0 a 100%. Los valores obtenidos se clasifican en: alta prioridad (67-100%), prioridad normal (34-66%) y no urgente (0-33%) (Simmons & Muñoz, 2005; Espitia, 2008).

Tabla 3: Fórmulas para la aplicación de prioridad en el manejo de la colección.

Niveles de prioridad de gestión	Formula del cada Nivel
Prioridad 1: Suma de los niveles 0 y 1	$P1 = \left[\frac{\sum_{N=(0-1)}^1 N}{TU} \right] \times 100$
Prioridad 2: suma de los niveles del 2 al 4	$P2 = \left[\frac{\sum_{N=(2-4)}^2 N}{TU} \right] \times 100$
Prioridad 3: suma de los niveles del 5 al 6	$P3 = \left[\frac{\sum_{N=(5-6)}^3 N}{TU} \right] \times 100$
Prioridad 4: suma de los niveles de 7 al 9	$P4 = \left[\frac{\sum_{N=(7-9)}^4 N}{TU} \right] \times 100$

Nota. Tomado de Espitia, (2008) y adaptado de Simmons & Muñoz, (2005).

Donde:

N = número de unidades de almacenamiento por nivel de curación.

TU = total de unidades de almacenamiento.

4.1.3. Indicadores De Conocimiento Sobre Biodiversidad:

La metodología propuesta por Vallejo y Acosta (2005) para evaluar y comparar colecciones biológicas se basa en indicadores de conocimiento sobre biodiversidad (Tabla 4). Estos indicadores permitieron analizar la riqueza biológica de los datos de la colección, lo cual permitió establecer prioridades de manejo y contribuir al conocimiento sobre la biodiversidad en Norte de Santander.

Tabla 4: Indicadores de conocimiento sobre biodiversidad.

Indicador	Formula	Descripción
Representatividad Taxonómica (RTi)	$RTi = \left(\frac{SCi}{SCe} \right) \times 100$	SCi = Número de especies del taxón SCe = Número de especies para Colombia
Representatividad geográfica (RGih)	$RGih = \left(\frac{AGih}{AGh} \right) \times 100$	AGih = Número de áreas geográficas dentro de la colección. AGh = Número de áreas geográficas totales para Colombia.
Representatividad de especies en peligro	$REAcv = \left(\frac{EAcv}{EAT} \right) \times 100$	EAcv= es el número de especies de un grupo biológico determinado. EAT= es el número total de especies amenazadas registradas para Colombia.
Identificación Taxonómica (ITa)	$ITa = \left(\frac{ITid}{RBt} \right) \times 100$	ITid = Número de especies identificadas en la colección. RBt = Número total de registros biológicos de la colección.
Completitud de los datos	$Cc = \left(\frac{Cd}{Ct} \right) \times 100$	Cd = Número de campos críticos indicados en la colección. Ct = Número total de campos críticos.
Temporalidad	$TRt2 = nt1 + nt2$	nt1 = Número de registros existentes en el tiempo inicial t1 nt2 = Número de registros

		acumulados desde el momento t1 al final t2
--	--	---

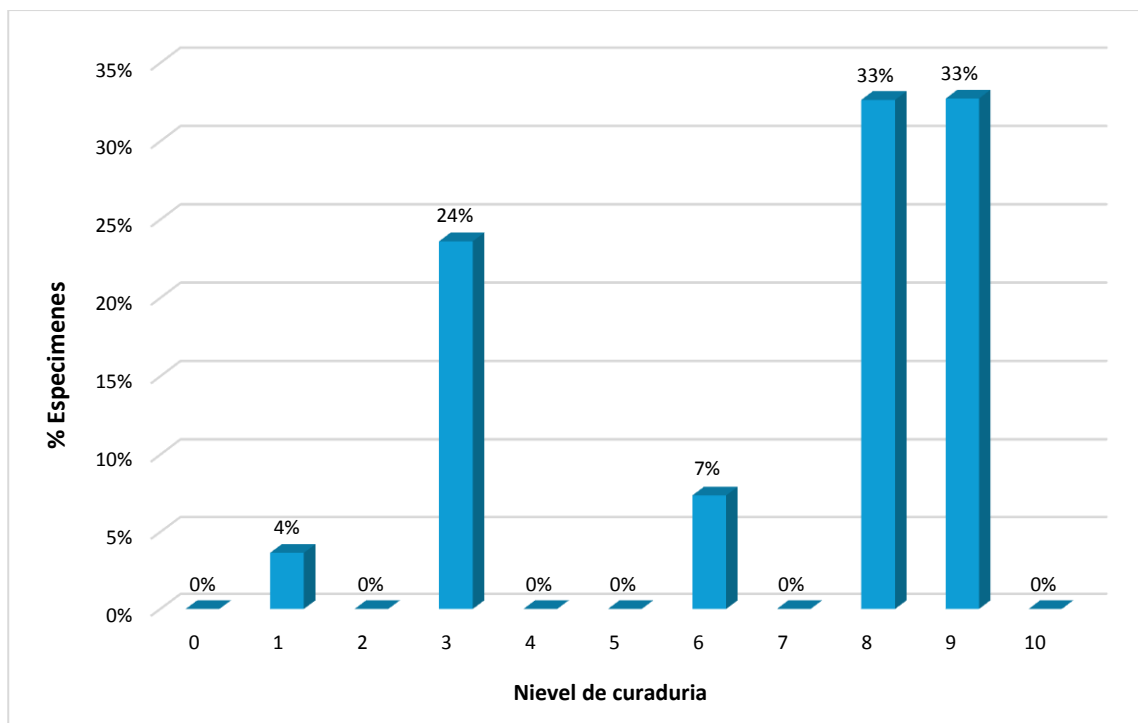
Nota. Adaptado de Vallejo & Acosta, 2005.

5. Análisis y resultados

5.1. Índice de salud

Para la asignación de los niveles de curaduría, se revisó la colección en su totalidad, cada ejemplar fue tomado como unidad de Muestreo. Todos los especímenes de la colección se encontraron en buenas condiciones, aunque algunos presentaban problemas en su conservación, debido a que su solución estaba en mal estado o no se encontraba en condiciones óptimas, posteriormente se realizó un cambio de soluciones por alcohol al 70%. La mayoría de las etiquetas estaban dañadas, pero su información todavía era legible, por lo que se hizo un reetiquetado. La información correspondiente a cada ejemplar fue verificada y corroborada con las etiquetas, junto con las notas de campo y los registros antiguos de la colección que se llevaban a mano. Cada uno de los ejemplares fue revisado e identificado en caso de que no se tuviera esa información y sistematizado. Además, se actualizó la taxonomía de cada ejemplar, corrigiendo las sinonimias y los cambios de género, esto permitió establecer el perfil de la colección. La (figura 1) muestra la distribución de los especímenes en la colección de ictiología según su nivel de curaduría (tabla 1). El índice de salud de la colección (ISC) fue de 96% por lo cual se acepta la hipótesis Alternativa, lo que indica que la mayoría de los especímenes en la colección presentan un alto nivel de curaduría, estos especímenes se encuentran en los niveles 8 y 9, ambos con el 33% del total de individuos. Por otro lado, el nivel de curaduría 3 presentó el 24% de los especímenes, en este nivel se encuentran ejemplares no identificados, pero accesibles, etiquetados y separados, listos para ser revisados.

Figura 1: Perfil de la colección de ictiología.



5.2. Prioridad de gestión

El perfil de la colección permitió definir la prioridad de gestión, la figura 2 muestra que la mayoría de los especímenes de la colección se encuentran en prioridad 4 (con 65% de los ejemplares) lo que indica un alto nivel de curaduría (figura 2). Por otro lado, el 24% de los especímenes se encuentran en el nivel de prioridad 2, correspondiente a la organización física. Estos son ejemplares con curación incompleta, o faltan por identificación.

La organización de la colección muestra una gran similitud con la prioridad de gestión ideal propuesta por Simmons & Muñoz (2005), como se puede observar en la Figura 3. Este análisis refleja la importancia de la mayoría de los ejemplares de la colección y la necesidad de mejorar las prácticas de curaduría para mantener la calidad de la colección y su relevancia como recurso científico.

Figura 2: Perfil de la prioridad de gestión de la colección de ictiología.

