

## Capítulo 4

---

# PECES DE LA CUENCA DEL RÍO CRAVO SUR: UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO ACTUAL DE SU CONOCIMIENTO

---

### **Alexander Urbano-Bonilla**

Laboratorio de Ictiología, Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C., Colombia.

### **Henry D. Agudelo-Zamora**

Programa de Informática de la Biodiversidad, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia/Grupo de Investigación en Peces Neotropicales, Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible –FUNINDES.

### **Jhon E. Zamudio**

Dirección Territorial Orinoquía, Parques Nacionales Naturales de Colombia.

### **Carlos DoNascimento**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Boyacá

### **Alejandro Méndez-López**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Boyacá

### **Julián Díaz Timote**

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá

### **Oscar L. Alfonso-Saenz**

Universidad de la Salle, Facultad de Biología, Museo de la Salle Bogotá D.C., Colombia.

# INTRODUCCIÓN

La Orinoquía colombiana representada por acuíferos, nacederos, quebradas, ríos, esteros, madre viejas, morichales y lagunas, da cuenta de su naturaleza anfibia, con el 48 % de los humedales continentales del país (Jaramillo *et al.*, 2015), hospeda 718 especies de peces (DoNascimento *et al.*, 2020). Tanto agua como peces, están bajo presión de actividades antrópicas—minería, producción agrícola y ganadera, entre otras— (Usma y Trujillo, 2011; Urbano-Bonilla *et al.*, 2018), que a su vez alteran la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos (Silveira *et al.*, 2018; Dala-Corte *et al.*, 2019; Collier *et al.*, 2019).

El departamento de Casanare se ubica al noroccidente de la Orinoquía colombiana, y ocupa el 4 % (44.640 km<sup>2</sup>) del territorio nacional. Abarca tres unidades de paisaje: montañas, piedemonte y sabana (Garavito-Fonseca *et al.*, 2011), que son drenadas por la red hídrica asociada a las cuencas de los ríos Casanare, Ariporo, Guachiría, Pauto, Cravo Sur, Cusiana y Upía (IGAC, 1999). A pesar de que se han identificado áreas de alto valor para la conservación —AAVC (Trujillo *et al.*, 2011), este departamento sufre procesos de transformación de los ecosistemas naturales, especialmente en el piedemonte (Ayram *et al.*, 2018; Ayram *et al.*, 2020).

En los últimos años han tenido lugar diferentes investigaciones sobre la biodiversidad de los llanos (Usma y Trujillo, 2011; González *et al.*, 2015; Trujillo *et al.*, 2016; Waldrón *et al.*, 2016, Mora-Fernández y Rodríguez-Posada, 2017), esto ha permitido avanzar en el estudio de los peces del piedemonte y las sabanas (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2013; Urbano-Bonilla y Maldonado-Ocampo 2013; Villa-Navarro *et al.*, 2015; Zamudio *et al.*, 2017a; Zamudio y Preciado 2017; Méndez-López y Urbano-Bonilla, 2017; Montoya-Ospina *et al.*, 2018; Urbano-Bonilla *et al.*, 2009, 2014, 2018), al igual que en aspectos tróficos y reproductivos (Zamudio *et al.*, 2008; Urbano-Bonilla *et al.*, 2016).

Con la realización de exploraciones científicas en la red hídrica del Casanare se han descrito especies nuevas de ronchos (*Chaetostoma joropo* Ballen *et al.*, 2016; *Chatostoma chimu* Urbano-Bonilla y Ballen 2020), alcaldes (*Spatuloricaria terracanticum*) (Londoño-Burbano *et al.*, 2018), bagres ciegos (*Cetopsis varii*) (Abrahão y de Pinna, 2018) y sardinas (*Pristella ariporo*) (Conde-Saldaña *et al.*, 2019). Recientes incursiones en acuí-

feros, asociados a la cuenca del río Cravo Sur, revelan la presencia de bagres subterráneos desconocidos para la ciencia y conocidos por unos pocos pobladores del piedemonte llanero (*Phreatobius* spp., en proceso de descripción).