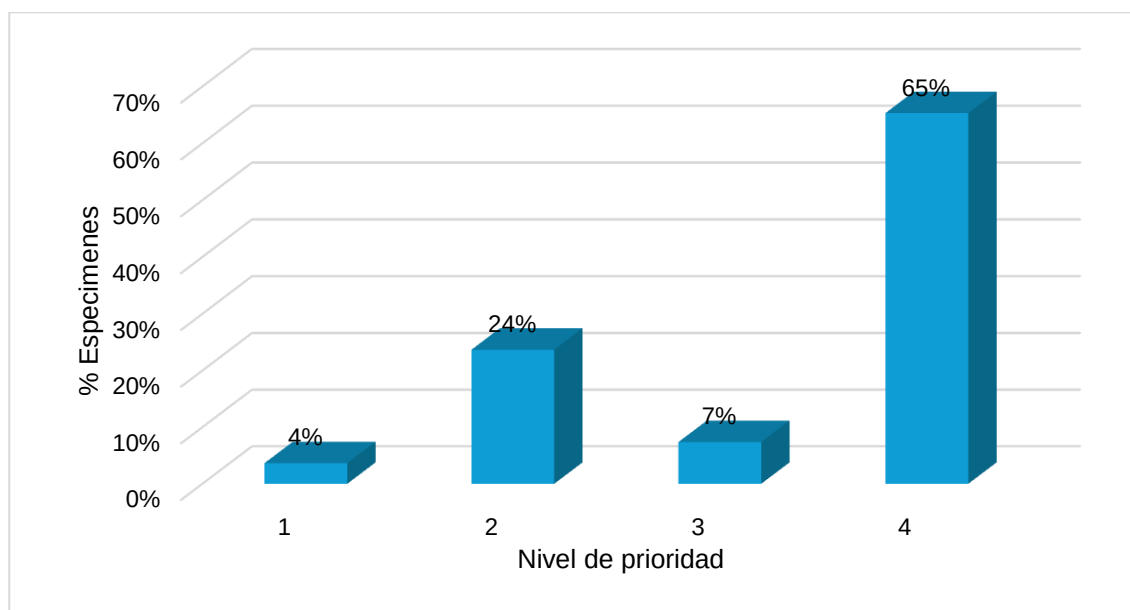
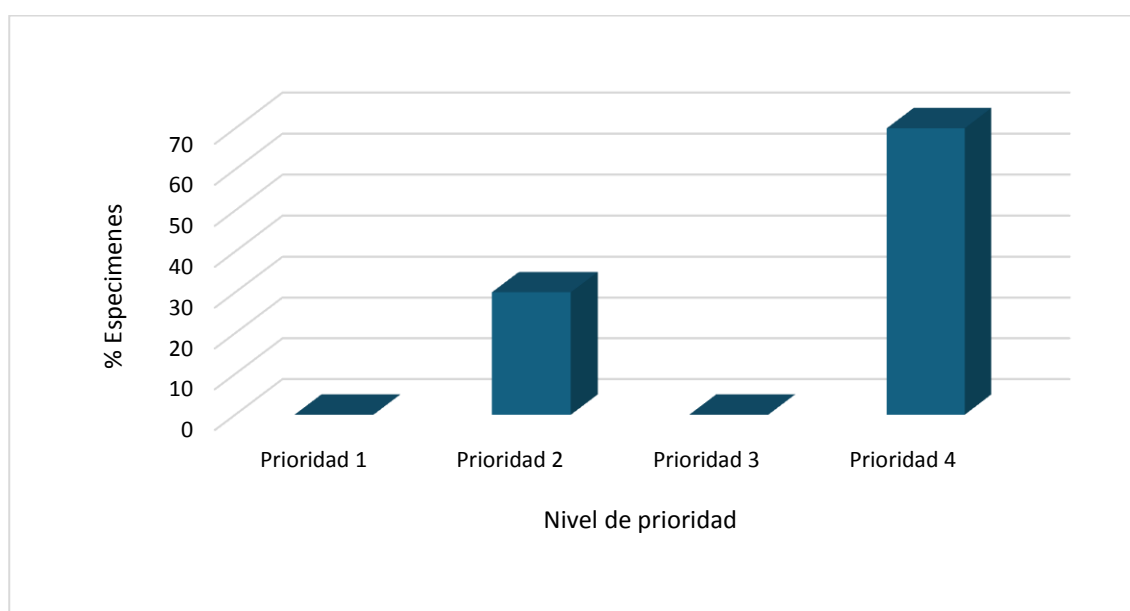


Figura 3: Perfil de una colección "ideal" (Simmons y Muñoz, 2005).



5.3. indicadores de conocimiento sobre biodiversidad

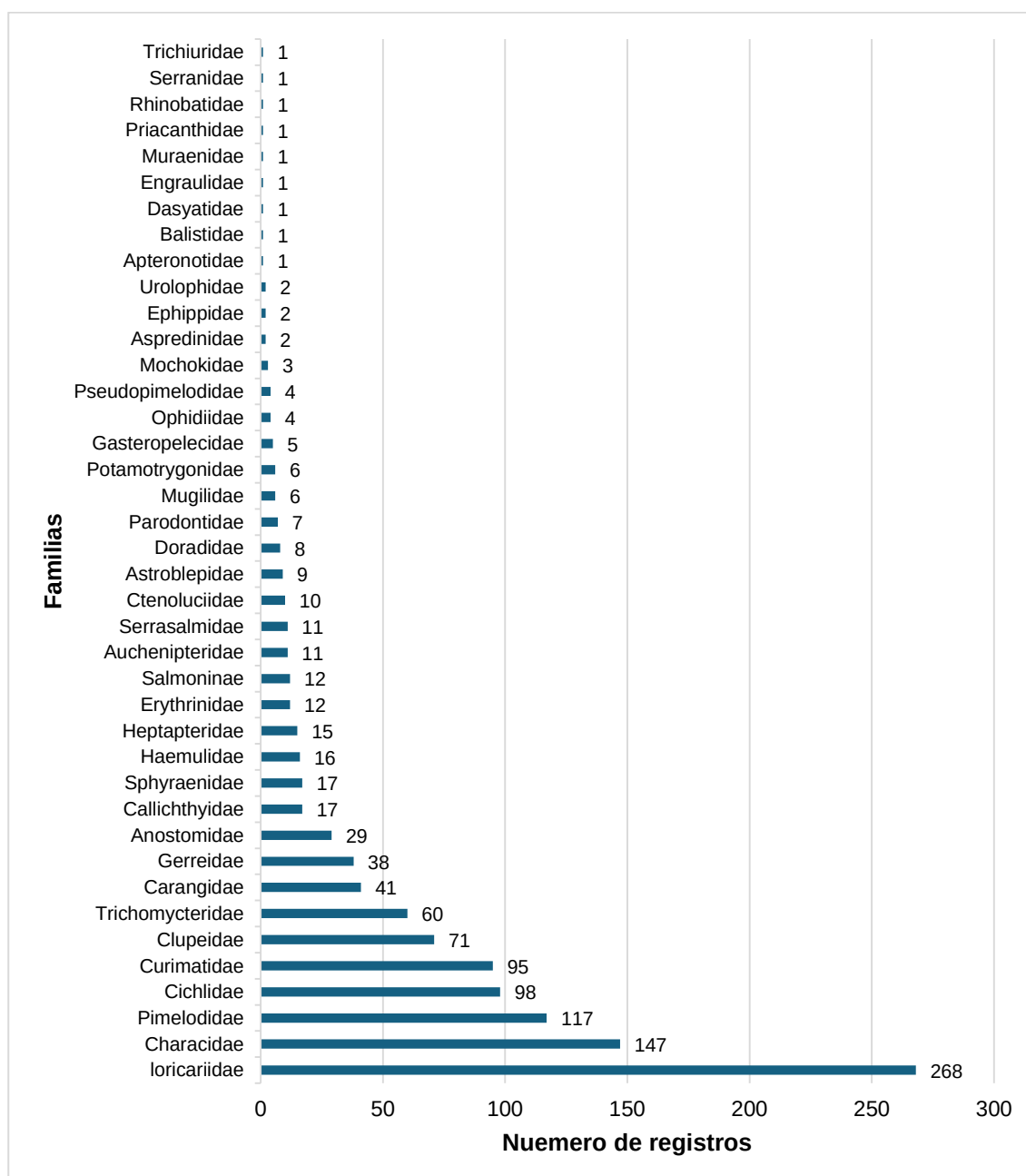
5.3.1. Representatividad Taxonómica (RTi)

Colombia es un país reconocido por su rica diversidad ictiológica. De acuerdo con la versión más reciente de la Lista de Especies de Peces de Agua Dulce de Colombia, publicada por la Asociación Colombiana de Ictiología, se registran en el país un total de 1692 especies de peces de agua dulce. Estas especies están distribuidas en 13 órdenes, 56 familias y 442 géneros, lo que refleja la amplia variedad en la fauna acuática colombiana (DoNascimento et al., 2024). Esta diversidad biológica subraya la importancia de los esfuerzos continuos para la conservación y el estudio de los ecosistemas acuáticos en Colombia.

La colección de ictiología presenta una representatividad taxonómica significativa, reflejando una alta proporción de la diversidad de familias en comparación con lo reportado para Colombia. La colección abarca el 71,42% de las familias de peces reportadas en Colombia (tabla 5), incluyendo 40 de las 56 familias identificadas en el país (DoNascimento, 2024).

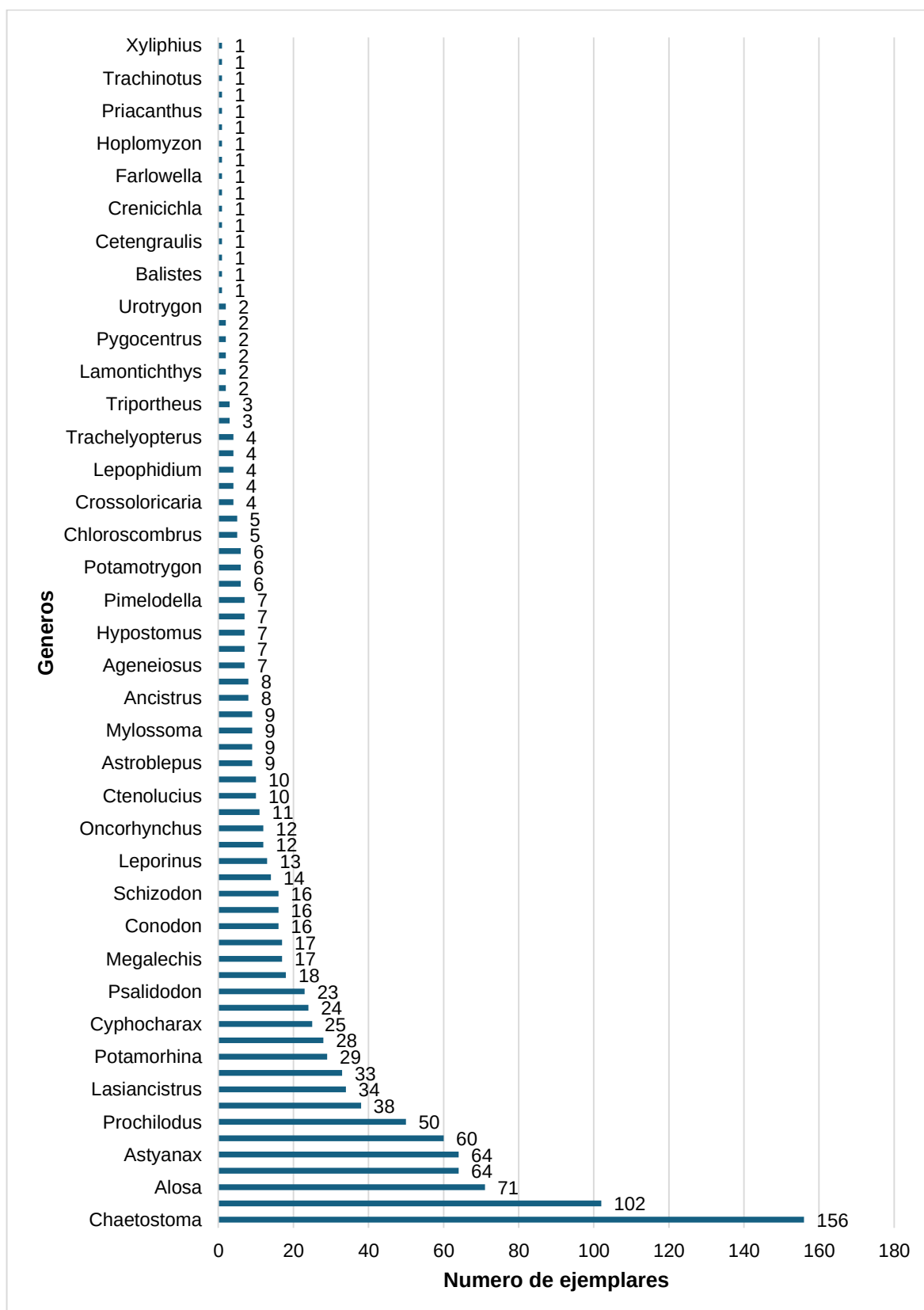
La familia Loricariidae es la más representativa en la colección, con 268 ejemplares (figura 4) distribuidos en 17 especies. Es importante destacar que se han reportado 217 especies de esta familia en Colombia. Le sigue la familia Characidae, con 147 ejemplares colectados distribuidos en 5 especies y la familia Pimelodidae, con 117 ejemplares colectados distribuidos en 5 especies.

Estos datos indican que la colección abarca una amplia diversidad de familias de la fauna ictiológica colombiana. Sin embargo, al examinar la representatividad a nivel de géneros y especies, se observa que la representatividad es relativamente baja.

Figura 4: familias representativas de la colección de ictiología.

La colección en cuestión abarca aproximadamente el 14.25% de la riqueza total de géneros de peces reportados para Colombia. Los géneros que presentaron mayor riqueza (figura 5) fueron *Chaetostoma* con 156 registros, abarcando el 14% de los registros de la colección, *Pimelodus* con 102 registros, *Alosa* con 71 registros, *Andinoacara* y *Astyanax* con 64 registros cada uno.

Figura 5: Géneros representativas de la colección de ictiología.



En términos de especies, la colección incluye el 3.95% de las especies conocidas en Colombia, lo que indica una representatividad baja en relación con el número total de especies presentes en el país. Las especies que presentaron mayor riqueza fueron *Chaetostoma sovichthys* y *Pimelodus clarias*.

Tabla 5: *Especies presentes en la colección.*

Orden	Familia	Genero	Especie	
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus</i>	<i>striatus</i>	
		<i>Schizodon</i>	<i>fasciatus</i>	
	Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>magdalenae</i>	
		<i>Cynopotamus</i>	<i>magdalenae</i>	
		<i>Knodus</i>	<i>meridae</i>	
		<i>Piabucina</i>	<i>erythrinoides</i>	
		<i>Psalidodon</i>	<i>fasciatus</i>	
		<i>Roeboides</i>	<i>dayi</i>	
		<i>Triportheus</i>	<i>magdalenae</i>	
	Ctenoluciidae	<i>Ctenolucius</i>	<i>hujeta</i>	
	Curimatidae	<i>Cyphocharax</i>	<i>magdalenae</i>	
		<i>Potamorhina</i>	<i>laticeps</i>	
	Erythrinidae	<i>Prochilodus</i>	<i>reticulatus</i>	
		<i>Hoplias</i>	<i>malabaricus</i>	
		Gasteropelecidae	<i>Gasteropelecus</i>	<i>maculatus</i>
			Parodontidae	<i>Parodon</i>
		Serrasalminidae	<i>Mylossoma</i>	<i>acanthogaster</i>
	<i>Pygocentrus</i>		<i>nattereri</i>	
Cichliformes	Cichlidae	<i>Caquetaia</i>	<i>Kraussii</i>	
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Cetengraulis</i>	<i>mysticetus</i>	
Myliobatiformes	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon</i>	<i>yepezi</i>	
	Urolophidae	<i>Urotrygon</i>	<i>venezuelae</i>	
Perciformes	Carangidae	<i>Chloroscombrus</i>	<i>chrysurus</i>	
		<i>Trachinotus</i>	<i>carolinus</i>	
	Cichlidae	<i>Andinoacara</i>	<i>pulcher</i>	
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus</i>	<i>faber</i>	
	Priacanthidae	<i>Priacanthus</i>	<i>arenatus</i>	
	Trichiuridae	<i>Trichiurus</i>	<i>lepturus</i>	
	Rajiformes	Dasyatidae	<i>Hypanus</i>	<i>americanus</i>
Potamotrygonidae		<i>Potamotrygon</i>	<i>magdalenae</i>	
			<i>yepezi</i>	
Rhinopristiformes	Rhinobatidae	<i>Pseudobatos</i>	<i>percellens</i>	
Salmonidae	Salmoninae	<i>Oncorhynchus</i>	<i>mykiss</i>	

Siluriformes	Aspredinidae	<i>Xyliphius</i>	<i>magdalenae</i>
	Auchenipteridae	<i>Ageneiosus</i>	<i>pardalis</i>
		<i>Trachelyopterus</i>	<i>insignis</i>
	Callichthyidae	<i>Megalechis</i>	<i>thoracata</i>
	Doradidae	<i>Doraops</i>	<i>zuloagai</i>
	Heptapteridae	<i>Pimelodella</i>	<i>chagresi</i>
		<i>Rhamdia</i>	<i>quelen</i>
	Loricariidae	<i>Ancistrus</i>	<i>triradiatus</i>
		<i>Chaetostoma</i>	<i>sovichthys</i>
			<i>tachiraense</i>
		<i>Crossoloricaria</i>	<i>variegata</i>
		<i>Cyphocharax</i>	<i>aspilos</i>
		<i>Dasylicaria</i>	<i>filamentosa</i>
		<i>Fonchiiichthys</i>	<i>uracanthus</i>
		<i>Hypostomus</i>	<i>hondae</i>
			<i>plecostomus</i>
		<i>Lamontichthys</i>	<i>maracaibero</i>
		<i>Lasiancistrus</i>	<i>caucanus</i>
		<i>Panaque</i>	<i>suttonorum</i>
		<i>Pterygoplichthys</i>	<i>undecimalis</i>
		<i>Spatuloricaria</i>	<i>gymnogaster</i>
			<i>phelpsi</i>
		<i>Sturisomatichthys</i>	<i>festivum</i>
			<i>festivus</i>
	Mochokidae	<i>Synodontis</i>	<i>clarias</i>
	Pimelodidae	<i>Pimelodella</i>	<i>chagresi</i>
		<i>Pimelodus</i>	<i>clarias</i>
			<i>grosskopfii</i>
		<i>Sorubim</i>	<i>cuspidatus</i>
			<i>lima</i>
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus</i>	<i>bufonius</i>
	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i>	<i>cachiraensis</i>
Tetraodontiformes	Balistidae	<i>Balistes</i>	<i>capricus</i>

A pesar de que la colección puede tener una buena cobertura de las diferentes familias, presenta una representatividad limitada de géneros y especies dentro de esas familias. Es importante destacar que la colección es de tipo regional y el permiso de recolección se limita al departamento de Norte de Santander. Esta limitación geográfica puede influir en la diversidad de géneros y especies representados en la colección.

Tabla 6: Representatividad taxonómica de la colección de Ictiología.

Taxon	Riqueza reportada en la colección	Riqueza reportada para Colombia (DoNascimento et al., 2024)	RTi (%)
Familias	40	56	71,42%
Géneros	75	442	14,25%
Especies	67	1692	3,95%

5.3.2. Representatividad geográfica (RGih)

La colección de ictiología cuenta con registros en 9 de los 32 departamentos que tiene Colombia, abarcando un índice de representatividad geográfica (RGih) del 28,12%. Aunque este porcentaje es bajo en relación con el total de departamentos del país, es importante destacar que la colección de ictiología se caracteriza por su enfoque regional. Esta colección se encuentra respaldada por el Permiso de Marco de Recolección número 200, expedido el 13 de abril de 2015. Es relevante mencionar que, si bien la colección alberga muestras de otros departamentos, la mayoría de las muestras se colectaron antes de la expedición del permiso, esto se ve reflejado en la temporalidad de la colección (figura 8)