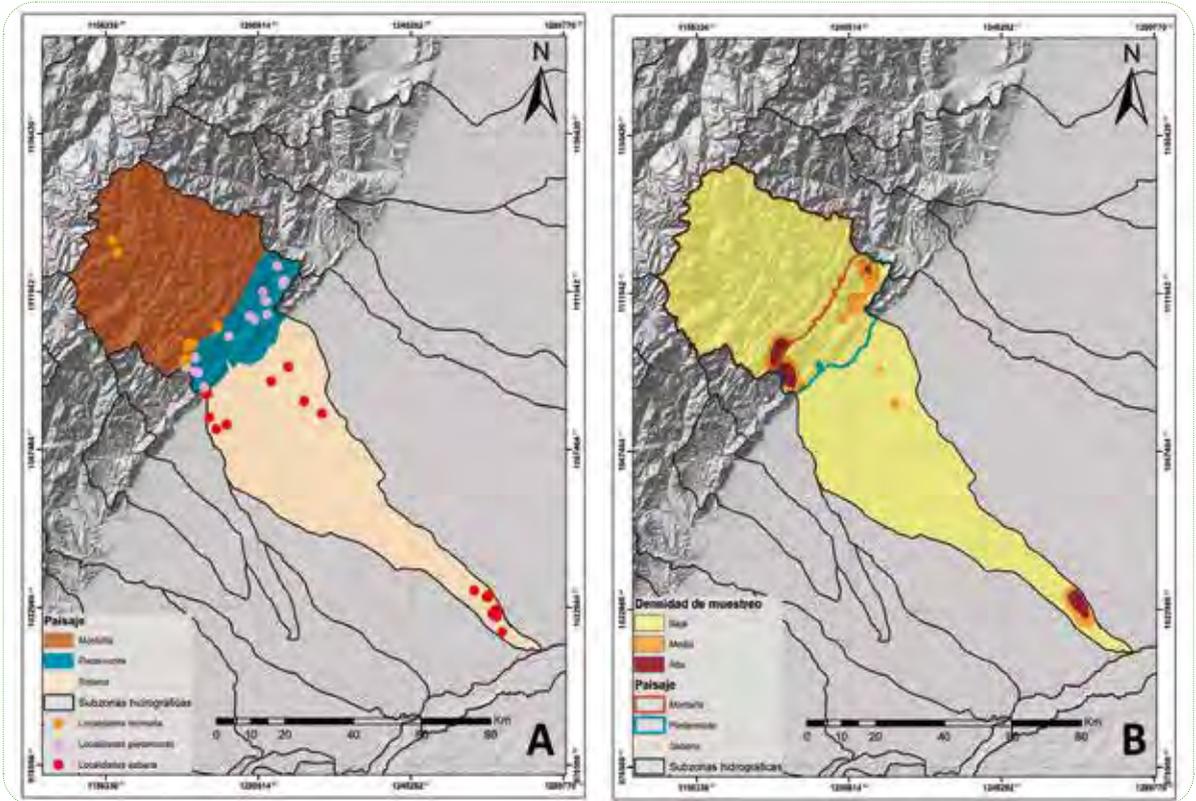
Este estudio presenta el estado actual del conocimiento de los peces de la cuenca del río Cravo Sur (diversidad, endemismos, migraciones y vacíos de información), mediante el análisis de registros biológicos de 48 años (1971-2019), depositados y verificados en colecciones ictiológicas nacionales.

## METODOLOGÍA

---

Para la estimación de la riqueza de especies se consideraron registros biológicos del río Cravo Sur, depositados en colecciones nacionales: i) Museo Javeriano de Historia Natural “Lorenzo Uribe S. J. - MPUJ; ii) Colección Zoológica Universidad del Tolima, Ictiología - CZUT-IC, iii) Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia - ICN-MHN, iv) Colección de Peces de Agua Dulce del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH-P, y v) Colección Ictiológica del Museo de La Salle Bogotá - MLS (Figura 1a). Todas las colecciones están vinculadas al Registro Nacional de Colecciones (RNC) y cuentan con recursos publicados en el Sistema de Información en Biodiversidad (SiB) de Colombia (<https://ipt.biodiversidad.co/sib/>).

**Figura 1.** A) Localidades de muestreo representadas en colecciones ictiológicas nacionales y B) Densidad de muestreo en la subzona hidrográfica del río Cravo Sur.



**Fuente:** Elaboración de los autores, 2020

La validación de los registros siguió el listado de peces de agua dulce de Colombia e incluye los endemismos (DoNascimento *et al.*, 2020). Las inconsistencias taxonómicas se abordaron mediante la revisión de ejemplares depositados en las colecciones. Para identificar las especies migratorias y su categorización se siguió a Usma *et al.*, (2013): Migraciones Cortas - MC, desplazamientos <100 km; Migraciones Medianas - MM desplazamientos entre 100 y 500 km; y Migraciones Grandes - MG desplazamientos extensos >500 km.

La información generada fue publicada en el SiB Colombia (Nodo GBIF Colombia, Global Biodiversity Information Facility, por sus siglas en inglés), cumpliendo el estándar internacional de biodiversidad: Darwin Core (Wieczorek *et al.*, 2012). El listado y

los registros examinados se encuentran alojados en el siguiente enlace: <https://doi.org/10.15472/eeofde>. Todos los resultados y discusiones aquí citadas siguen la versión 1.0 de este conjunto de datos.

La clasificación de las unidades de paisaje se desarrolló a partir de la clasificación de sistemas morfogénicos del IDEAM (2010), que describe las transiciones entre los paisajes de sabana, piedemonte y montaña, entre otros. Posteriormente, esta área se limitó a la subzona hidrográfica del río Cravo Sur.