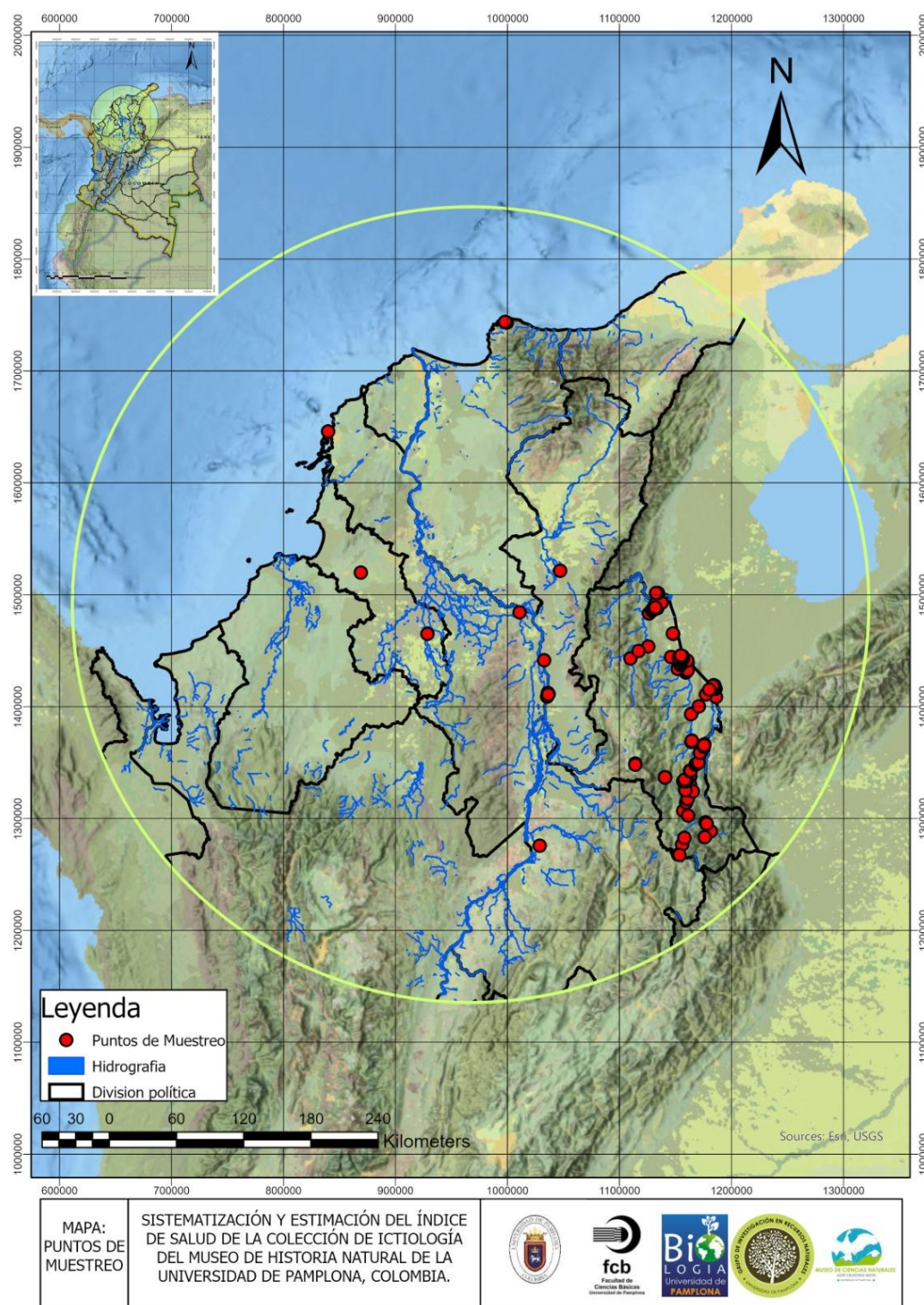
Desacuerdo a los datos obtenidos de la colección de ictiología, el departamento que se destaca por tener el mayor número de registros y especies reportadas es Norte de Santander, con un total de 891 registros. Le siguen Magdalena y Bolívar, con 62 y 47 registros respectivamente. En el Mapa 1, se muestran los puntos de colecta a nivel nacional, que indican el origen de los registros para cada uno de los Departamentos.

Tabla 7: *Registros de la colección por Departamento.*

Departamento	Número de registros
Arauca	8
Bolívar	47
Cesar	16
Magdalena	62
Meta	1
Norte de Santander	891
Santander	9
Sucre	4
Valle del Cauca	4

Nota. Número de especies y registros por departamento en la Colección de Ictiología de la Universidad de Pamplona.

Mapa 1: Puntos de muestreo asociados a las especies colectadas en los en los Departamentos de Colombia.



Nota: Elaboración propia a partir de base cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:100000

El departamento de Norte de Santander tiene una gran riqueza hídrica, con las aguas superficiales que fluyen por once cuencas hacia dos grandes regiones hidrográficas: la del río Magdalena y la del río Meta (Galvis et al., 1997). El Mapa 2 proporciona una visión general de la actividad de colecta de muestras ictiológicas en el departamento de Norte de Santander.

Norte de Santander presentó una representatividad Taxonómica (RGih) de 52,5%. Se observa que la mayoría de la actividad de investigación y recolección se centra en la región del Catatumbo, una zona de gran importancia por su biodiversidad (Tabla 7). La cuenca del río Catatumbo es una región natural compartida por Colombia y Venezuela (Galvis et al., 1997). Desde el punto de vista faunístico y florístico, la región del Catatumbo en su porción colombiana ha sido muy poco estudiada y particularmente se tenía un precario conocimiento de su ictiofauna. Durante muchos años el sector colombiano permaneció olvidado. Y fue, confidencialmente gracias a la actividad petrolera, que se tomó conciencia de la importancia ecológica de la cuenca y se iniciaron programas de monitoreos ambientales (Galvis et al., 1997).

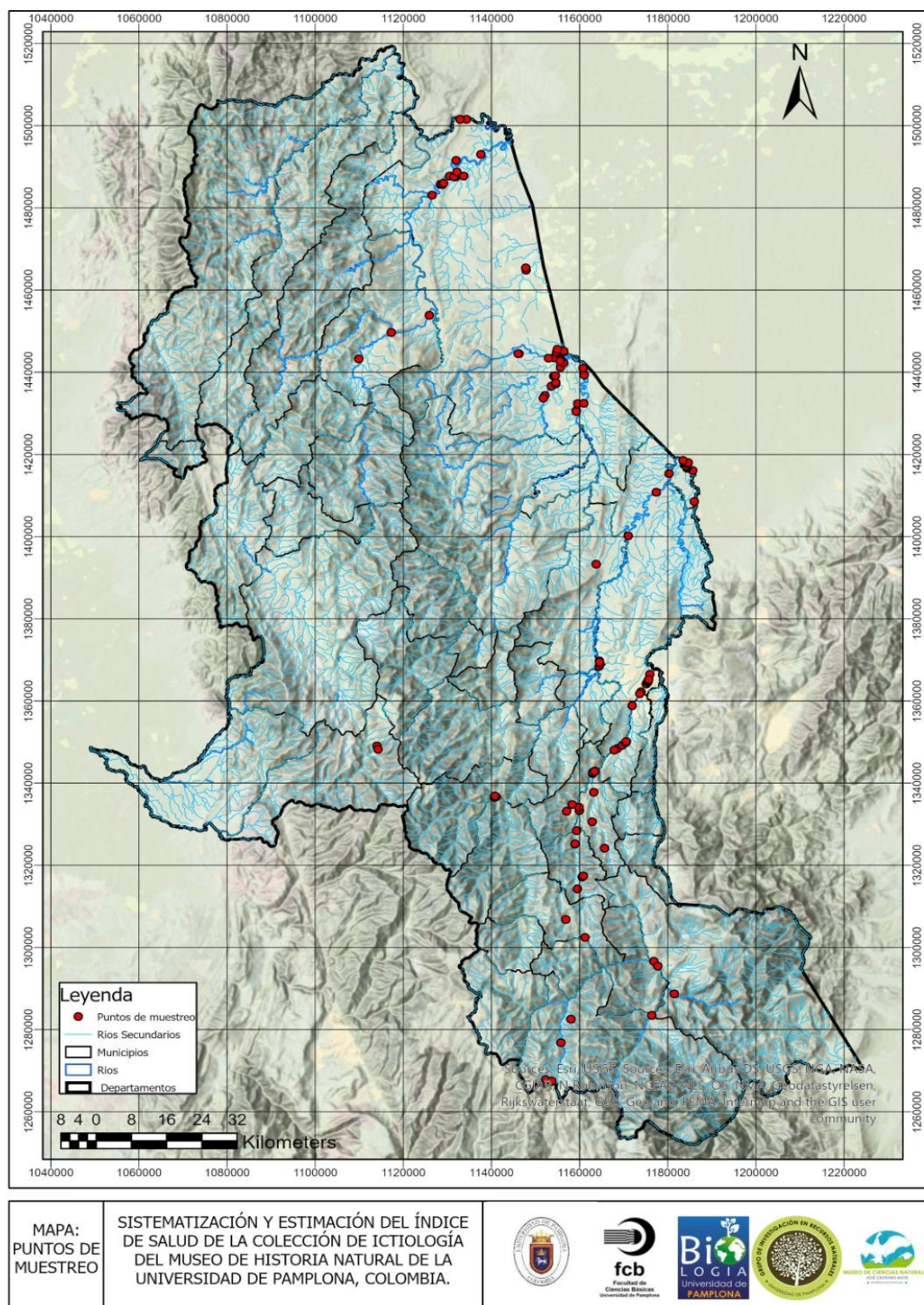
El municipio con mayor número de registros fue Tibú, con 456 ejemplares, lo que refleja una alta actividad de colecta en esta zona. Por otro lado, varios municipios como Abrego, Cucutilla, Labateca y Ocaña tienen solo un registro cada uno, estos municipios presentaron actividad de colecta limitada. Los municipios de Bochalema y Cúcuta también muestran una actividad de recolección considerable, con 112 y 94 registros respectivamente, esto está influenciado debido a que el río Pamplonita es objeto de estudios tanto por su diversidad ictica como por las problemáticas ambientales que presenta y la facilidad de acceso a esta cuenca, no se ven tan influenciadas por aspectos de orden público, como lo es la región del Catambuco, siendo este uno de los principales factores junto con la falta de recursos en investigación que afectan la colecta de especímenes en estas regiones.

Tabla 8: *Registros de la colección por Municipios de Norte de Santander.*

Municipio de Norte de Santander	Registros por municipio
Abrego	1
Arboledas	26
Bochalema	112
Cáchira	5
Chinácota	3
Chitagá	25
Cúcuta	94
Cucutilla	1
El Tarra	8
El Zulia	11
La Donjuana	5
La Garita	2
Labateca	1
Los Patios	19
Ocaña	1
Pamplona	13
Pamplonita	34
Puerto Santander	46
Tibú	456
Toledo	12

Nota. Número de especies y registros por departamento en la Colección de Ictiología de la Universidad de Pamplona.

Mapa 2: Puntos de muestreo asociados a las especies colectadas en los Municipios de Norte de Santander.

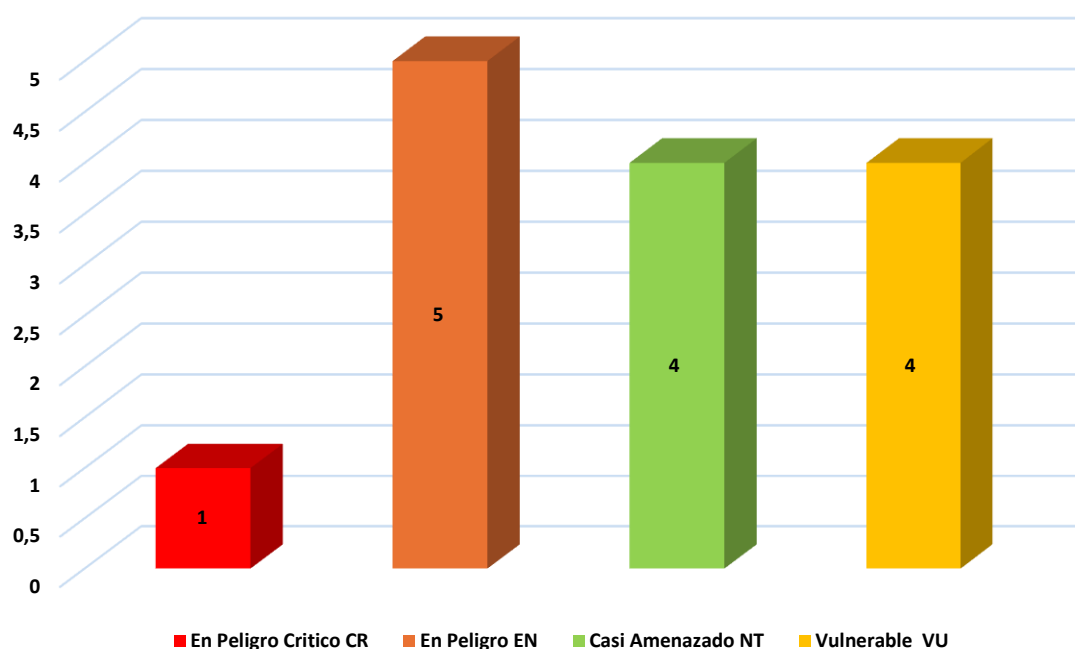


Nota: Elaboración propia a partir de base cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:100000

5.3.3. Representatividad de especies en peligro

Según el Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia, el país cuenta con 81 especies en categoría de amenaza (1 Extinta, 1 En Peligro Crítico, 4 En Peligro, 48 Vulnerables, 24 Casi Amenazadas y 3 Preocupación Menor) (Mojica et al., 2012). La colección de Ictiología de la Universidad de Pamplona tiene un índice de representatividad de especies amenazadas REAcv de 17,28%, lo que indica que la proporción de especies amenazadas en la colección es baja. De las 14 especies que se muestran en la tabla 8, 4 están categorizadas como Casi Amenazadas (NT), 5 como Vulnerables (VU), 4 como En Peligro (EN) y 1 como En Peligro Crítico (CR) (Figura 5).

Figura 6: Estado de Conservación de Especies presentes en la colección.



Nota. Cantidad de especies en cada categoría de riesgo según los criterios de conservación (IUCN, 2024).

De las especies listadas, *Balistes capriscus*, *Chaetostoma tachiraense*, *Lamontichthys maracaibero* y *Parodon suborbitalis* se categorizaron como Vulnerables. *Cynopotamus magdalenae*, *Hypanus americanus*, *Knodus meridae* y *Trichomycterus cachiraensis* se ubicaron en la categoría de Casi Amenazados. Las especies *Pseudobatos percellens*, *Pygocentrus nattereri*, *Sorubim cuspicaudus* y *Sturisomatichthys festivum* se clasificaron como En Peligro. Solo la especie *Pimelodus grosskopfii* se encuentra En Peligro Crítico. Además, en la colección, se identificaron 41 especies en la categoría de Preocupación Menor, 7 especies que aún no han sido evaluadas y 2 especies para las cuales los datos son insuficientes.

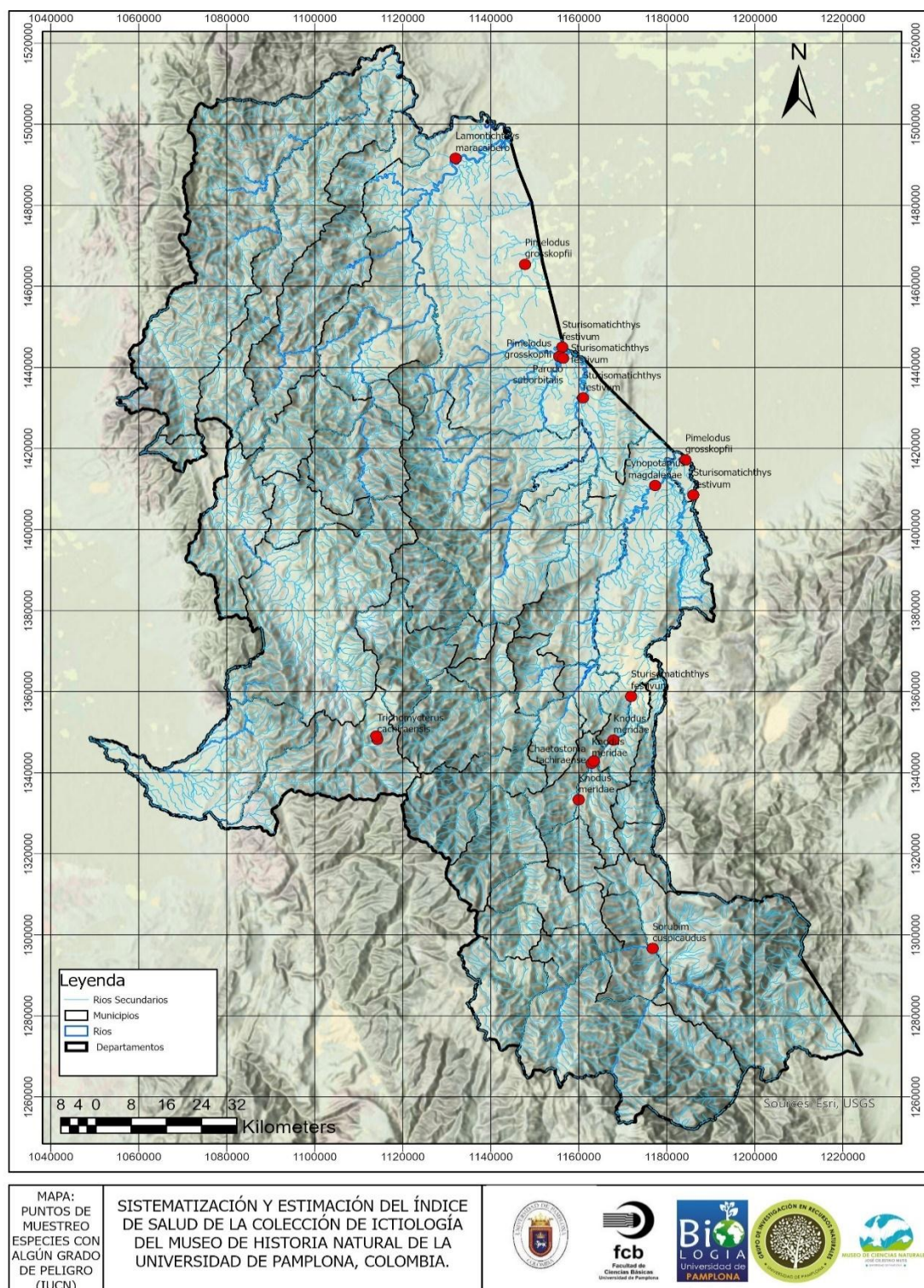
En el Mapa 3, se muestra la distribución geográfica de la mayoría de las especies registradas en la colección, que presentan algún grado de amenaza en el Departamento de Norte de Santander. Este análisis espacial es fundamental para entender los patrones de biodiversidad y planificar estrategias de conservación efectivas.

Tabla 9: Estado de Conservación de Especies presentes en la colección.

Etiquetas de fila	CR	EN	NT	VU
<i>Balistes capriscus</i>				X
<i>Chaetostoma tachiraense</i>				X
<i>Cynopotamus magdalenae</i>			X	
<i>Hypanus americanus</i>			X	
<i>Knodus meridae</i>			X	
<i>Lamontichthys maracaibero</i>				X
<i>Parodonsuborbitalis</i>				X
<i>Pimelodus grosskopfii</i>	X			
<i>Pseudobatos percellens</i>		X		
<i>Pygocentrus nattereri</i>		X		
<i>Sorubim cuspicaudus</i>		X		
<i>Sturisomatichthys festivum</i>		X		
<i>Trichomycterus cachiraensis</i>			X	
<i>Urotrygon venezuelae</i>		X		

Nota. Especies en cada categoría de riesgo según los criterios de conservación (IUCN, 2024).

Mapa 3: Puntos de muestreo asociados a las especies con algún grado de peligro (IUCN).