Para los análisis de densidad de muestreo se siguió la metodología de García-Márquez *et al.*, (2012), donde se tuvo en cuenta la ubicación espacial de las localidades para cada uno de los paisajes y el uso de densidades tipo Kernel, es decir, la densidad de las entidades en la vecindad de las mismas. Los valores de densidad se distribuyen entre 0 y 1, y se clasifican en tres categorías: Baja (0-0,15), Media (>0,15-0,50) y Alta (>0,50-1). Para documentar los usos tradicionales de los peces, se realizaron consultas directas a sabedores locales “llaneros”, que han vivido toda su vida ( $\geq 70$  años) en las riberas del río Cravo Sur, en los sectores de San Luis de Palenque, Yopal y Orocué.

## RESULTADOS

Para la cuenca del río Cravo Sur se registraron 193 taxones (165 identificados a nivel de especie y 25 a nivel de género), pertenecientes a siete órdenes y 39 familias. Los órdenes Characiformes (91 spp.; 47,15 %) y Siluriformes (76 spp; 39,37 %) contienen la mayor diversidad en especies, complementada por Cichliformes (10 spp.), Gymnotiformes (10 spp.), Cyprinodontiformes (3 spp.), Pleuronectiformes (1 sp.), Synbranchiformes (1 sp.) y Sciaenidae (1 sp.) (Anexo 4).

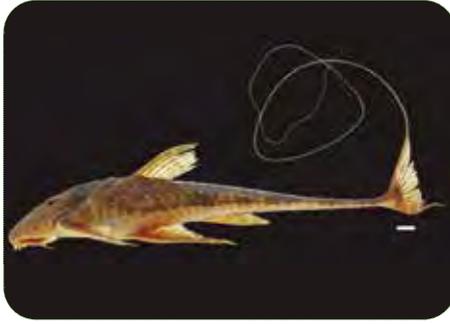
Se identificaron 13 especies endémicas (e.g. cabeza de manteco: *Leporinus boehlkei*, sardinata: *Brycon whitei*, mojarrita: *Apistogramma macmasteri*, cuchillo: *Apteronotus galvisi* y roncho: *Chaetostoma formosae*), que representan 19,1 % de los endemismos de la Orinoquía colombiana (68 spp.) (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2019). Nueve especies son migratorias; de estas, cinco realizan migraciones cortas (sardinata: *Brycon whitei*, ciego: *Cetopsis orinoco*, cabeza de manteco: *Leporinus friderici*, saltador/dorada: *Salminus hilarii* y guarupaya: *Tetragonopterus argenteus*); tres exhiben migraciones medianas (bocachico: *Prochilodus mariae*, cuchareta: *Sorubim lima*, y escarnadora: *Triportheus venezuelensis*); y una sola especie efectúa migraciones grandes (chorrosco: *Pimelodus blochii*).

Para la subzona hidrográfica del río Cravo Sur se registraron 109 localidades de muestreo, distribuidas en los municipios de Mongua en Boyacá, Nunchía, Yopal y Orocué en Casanare; de éstas, tres se encuentran en la unidad de paisaje de montaña (>1000 msnm), siete en el piedemonte (300-1000 msnm) y 16 en sabanas (100–300 msnm) (Figura 1a), mientras que 83 localidades no presentaron datos geográficos detallados.

Las densidades de muestreo para cada una de las unidades de paisaje revelan que para la montaña, sólo el 1,2 % del área es de alta densidad, mientras que el 97 % es de baja densidad; el piedemonte posee un 6 % de alta densidad, 23 % media y el 71 % restante, baja densidad; en la sabana el 1,3 % de su área es alta, 2 % es media y el 96 % restante exhibe baja densidad de muestreo (Figura 1b).

Además de los registros presentados en este estudio (196 spp.), se tiene conocimiento que en la parte baja de la cuenca –municipios de San Luis de Palenque, Yopal y Orocué– se capturan otras especies de peces, utilizadas en medicina tradicional y/o que forman parte de creencias ancestrales locales. Por ejemplo, para tratar la gripa y tos, los pobladores beben el aceite de raya (*Potamotrygon orbignyi* y *P. motoro*), para dolencias reumáticas, calambres y contracturas musculares, el aceite de temblador (*Electrophorus electricus*) es frotado sobre el área afectada. Para aumentar la fertilidad de las mujeres, administran el agua hervida con las “piedras” (otolitos) de la curvinata (*Plagioscion squamosissimus*) y para aumentar la de los hombres, consumen el caldo de curito (*Hoplosternum littorale*, *Megalechis picta* y *M. thoracata*). Los huesos de pescado (preferiblemente caribes: *Pygocentrus cariba*, *Serrasalmus irritans* y *Serrasalmus rhombeus*) son secados al sol, después molidos y consumidos como aditivo en comidas y bebidas (sopa, jugo o leche), para contrarrestar los efectos de la osteoporosis (Barragán V, Bonilla C, González M, Pinto M, Tobian R, comunicaciones personales).

Por otro lado, las siguientes especies son capturadas para el consumo local y/o su comercio: bagres rayados (*Pseudoplatystoma metaense* y *P. orinocoense*), valentón (*Brachyplatystoma vaillantii*), yaque (*Leiarius marmoratus*), amarillo (*Zungaro zungaro*), cabo de hacha (*Sorubimichthys planiceps*), bocado sin hueso (*Platysilurus mucosus*), cajaró (*Phractocephalus hemiliopterus*), cachamas (*Colossoma macropomum* y *Piaractus orinoquensis*), sapuaras (*Semaprochilodus kneri* y *S. laticeps*), palometa (*Mylossoma aureum*) y payaras (*Hydrolycus armatus* y *Rhaphiodon vulpinus*); así como otras, que son capturadas en la pesca incidental (e.g. sierras: *Pterodoras rivasi* y *Oxydoras sifontesi*, y caja sola: *Panaque nigrolineatus*) y que forman parte de la dieta de las comunidades ribereñas del río Cravo Sur (Urbano-Bonilla, obs. per.). Ninguna de las especies anteriores cuenta con ejemplares en las colecciones biológicas del país, provenientes de la cuenca del río Cravo Sur, por lo que se incluyen en el listado general.



**Figura 2.** Alcalde (*Spatuloricaria terracanticum*).  
Foto: Yecid Rojas



**Figura 3.** Amarillo (*Zungaro zungaro*) Foto:  
Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 4.** Bocachico (*Prochilodus mariae*)  
Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 5.** Cabeza manteco (*Leporinus boehlkei*)  
Foto: Jorge E. García-Melo



**Figura 6.** Cachama (*Piaractus orinoquensis*)  
Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 7.** Cajaro (*Phractocephalus hemioliopus*) Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 8.** Caribe (*Pygocentrus cariba*) Foto:  
Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 9.** Caribe (*Serrasalmus irritans*) Foto:  
Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 10.** Caribe (*Serrasalmus rhombeus*)  
Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 11.** Chorroscos (*Pimelodus blochii*)  
Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 12.** Ciego (*Cetopsis coecutiens*)  
Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 13.** Ciego (*Cetopsis varii*)  
Foto: Vitor Abrahão



**Figura 14.** Cuchillo (*Apteronotus galvisi*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 15.** Curito (*Hoplosternum littorale*)

Foto: Jorge E. García Melo



**Figura 16.** Curito (*Megalechis picta*)

Foto: Alejandro Mendéz-López



**Figura 17.** Curvinata (*Plagioscion squamosissimus*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 18.** Escarnadora (*Triportheus venezuelensis*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 19.** Guarupaya (*Tetragonopterus argenteus*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 20.** Mojarrita (*Apistogramma macmasteri*)

Foto: Jhon E. Zamudio



**Figura 21.** *Phreatobius* sp.

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 22.** Rayado (*Pseudoplatystoma orinocoense*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 23.** Roncho (*Chaetostoma formosae*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 24.** Roncho (*Chaetostoma joropo*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 25.** Roncho (*Chaetostoma chimu*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 26.** Saltador-dorada (*Salminus hilarii*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 27.** Sardina (*Pristella ariporo*)

Foto: Cristhian Conde-Saldaña



**Figura 28.** Sardinata (*Brycon whitei*)

Foto: Alexander Urbano-Bonilla



**Figura 29.** Temblador (*Electrophorus electricus*)

Foto: Jorge E. García Melo



**Figura 30.** Valentón (*Brachyplatystoma vaillantii*) Foto: Alexander Urbano-Bonilla

En el anexo 4 se presenta la lista de especies de peces de la cuenca.

## DISCUSIÓN

En Colombia, las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco poseen el mayor número de especies de peces (DoNascimento *et al.*, 2019), a pesar de que existen unidades de paisaje –montañas, piedemonte y sabana– que continúan inexploradas, como se demuestra aquí. Actualmente, se cuenta con listados de especies para los ríos que drenan la cuenca del río Orinoco (Lasso *et al.*, 2004, 2009, 2016; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2006, 2013; Villa-Navarro *et al.*, 2017; DoNascimento *et al.*, 2018; Mesa-Salazar *et al.*, 2019), muchos de estos con aproximaciones sobre su esfuerzo de muestreo, nivel de conocimiento y vacíos de información (Lasso *et al.*, 2016).