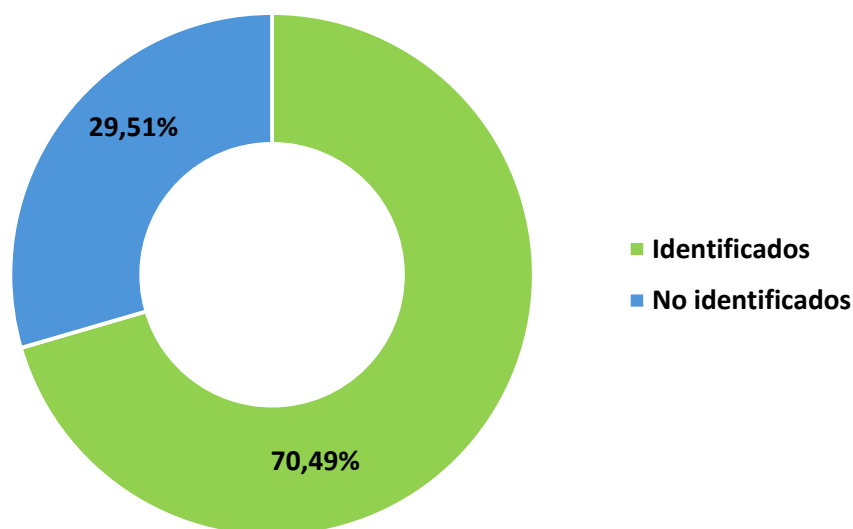


Nota: Elaboración propia a partir de base cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:100000

5.3.4. Identificación Taxonómica (ITa)

La colección de ictiología de la Universidad de Pamplona alcanzó un porcentaje de identificación taxonómica del 72.75%. De los 1152 ejemplares revisados en la colección, se identificaron hasta nivel de especie 838 individuos. Sin embargo, no se pudo determinar el 27.25% de los ejemplares (314 individuos) (Figura 6). Los registros no identificados se agrupan principalmente en géneros como: *Alosa* sp, *Ancistrus* sp, *Andinoacara* sp, *Apteronotus* sp, *Astroblepus* sp, *Astyanax* sp, *Bryconamericus* sp, *Caquetaia* sp, *Caranx* sp, *Chaetostoma* sp, *Conodon* sp, *Creagrutus* sp, *Crenicichla* sp, *Epinephelus* sp, *Eugerres* sp, *Farlowella* sp, *Gymnothorax* sp, *Hoplomyzon* sp, *Knodus* sp, *Lasiancistrus* sp, *Lepophidium* sp, *Mugil* sp, *Mylossoma* sp, *Pimelodella* sp, *Pimelodus* sp, *Psalidodon* sp, *Pterygoplichthys* sp, *Rhamdia* sp, *Selene* sp, *Sorubim* sp, *Sphyaena* sp y *Trichomycterus* sp. Debido a que muchos de estos géneros corresponden a especies de las regiones del Pacífico y el Atlántico colombiano, ejemplares nuevos en la colección y algunas especies que aún no han sido descritas. Por consiguiente, es necesario identificar los 314 ejemplares restantes, ya que esto impide una evaluación completa del estado de la colección.

Figura 7: Identificación Taxonómica de la colección de ictiología.



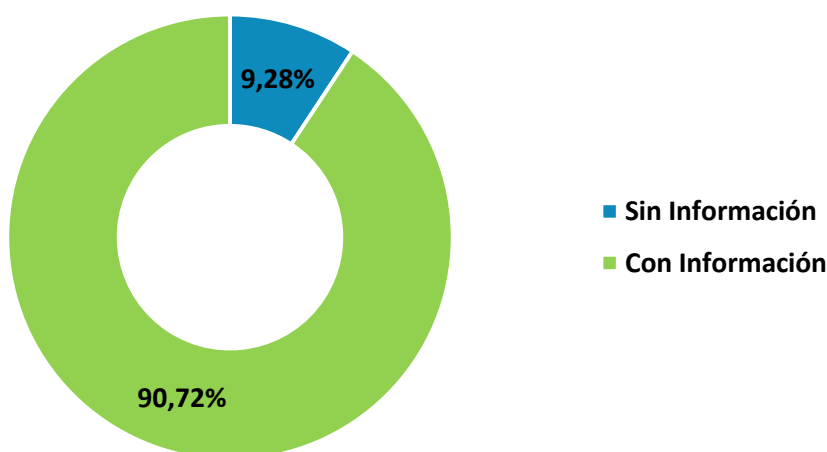
5.3.5. Completitud de los datos

El análisis de completitud de datos en la colección muestra que el 9.28% de los campos obligatorios para los ejemplares colectados carecen de información (figura 7). La colección cuenta con 18 campos obligatorios, que incluyen la taxonomía de los ejemplares, datos geoespaciales y medidas morfométricas.

Todos los ejemplares de la colección están identificados hasta el nivel de género, esto permite maximizar el valor científico y educativo de la colección, ya que facilita la investigación en estudios como la biogeografía, ecología y conservación. Sin embargo, solo el 72.8% de los ejemplares está identificado hasta especie, lo que implica que existen 314 registros que presentan curatoria incompleta.

los registros que presentaron una baja completitud fueron la Altitud (75.7% de completitud) y las Coordenadas geográficas (76.0% de completitud). Sin embargo, otros campos asociados a los datos geoespaciales de los ejemplares mostraron una completitud mayor al 80%. A pesar de los problemas que la colección enfrentó, como la falta de mantenimiento y recursos, se han realizado esfuerzos significativos para restaurar y actualizar la Colección. Estos esfuerzos permiten asegurar la integridad de los datos y la utilidad de la colección para futuras investigaciones y esfuerzos de conservación.

Figura 8: *Completitud de los datos de la colección de ictiología.*



5.3.6. Temporalidad

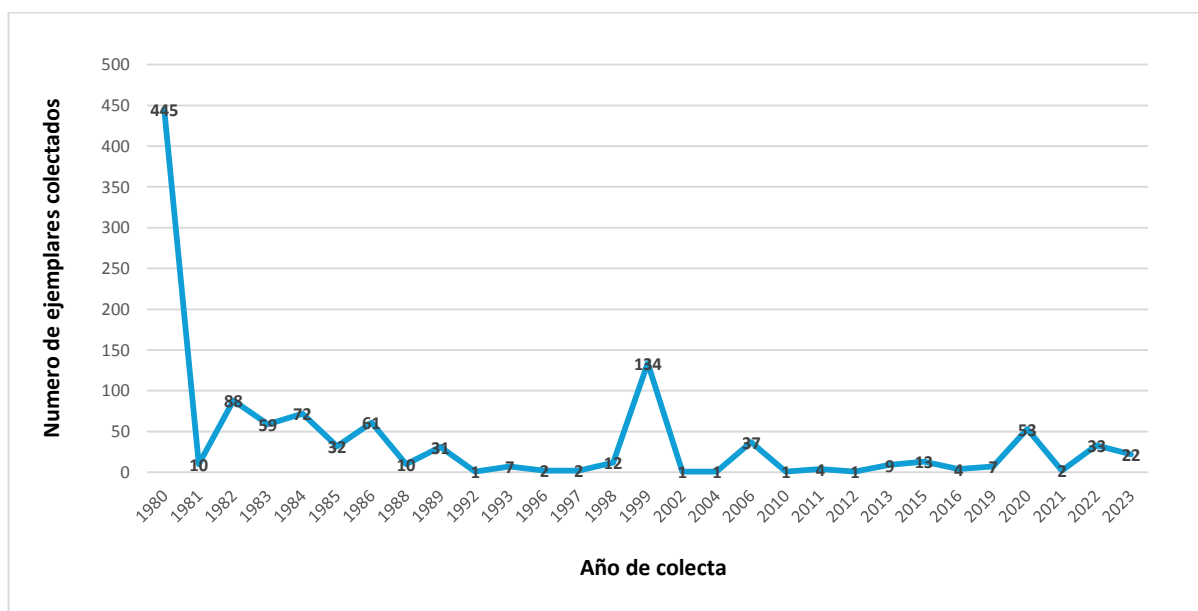
La colección de ictiología de la Universidad de Pamplona fue fundada en 1980, durante su año inaugural, se colectaron numerosos especímenes que formaron la base de esta colección, gracias a los esfuerzos de los estudiantes de la Licenciatura en Biología. Los especímenes más registrados durante este período fueron *Pimelodus clarias* y *Astyanax magdalenae*.

Entre 1981 y 1990, la recolección de especímenes experimentó una disminución significativa (figura 8). Sin embargo, se lograron registrar especies como: *Ancistrus triradiatus*, *Astyanax magdalenae* y *Chaetostoma sovichthys*.

En 1999, se registraron 134 individuos, con una predominancia notable de ejemplares del género *Chaetostoma*, incluyendo *Chaetostoma sovichthys* y *Chaetostoma tachiraense*.

No obstante, entre 2000 y 2012, la colección sufrió un período de abandono, lo que resultó en una disminución en la cantidad de ejemplares colectados y una dependencia de las colectas realizadas por estudiantes. Este período de transición estuvo marcado por factores como traslados, falta Curatoria, recursos insuficientes para la conservación y cuidado de los especímenes, y una reducción en el financiamiento, lo que provocó cambios en las prioridades de colecta.

Desde 2012, se han realizado esfuerzos para restaurar la colección y recuperar la información de los ejemplares. Se ha trabajado en la actualización de los registros en repositorios digitales, como el Sistema de Información sobre Biodiversidad (SIB Colombia) (Sierra et al., 2024). Actualmente, la colección cuenta con 1152 registros, de los cuales 112 no tienen fecha de colecta debido al daño de las etiquetas, como consecuencia, los ejemplares sufrieron deterioro y pérdida de información.

Figura 9: Temporalidad de la colección de ictiología.

Nota. Comportamiento histórico de la Colección de Ictiología de la Universidad de Pamplona.

6. Conclusiones

La colección ictiológica de la Universidad de Pamplona presenta un índice de salud del 96%, lo que indica un excelente estado de conservación. La mayoría de los ejemplares cuentan con datos completos, lo que refuerza la calidad y utilidad de esta colección para fines de investigación y conservación.

La colección ofrece una representatividad taxonómica y geográfica significativa, con la mayoría de los ejemplares debidamente identificados. Aunque la colección está fuertemente centrada en la región del Catatumbo, también se observa una representación de la cuenca del Margua-Sarare. Sin embargo, los registros de esta última son limitados, lo que indica la necesidad de realizar esfuerzos de investigación en esta área.

Es importante añadir, que el análisis de especie amenazadas de la colección se realizó basándose en el “Libro Rojo de Peces de Agua Dulce de Colombia” del año 2012. Dado que han transcurrido más de una década desde la publicación de este libro, la información puede estar desactualizada, debido a que

las condiciones ambientales, las presiones antropogénicas y las poblaciones de especies pueden haber cambiado significativamente desde entonces. Por lo tanto, aunque este análisis proporciona una visión útil, es crucial realizar investigaciones y evaluaciones más recientes para obtener una imagen precisa del estado actual de conservación de estas especies.

se han realizado esfuerzos para mantener actualizados los registros biológicos y subir información al Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB Colombia). Sin embargo, por problemas administrativos no se ha podido subir la información en su totalidad, por lo que la mayoría de los datos asociados a los registros de la colección no se encuentran accesibles de manera abierta.