Sobre el conocimiento de peces de la cuenca del río Cravo Sur, en su zona de piedemonte, se tenía el registro de 96 especies verificables en las diferentes colecciones del país (Urbano-Bonilla *et al.*, 2009). Posterior a esto, se recopiló información para toda la cuenca, alcanzando así 171 especies (Villa-Navarro *et al.*, 2011). Sin embargo, tanto las listas como el número de especies tienden a quedar desactualizados, como se demuestra en este trabajo, donde se presentan 196 especies. Esto es debido a que la actualización taxonómica de los registros disponibles en las colecciones ictiológicas, queda con frecuencia rezagada de la mayor dinámica de los estudios de taxonomía y biogeografía de peces. Lo anterior se ha convertido en un problema para la gestión de los recursos hidrobiológicos y la toma de decisiones dentro de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA.

En la actualización del POMCA del río Cravo Sur se evaluó la diversidad de anfibios, reptiles, aves, mamíferos y vegetación. Sin embargo, los peces no fueron incluidos, excepto en la priorización de problemas y conflictos, donde se identifica la pesca indiscriminada con un valor medio, y además se permiten usos agrícolas, especialmente en la parte alta de la cuenca (CORPORINOQUÍA, 2018). Los POMCA son instrumentos de planificación del uso coordinado del suelo, agua, flora y fauna de las cuencas hidrográficas; por lo tanto, es prioritario integrar la información generada en el estudio “Lista de peces presentes en la cuenca del río Cravo Sur” (Universidad Nacional de Colombia, 2020), considerando que se han identificado tensores antrópicos (ver Figuras 41-42; Tabla 63 en CORPORINOQUÍA, 2018), que pueden estar alterando la funcionalidad e integridad biótica y ecológica de la cuenca del río Cravo Sur.

De acuerdo con la publicación de datos en el SiB-Colombia, algunos registros del Casanare y Meta han sido verificados directamente en las colecciones biológicas del país (MPUJ, CZUT-IC, IAvH-P, ICN-MHN, MLS). Este es el caso de la unidad de paisaje del piedemonte de la Orinoquía colombiana, que registra 361 especies de peces (Zamudio

*et al.*, 2017a), distribuidas en las cuencas de los ríos Casanare, con 180 especies (Zamudio *et al.*, 2017b), Cusiana con 241 especies (Urbano-Bonilla *et al.*, 2018), Cravo Sur, con 196 especies (Universidad Nacional de Colombia, 2020) y 180 especies de las sabanas inundables asociadas a la cuenca baja del río Guachiría (Urbano-Bonilla *et al.*, 2017).

Estos valores de riqueza “aparentemente” son altos. Sin embargo, cuando se observa la distribución de los sitios de muestreo en toda la cuenca, existen áreas aún inexploradas. Por lo tanto, los valores de riqueza pueden ser bajos, considerando el poco conocimiento que tenemos de estas áreas con bajo o nulo muestreo. Así, en la medida que se realicen expediciones científicas a las cuencas de la Orinoquía, la información sobre la riqueza de especies de peces será más precisa y robusta, también se evidenciarán patrones de distribución (altitudinal y longitudinal) y, además, se propiciará la posibilidad de hallar especies nuevas (e.g. *Phreatobius* sp.). Asimismo, esta información es útil y necesaria para enfocar esfuerzos de manejo y conservación, a través de proyectos de cooperación interinstitucional entre universidades, centros de investigación, corporaciones autónomas regionales y ONG.

Las estrategias y esfuerzos de conservación se fundamentan principalmente en áreas de alta riqueza, riesgo de extinción y endemismo de especies (Wilson *et al.*, 2007). De este modo, las especies endémicas y áreas de endemismo son útiles para la conservación de la biodiversidad (Lamoreux *et al.*, 2006). La porción andina de la cuenca del río Orinoco en Colombia, que comprende los paisajes de montaña y piedemonte, es considerada de gran importancia por la presencia de especies de peces endémicas y, como tal, ha sido identificada como un área de endemismo (Zamudio y Maldonado-Ocampo 2021).

La cuenca del río Cravo Sur no es ajena a esta condición, ya que, con 13 especies endémicas en áreas de piedemonte y montaña, respalda la condición de Área de Alto Valor para la Conservación –AAVC. A esto se suma el registro de *Phreatobius* sp., una especie no descrita de bagre; estos peces diminutos (20-35 mm de longitud estándar), viven en aguas subterráneas (acuíferos) y dada su distribución presumiblemente restringida –Yopal–, deben ser considerados como endémicos. Por lo tanto, se debe promover la conservación de los acuíferos y monitorear el efecto de las actividades agrícolas, ganaderas e industriales (sísmica), sobre estos ambientes y sus especies. Esto toma mayor relevancia al encontrar que el ecosistema del piedemonte andino del Orinoco, actualmente está categorizado En Peligro Crítico (CR), según criterios de la IUCN (Ayram *et al.*, 2020).