La colección de ictiología de la Universidad de Pamplona no solo sirve como un recurso para la investigación académica, sino que también juega un papel crucial en la conservación de la biodiversidad acuática y en la educación de futuros biólogos y conservacionistas. La restauración y el mantenimiento de esta colección son esenciales para preservar este recurso invaluable para las generaciones futuras. Sin embargo, se requieren esfuerzos continuos para mantener y mejorar la calidad de la colección, así como para actualizar y expandir la información disponible.

7. Bibliografía:

Aiken, K.A., Dooley, J., Collette, B.B., Marechal, J., Pina Amargos, F. & Singh-Renton, S. (2015). *Priacanthus arenatus* (errata version published in 2017). Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T198558A19929489.en>.

Armbruster, J.W. (2023). *Ancistrus triradiatus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T49829936A176013285.en>.

Armbruster, J.W. (2023). *Hypostomus plecostomus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T176017246A176017284.en>.

Brejão, G.L. (2022). *Pseudopimelodus bufonius*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-2.RLTS.T49829891A160295415.en>.

Campos, D. (2004). Informe de curaduría “Familia Braconidae en la colección IAvH”. Recuperado de http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/inventarios/Informe_de%20_curaduriabraconidae.pdf

Cárdenas Hincapié, J. S. (2017). Diagnóstico del estado de la colección de anuros del Museo de La Salle Bogotá. Recuperado de <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/19>

Cárdenas Hincapié, J. S. (2017). Diagnóstico del estado de la colección de anuros del Museo de La Salle Bogotá. Recuperado de <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/19>

Carlson, J., Charvet, P., Blanco-Parra, MP, Briones Bell-Iloch, A., Cardenosa, D., Derrick, D., Espinoza, E., Morales-Saldaña, J.M., Naranjo-Elizondo, B., Pacoureaux, N., Schneider, E.V.C., Simpson, N.J., Pollom, R. & Dulvy, N.K. (2020). *Hypanus americanus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T181244884A104123787.en>.

Collette, B.B., Pina Amargos, F., Smith-Vaniz, W.F., Russell, B., Marechal, J., Curtis, M., Dooley, J. & Singh-Renton, S. (2015). *Trichiurus lepturus* (errata version published in 2017). Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T190090A19929379.en>.

Corredores Hurtado, L. M. (2009). Diagnóstico de la colección de referencia de anfibios de la Pontificia Universidad Javeriana (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Daniels, A. (2019). *Rhamdia quelen*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T186386A1812282.en>.

Darwin Core Maintenance Group. 2021. List of Darwin Core terms. Biodiversity Information Standards (TDWG). <http://rs.tdwg.org/dwc/doc/list/2021-07-15>

Di Dario, F. (2020). *Cetengraulis mysticetus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T183878A102902497.en>.

Diouf, K., Awaïss, A., Azeroual, A., Getahun, A. & Lalèyè, P. (2020). *Synodontis clarias*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T181958A134961781.en>.

DoNascimento C, Agudelo-Zamora H D, Bogota-Gregory J D, Méndez-López A, Ortega-Lara A, Lasso C, Cortés-Hernández M A, Albornoz Garzón J G, Villa-Navarro F A, Netto-Ferreira A L, Lima F T C, Thomaz A, Arce H. M (2024): Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v2.16. Asociación Colombiana de Ictiólogos. Dataset/Checklist. <https://doi.org/10.15472/numrso>

DoNascimento, C., Bogotá Gregory, J. D., Albornoz Garzón, J. G., Méndez López, A., Villa Navarro, F. A., Herrera Collazos, E. E., Agudelo Zamora, H., & Arce H. M. (2023). Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia (v2.15). Asociación Colombiana de Ictiólogos. <https://doi.org/10.15472/numrso>

DoNascimento, C., Bogotá Gregory, J. D., Albornoz Garzón, J. G., Méndez López, A., Villa Navarro, F. A., Herrera Collazos, E. E., Agudelo Zamora, H., & Arce H. M. (2021). Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia (v2.13). Asociación Colombiana de Ictiólogos. <https://doi.org/10.15472/numrso>

DoNascimento, C., Bogotá Gregory, J. D., Albornoz Garzón, J. G., Méndez López, A., Villa Navarro, F. A., Herrera Collazos, E. E., Agudelo Zamora, H., & Arce H. M. (2023). Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia (v2.15). Asociación Colombiana de Ictiólogos. <https://doi.org/10.15472/numrso>

DoNascimento, C., Herrera-Collazos, E.E., Herrera-R., G.A., Ortega-Lara, A., Villa-Navarro, F.A., Usma-Oviedo, J.S., Maldonado-Ocampo, J.A. (2017). Lista de control de los peces de agua dulce de Colombia: una alternativa Darwin Core a la actualización problema. *ZooKeys* 708: 25-138. <https://doi.org/10.3897/zookeys.708.13897>

Dooley, J., Collette, B., Aiken, K.A., Marechal, J., Pina Amargos, F., Robertson, R., Kishore, R. & Singh-Renton, S. (2015). *Chaetodipterus faber*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T16435530A16509752.en>.

Espitia, J.E. (2008). Evaluación del estado actual de la colección de ictiología del Museo de La Salle desde la perspectiva del Índice de Salud de la colección y los indicadores de conocimiento sobre diversidad. (Trabajo de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 91 pp. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/1066>

Frederico, R.G. (2022). *Schizodon fasciatus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-2.RLTS.T187216A1824859.en>.

Frederico, R.G. (2023). *Megalechis thoracata*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T187123A1823464.en>.

Frederico, R.G., Reis, R. & Lima, F. (2022). *Leporinus striatus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-2.RLTS.T167629A53819878.en>.

Froese, R., and D. Pauly. Editors. 2023. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2023). Species summary for *Salmo trutta* (brown trout). Retrieved from <https://www.fishbase.se/summary/Salmo-trutta.html>

Galvis, G., Mojica, J. I. & Camargo, M. (1997). Peces del Catatumbo. EcopetrolOxy-Shell-Asociación Cravo Norte, D'Vinni Edit. Ltda., Bogotá D.C., Colombia, 188 p.

GBIF.org (2023), ¿Qué es Darwin Core y por qué es importante? Disponible en: <https://www.gbif.org/es/darwin-core>

Góes de Araújo, M.L. (2009). *Potamotrygon yepezi*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161573A5455121.en>.

Gropp, R.E. (2018). Specimens, Collections, and Tools for Future Biodiversity-Related Research. *BioScience*, 68(1), 3-4. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix155>

Gropp, R.E. (2018). Specimens, Collections, and Tools for Future Biodiversity-Related Research. *BioScience*, 68(1), 3-4. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix155>

Grupo de mantenimiento de Darwin Core. 2021. Lista de términos de Darwin Core. Estándares de Información sobre Biodiversidad (TDWG). <http://rs.tdwg.org/dwc/doc/list/>

Grupo de mantenimiento de Darwin Core. 2021. Lista de términos de Darwin Core. Estándares de Información sobre Biodiversidad (TDWG). <http://rs.tdwg.org/dwc/doc/list/>

Instituto Alexander Von Humboldt (IAvH). (2022). Las Colecciones Biológicas, ¡fundamentales para la conservación de la Biodiversidad!, Recuperado el 15 de septiembre de 2022, de Red De Desarrollo Sostenible: <https://tinyurl.com/2p8vhhb6>

Instituto Alexander Von Humboldt (IAvH). (2022). Las Colecciones Biológicas, ¡fundamentales para la conservación de la Biodiversidad!, Recuperado el 15 de septiembre de 2022, de Red De Desarrollo Sostenible: <https://tinyurl.com/2p8vhhb6>

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). (2022). Sorubim lima. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T187047A1822324.pt>.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). Estudio Nacional del Agua. Bogotá. 496 pp.

IUCN. 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on [05/07/2024].

Jimenez-Segura, L. & Alonso, J. C. (2016). *Cynopotamus magdalenae*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T61660599A61660607.en>.

Jimenez-Segura, L. & Villa-Navarro, F. (2016). *Triportheus magdalenae*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49830754A61474148.en>.

Lasso, C. A., Usma Oviedo, J. S., Villa, F., Sierra-Quintero, M. T., Ortega-Lara, A., Mesa, L. M., Patiño, M. A., Lasso-Alcalá, O. M., Morales-Betancourt, M. A., González-Oropesa, K., Quiceno, M. P., Ferrer, A., & Suárez, C. F. (2009). Peces de la Estrella Fluvial Inírida: ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y Orinoco (Orinoquia colombiana). *Biota Colombiana*, 10, 89-122.

Liu, J., Zapfe, G., Shao, K.-T., Leis, J.L., Matsuura, K., Hardy, G., Liu, M. & Tyler, J. (2015). *Balistes capricus* (errata version published in 2016). Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T193736A97662794.en>.

Lyons, T.J. & González, R. (2020). *Lasiancistrus caucanus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T49829559A164695383.en>.

Lyons, T.J. (2020). *Gasteropelecus maculatus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T49830505A159145776.en>.

Lyons, T.J. (2020). *Hoplias malabaricus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T186393A1812387.en>.

Lyons, T.J. (2020). *Roeboides dayi*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T49830722A150106992.en>.

Lyons, T.J. (2022). *Andinoacara pulcher* (amended version of 2021 assessment). Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T64791019A214850080.en>.

Lyons, T.J. (2023). *Ctenolucius hujeta*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T49830565A149252587.en>.

Lyons, T.J., González, R. & Armbruster, J.W. (2020). *Crossoloricaria variegata*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T49829674A164695388.en>.

Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Usma O., J. S., Galvis V., G., Villa-Navarro, F. A., Vásquez G., L., PradaPedreros, S., & Ardila R., C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt». Bogotá, D.C. - Colombia. 346 p.

Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma O., J.S., Galvis V., G., Villa-Navarro, F.A., Vásquez G., L., Prada-Pedreros, S. y Ardila R., C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. - Colombia.