En las cuencas de la Orinoquía, las especies migratorias generalmente son capturadas durante la “subienda o ribazón”, e incluyen juveniles y subadultos que no han alcanzado su madurez sexual, a pesar de la existencia de vedas de pesca para las especies

comerciales (Lasso *et al.*, 2011). Los ambientes acuáticos del piedemonte cumplen un papel ecológico en el mantenimiento y reproducción de especies migratorias (e.g. bocachico: *Prochilodus mariae*, saltador/dorada: *Salminus hilarii*, amarillo: *Zungaro zungaro*, chorrosco: *Pimelodus blochii*, y cuchareta: *Sorubim lima*), las cuales son de gran importancia para la pesca local, por parte de las comunidades campesinas asentadas en las riberas del río Cravo Sur.

Por lo tanto, es prioritario desarrollar estudios enfocados en la dinámica poblacional, exigencias biológicas y ecológicas de los peces migratorios, a fin de estimar cuotas de extracción y actualizar las vedas de pesca, además de incrementar las campañas de educación y sensibilización ambiental, sobre las épocas de migración y el uso responsable del recurso pesquero. Esto permitirá asegurar la capacidad de renovación de las poblaciones naturales y ayudará a las autoridades competentes en el ordenamiento y manejo del recurso pesquero.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

Este estudio permitió ampliar el conocimiento de la ictiofauna de la región, basándose en la revisión de los registros históricos que se encuentran depositados en colecciones ictiológicas nacionales. La mayoría de estos registros se ubican en el piedemonte y en la parte baja de la cuenca del río Cravo Sur. A pesar de esto, existe un número importante de ecosistemas asociados a la cuenca del río Cravo Sur (lagunas, morichales, caños de tierra firme y caños en bosque inundable), que no han sido explorados y que, a su vez, pueden albergar una riqueza íctica importante. Por lo tanto, la realización de inventarios permitirá llenar vacíos de información en áreas específicas de la cuenca.

La gran variedad de ecosistemas asociados al río Cravo Sur, a pesar de ser áreas para el refugio, alimentación y reproducción de los peces, actualmente están bajo la presión de actividades agrícolas, ganaderas e industriales (sísmica). Por lo tanto, es fundamental continuar con monitoreos espaciales y temporales, que permitan avanzar en el conocimiento de las especies, poblaciones, comunidades, hábitats e interrelaciones. Esto facilitará la elaboración de estrategias en torno a los ecosistemas dulceacuícolas y sus especies, como medidas efectivas en la implementación de planes integrales de manejo y conservación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Abrahão, V. P. y De Pinna, M. C. (2018). *Cetopsis varii*, a new species of whale catfish (Siluriformes: Cetopsidae) from the Meta Basin, Colombia. *Journal of Fish Biology*, 93(1), 110-118. doi:10.1111/jfb.13643

Ayam, C. A. A., Díaz-Timote, J., Etter, A., Ramírez, W. y Corzo, G. (2018). El cambio en la huella espacial humana como herramienta para la toma de decisiones en la gestión del territorio. En L. A. Moreno, G. I. Andrade y M. F. Gómez (Eds.). *Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Ayam, C. A. C., Rothlisberger, A. E., Timote, J. J. D., Buritica, S. R., Ramírez, W. y Corzo, G. (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106630>

Ballen, G. A., Urbano-Bonilla, A. y Maldonado-Ocampo, J. A. (2016). Description of a new species of the genus *Chaetostoma* from the Orinoco River drainage with comments on *Chaetostoma milesi* Fowler, 1941 (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa*, 4105(2), 181-197. doi:10.11646/zootaxa.4105.2.6

Collier, C. A., De Almeida Neto, M. S., De Almeida, G. M. A., Rosa-Filho, J. S., Severi, W. y El-Deir, A. C. A. (2019). Effects of anthropic actions and forest areas on a Neotropical aquatic ecosystem. *Science of the Total Environment*, 691, 367-377. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.07.122

Conde-Saldaña, C. C., Albornoz-Garzón, J. G., García-Melo, J. E., Villa-Navarro, F. A., Mirande, J. M. y Lima, F. C. (2019). A new *Pristella* (Characiformes: Characidae) from the Río Orinoco Basin, Colombia, with a redefinition of the genus. *Copeia*, 107(3), 439-446. doi:10.1643/CI-18-147

CORPORINOQUÍA. (2018). *Actualización del POMCA del río Cravo Sur (2018), Plan de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas*.

Dala-Corte, R. B., Sgarbi, L. F., Becker, F. G. y Melo, A. S. (2019). Beta diversity of stream fish communities along anthropogenic environmental gradients at multiple spatial scales. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(5), 1-17. doi: 10.1007/s10661-019-7448-6

DoNascimento, C., Herrera-Collazos, E. E. y Maldonado-Ocampo, J. A. (2020). *Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia* (versión v2.11). Asociación Colombiana de Ictiólogos. Dataset/Checklist. doi:10.15472/numrso

DoNascimento, C., Mesa-Salazar, L. M., Albornoz-Garzón, J. G., Méndez-López, A., Lasso, C. A., García-Melo, J. E., Sabaj, M. H. y Morales-Betancourt, M. A. (2018). Peces de los ríos Guayabero medio, bajo Losada y bajo Duda, sierra de La Macarena, Meta, Colombia. En C. A. Lasso, M. A. Morales-Betancourt e I. D. Escobar-Martínez (Eds.), *V. Biodiversidad de la sierra de La Macarena, Meta, Colombia. Parte I. Ríos Guayabero medio, bajo Losada y bajo Duda* (pp. 121-177). [Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical]. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Garavito-Fonseca, J., Suárez, S. F., Bravo, A. M., Vargas, R., Cuadros, L., Córdoba, M., Miranda, L., Martínez, Y. y Usma J. S. (2011). Descripción del medio natural del Departamento del Casanare En J. S. Usma y F. Trujillo (Eds.), *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas estratégicos del departamento* (pp. 51-71). Gobernación de Casanare; WWF Colombia.

García-Márquez, J. R. G., Dormann, C. F., Sommer, J. H., Schmidt, M., Thiombiano, A., Da, S. S., Barthlott, W. (2012). A methodological framework to quantify the spatial quality of biological databases. *Biodiversity and Ecology*, 4, 25-39. doi: 10.7809/b-e.0005

González, M. F., Díaz-Pulido, A., Mesa, L. M., Corzo, G., Portocarrero-Aya, M., Lasso, C., Chaves, M. E. y Santamaría, M. (Eds.). (2015). *Catálogo de biodiversidad de la región orinoquense* (Vol. 1) [Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol]. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Ecopetrol S.A.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, (2010). *Sistemas morfogénicos del territorio colombiano. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. (1999). *Paisajes fisiográficos de Orinoquía-Amazonia (ORAM) – Colombia*.

Jaramillo, U., Cortés-Duque, J. y Flórez, C. (Eds.) (2015). *Colombia anfibia. Un país de humedales* (Vol. 1). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Lamoreux, J. F., Morrison, J. C., Ricketts, T. H., Olson, D. M., Dinerstein, E., McKnight, M. W. y Shugart, H. H. (2006). Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism. *Nature*, 440, 212–214. doi:10.1038/nature04291

Lasso, C. A., Machado-Allison, A. y Taphorn, D. C. (2016). Fishes and aquatic habitats of the Orinoco River Basin: diversity and conservation. *Journal of Fish Biology* 89(1), 174–191. doi: 10.1111/jfb.13010

Lasso, C. A., Mojica, J. I., Usma, J. S., Maldonado, J. A., DoNascimento, C., Taphorn, D. C. y Ortega-Lara, A. (2004). Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana*, 5(2), 95–157.

Lasso, C. A., Morales-Betancourt, M. A. y Sánchez-Duarte, P. (2011). Capítulo 5. En C.A. Lasso, E. Agudelo-Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. A. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. De Paula-Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres y A. I. Sanabria-Ochoa (Eds.), *Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia*. I (pp. 57-67) [Serie Editorial Recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia]. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Lasso, C. A., Usma-Oviedo, J. S., Villa, F., Sierra-Quintero, M. T., Ortega-Lara, A., Mesa, L. M. y Suárez, C. F. (2009). Peces de la estrella fluvial Inírida: ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y Orinoco (Orinoquía colombiana). *Biota Colombiana*, 10(1-2), 89–122.

Londoño-Burbano, A., Urbano-Bonilla, A., Rojas-Molina, Y., Ramírez-Gil, H. y Prada-Pedrerros, S. (2018). A new species of *Spatuloricaria* Schultz, 1944 (Siluriformes: Loricariidae), from the Orinoco River Basin, Colombia. *Copeia*, 106(4), 611–621. doi: 10.1643/CI-18-087

Maldonado-Ocampo, J. A., DoNascimento, C, Usma-Oviedo, J. S., Herrera-Collazos, E. E. y García-Melo, J. E. (2019). Biodiversidad de los peces de agua dulce en Colombia. En L. A. Zapata Padilla (Ed.), *La pesca en Colombia: del agua a la mesa* (pp. 19–22). Agenda del Mar. Conservación Internacional Colombia; WWF.

Maldonado-Ocampo, J. A., Lugo, M., Bogotá-Gregory, J. D., Lasso, C. A., Vásquez, L., Usma, J. S., Taphorn, D. C. y Provenzano-Rizzi, F. (2006). Peces del río Tomo, cuenca del Orinoco, Colombia. *Biota colombiana*, 7(1), 113–127.

Maldonado-Ocampo, J. A., Urbano-Bonilla, A., Preciado, J. V. y Bogotá-Gregory, J. D. (2013). Peces de la cuenca del río Pauto, Orinoquía colombiana. *Biota Colombiana*, 14(2), 114–137.

Méndez-López, A. y Urbano-Bonilla, A. (2017). Sabanas inundables de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia: Peces de las cuencas bajas del Guachiría y La Hermosa. *The Field Museum - Chicago* [fieldguides.fieldmuseum.org] N° 908.