Maldonado-Ocampo, J.A., Vari, R. P., & Usma, J. S. (2008). Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana*, 9, 143-237.

Mallinson, J. & Lyons, T.J. (2020). *Ageneiosus pardalis*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T49830485A85567314.en>.

Mallinson, J. & Lyons, T.J. (2020). *Cyphocharax magdalenae*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T49829701A61473518.en>.

Martínez de la Vega, G. (2020). Colecciones biológicas.

Martínez, D., & Medina, C. (2017). Diagnóstico de la colección de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Museo entomológico Francisco Luis Gallego, Universidad Nacional de Colombia, campus Medellín. *Revista de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*, 6(1), 93-106.

Martínez, S. I. y González, J. E. (2003). La Colección de Anfibios de Madrid del Museo Nacional de Ciencias Naturales y su Utilidad en Conservación. *Graellsia*, 59(2-3), 23 pp.

Martinez, M.M, Sierra, J.A & Cardona, Y. (2020). Metales pesados (Cd, Ni, Mn) en agua y tejidos de bocachico (*Prochilodus reticulatus*), y rampuche (*Pimelodus grosskopfii*), en el corregimiento de Tres Bocas, cuenca del Catatumbo, norte de Santander, Colombia.

McGinley, R.J. (1993). Where's the management in collection management? Planning for improved care, greater use, and growth of collections. *International Symposium and First World Congress on the preservation and conservation of Natural History Collections*. Vol. 3: 309-333.

Medina, C. (2014). Las Colecciones Biológicas, ¡fundamentales para la conservación de la Biodiversidad! Instituto Humboldt. Recuperado de <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/actualidad/item/999-colecciones-conservacion-biodiversidad>

Mejía-Falla, P.A., Márquez-Velázquez, V. & Navia, A.F. (2024). *Potamotrygon magdalenae*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2024-1.RLTS.T161385A124475262.en>.

Mesa-Salazar, L. & Mojica, J. (2016). *Pterygoplichthys undecimalis*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49830619A61474088.en>.

Mesa-Salazar, L., Sanchez-Duarte, P. & Perez, A. (2023). *Hypostomus hondae*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T49830015A61473693.en>.

Mojica, J. (2016). *Xyliphius magdalenae*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49830732A61474138.en>.

Mojica, J. I., Castellanos, C., Usma, J. S., & Álvarez-León, R. (Eds.). (2002). Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.

Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

Ortega-Lara, A., Lasso-Alcalá, O. M., Lasso, C. A., de Pasquier, G. A., & Bogotá-Gregory, J. D. (2012). Peces de la cuenca del río Catatumbo, cuenca del Lago de Maracaibo, Colombia y Venezuela. *Biota Colombiana*, 13, 71-98.

Padial, J. M., Castroviejo-Fisher, S., Merchan, M., Cabot, J., & Castroviejo, J. (2003). La colección herpetológica de Bolivia depositada en la Estación Biológica de Doñana. *Graellsia*, 59(1), 5–13. <https://doi.org/10.3989/graeellsia.2003.v59.i1.219>

Pardo, J.L.M. (2022). El valor actual de las colecciones científicas aplicaciones en biología de las especies, conservación y cambio global (Doctoral dissertation, Universidad de Almería).

Perez, A. (2023). *Astyanax magdalenae*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T49830755A61474153.en>.

Perez, A. (2023). *Caquetaia kraussii*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T49830188A175978616.en>.

Perez, A. (2023). *Chaetostoma sovichthys*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T49830741A176015289.en>.

Perez, A. (2023). *Chaetostoma tachiraense*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T49830299A178670659.en>.

Perez, A. (2023). *Doraops zuloagai*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T85282044A85282048.en>.

Perez, A. (2023). *Lamontichthys maracaibero*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T178671179A178671184.en>.

Perez, A. (2023). *Pimelodella chagresi*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T49829596A178662301.en>.

Perez, A. (2023). *Spatuloricaria phelpsi*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T178671283A178671288.en>.

Perez, A. (2024). *Mylossoma acanthogaster*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2024-1.RLTS.T85281344A85281358.en>.

Pollom, R., Charvet, P., Avalos, C., Blanco-Parra, MP, Derrick, D., Espinoza, E., Faria, V., Herman, K., Mejía-Falla, P.A., Motta, F., Nunes, J., Rincon, G. & Dulvy, N.K. (2020). *Pseudobatos percellens*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T161373A887217.en>.

Pollom, R., Herman, K., Lasso-Alcalá, O., Mejía-Falla, P.A. & Navia, A.F. (2020). *Urotrygon venezuelae*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T63156A124463656.en>.

Ramírez, J. C., Rueda, P. J., & Sierra, J. A. (2014). Estado de la Colección Herpetológica, Museo de Ciencias Naturales José Celestino Mutis. Semillero de investigación en recursos Naturales (SIRENA). Fundación RedCOLSI. Universidad de Pamplona, Colombia.

Registro Nacional de Colecciones biológicas. (2024). Colección registrada con el Registro Nacional de Colecciones Biológicas (RNC), con el número 076. (En línea). (Citado 8 de junio de 2024). Recuperado de: <http://rnc.humboldt.org.co/admin/index.php/registros/detail/1646>

Reis, R & Lima, F. (2009). *Dasylicaria filamentosa*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T167781A6381550.en>.

Reis, R & Lima, F. (2009). *Panaque suttonorum*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T167757A6377591.en>.

Reis, R & Lima, F. (2009). *Pimelodus coprophagus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T167739A6375145.en>.

Rodríguez-Olarte, D., Taphorn, D.C., DoNascimento, C., Mojica, J.I., Usma, S. & Herrera-Collazos, E.E. (2021). *Lebiasina erythrinoides*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T49830642A176012857.en>.

Rodríguez-Olarte, D., Taphorn, D.C., Mojica, J.I., Usma, S., Villa-Navarro, F. & Herrera-Collazos, E.E. (2021). *Parodon suborbitalis*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T49829685A176025974.en>.

Sanchez-Duarte, P. (2016). *Spatuloricaria gymnogaster*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49830396A61473958.en>.

Sidlauskas, B.L. (2022). *Cyphocharax aspilos*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-2.RLTS.T178536438A178536455.en>.

Sierra Leal J A, Sarmiento Bautista J, Bolívar Buitrago L E (2024): Colección de Zoología General de la Universidad de Pamplona. v2.7. Universidad de Pamplona. Dataset/Occurrence. <https://doi.org/10.15472/qmwz8a>

Simmons, J. E. (1999). Colecciones de Historia Natural: almacenamiento de colecciones y datos a largo plazo. Kansas. Apoyo. 9(2). 4p.

Simmons, J. E., & Muñoz-Saba, Y. (Eds.). (2005). Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas (pp. 288-288). Bogotá DC, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Smith-Vaniz, W.F., Brown, J., Pina Amargos, F., Williams, J.T. & Curtis, M. (2015). *Chloroscombrus chrysurus* (errata version published in 2017). Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T16437187A16510252.en>.

Smith-Vaniz, W.F., Williams, J.T., Pina Amargos, F., Curtis, M. & Brown, J. (2015). *Trachinotus carolinus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T16507646A16510412.en>.

Taphorn, D.C. & Rodríguez-Olarte, D. (2022). *Knodus meridae*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T175966823A175966850.en>.

Taphorn, D.C., DoNascimento, C., Herrera-Collazos, E.E., Mojica, J.I., Rodríguez-Olarte, D. & Villa-Navarro, F. (2021). *Astyanax fasciatus*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T186878A1819739.en>.

Tognelli, M. F., Lasso, C. A., Bota-Sierra, C. A., Jiménez-Segura, L. F., & Cox, N. A. (Eds.). (2016). Estado de conservación y distribución de la biodiversidad de agua dulce en los Andes tropicales. UICN. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.02.es>

Torres, J. (2021). Evaluación biológica de los recursos ícticos del río Zulia, cuenca del Catatumbo, Colombia.

Tray, E., Leadbetter, A., Meaney, W., Conway, A., Kelly, C., Maoiléidigh, N., de Eyto, N., Moran, S & Brophy, D. (2020). An open-source database model and collections management system for fish scale and otolith archives. *Ecological Informatics*, 59, 101115. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101115>

Vallejo, M. & Acosta, A. (2005). Aplicación de indicadores de conocimiento sobre biodiversidad para el diagnóstico y comparación de colecciones biológicas. *NOVA- Publicación científica*, 3(4), 48-57.

Vilardy, S., Jaramillo, Ú., Flórez, C., Cortés-Duque, J., Estupiñán, L., Rodríguez, J., & Aponte, C. (2014). Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales: una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 100 pp.

Villa-Navarro, F. (2016). *Trachelyopterus insignis*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49830153A61473783.en>.

Villa-Navarro, F. (2016). *Trichomycterus cachiraensis*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T64792676A64890620.en>.

Villa-Navarro, F., Urbano-Bonilla, A., Ortega-Lara, A., Taphorn, D., & Usma, J. S. (2011). Peces del Casanare. En J. S. Usma & F. Trujillo (Eds.), Biodiversidad del Casanare: ecosistemas estratégicos del Departamento (pp. 121-136). Gobernación de Casanare, WWF Colombia. Bogotá.

Villa-Navarro, F., Usma, S., Mesa-Salazar, L. & Sanchez-Duarte, P. (2016). *Pimelodus grosskopfii*. Recuperado el 30 de junio de 2024, de <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49829828A61473588.en>.

Wieczorek J, Bloom D, Guralnick R, Blum S, Döring M, et al. (2012) Darwin Core: un estándar de datos de biodiversidad desarrollado por la comunidad en evolución. PLoS ONE 7(1): e29715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029715>

Wieczorek J, Bloom D, Guralnick R, Blum S, Döring M, et al. (2012) Darwin Core: un estándar de datos de biodiversidad desarrollado por la comunidad en evolución. PLoS ONE 7(1): e29715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029715>

William, S., Richard, R., & Arroyo-Cabrales, J. (1996). Applying McGinley's model for collection assessment to collections of recent vertebrates. Collection Forum, 12(1), 1-8.