Mesa-Salazar, L. M., DoNascimento, C. y Lasso, C. A. (2019). Peces de la subcuenca del río Tomo, Orinoquía colombiana: actualización de la lista de especies. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 17, 12-33. doi: 10.32800/amz.2019.17.0012

Montoya-Ospina, D. C., DoNascimento, C. L., Villa-Navarro, F. A., Taphorn D. C. y Herrera-Collazos, E. E. (2018). *Ictiofauna de las sabanas inundables de las cuencas de los ríos Bitá, Manacacías y Cravo Sur - SULU II. v1.1*. Fundación Omacha; World Wildlife Fund, WWF, Colombia; Dataset/Occurrence. <https://doi.org/10.15472/rmn2cj>.

Mora-Fernández, C. y Rodríguez-Posada, M. E. (2017). *Fauna y flora del Casanare de la montaña a la sabana: una visión integral del territorio*. Gobernación de Casanare.

Silveira, E. L. D., Ballester, E. L. C., Costa, K. A. D., Scheffer, E. W. D. O. y Vaz-dos-Santos, A. M. (2018). Fish community response to environmental variations in an impacted Neotropical basin. *Ecology of Freshwater Fish*, 27(4), 1126-1139. doi: 10.1111/eff.12420

Trujillo, A. F., Suárez, C. F., Usma, J. S., Trujillo, F., Bravo, A. M., Córdoba, M., Villa-Navarro, F., Yara, C., Ayala, L. T., Acosta, A., Alfaro, J. P., Castillo, L. F., Garavito-Fonseca, J., Urbano-Bonilla, A., Zamudio, J., Peña, J., Vergel, D., Combariza R. y Cuéllar J. (2011). Ecosistemas estratégicos del Casanare: áreas de alto valor de conservación. En J. S. Usma y F. Trujillo (Eds.), *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas estratégicos del departamento* (pp. 24-49). Gobernación de Casanare - WWF Colombia.

Trujillo, F. R., Antelo, R. y Usma, S. (Eds.). (2016). *Biodiversidad de la cuenca baja y media del río Meta*. Fundación Omacha; Fundación Palmarito; WWF.

Universidad Nacional de Colombia. (2020). Lista de peces presentes en la cuenca del río Cravo Sur. SiB Colombia. [https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=peces\\_cravo](https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=peces_cravo)

Urbano-Bonilla, A. y Maldonado-Ocampo, J.A. (2013). Peces. En C. Mora-Fernández y L. Peñuela-Recio (Eds.), *Evaluación de la salud ecosistémica de las sabanas inundables asociadas a la cuenca del río Pauto* (pp. 277-336). Yoluka ONG, Fundación de Investigación en Biodiversidad y Conservación; Fundación Horizonte Verde; Ecopetrol S.A.

Urbano-Bonilla, A., Ballen, G. A., Herrera-R, G. A., Zamudio, J., Herrera-Collazos, E. E., DoNascimento, C y Maldonado-Ocampo, J.A. (2018). Fishes of the Cusiana River (Meta River basin, Colombia), with a key to its species. *ZooKeys*, 733, 65-97. <http://doi.org/10.15472/er3svl>

Urbano-Bonilla, A., Méndez-López, A., Roa-Fuentes, C. A. y Herrera-Collazos, E. (2017). *Fishes of the flooded savannas of Paz de Ariporo, Meta River, Orinoco basin*. v2.3. Asociación Colombiana de Ictiólogos; Dataset/Occurrence. <http://doi.org/10.15472/j5wiy>.

Urbano-Bonilla, A., Prada-Pedrerros, S., Zapata, Á., Barrera-Cataño, J. I. y Moreno-Cárdenas, A. C. (2014). Composición y riqueza íctica en quebradas y ríos del piedemonte de la cuenca del río Cusiana, Orinoquía colombiana. *Biota Colombiana*, 15(1), 52-69.

Urbano-Bonilla, A., Zamudio, J. y Maldonado-Ocampo, J. A. (2016). Ecological aspects of *Lebiasina erythrinoides* (Characiformes: Lebiasinidae) from an Andean piedmont stream in Colombia. *Universitas Scientiarum*, 21(1), 98-114. doi: 10.11144/Javeriana.SC21-1.eaol

Urbano-Bonilla, A., Zamudio, J., Maldonado-Ocampo, J. A., Bogotá-Grégory, J. D., Cortés-Millán, G. A. y López, Y. (2009). Peces del piedemonte del departamento de Casanare, Colombia. *Biota Colombiana*, 10(1 y 2), 149-162.

Usma, J. S. y Trujillo, F. (Eds.). (2011). *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas estratégicos del departamento*. Gobernación de Casanare; WWF Colombia.

Usma, J. S., Villa-Navarro, F., Lasso, C. A., Castro, F., Zúñiga-Upegui, P. T., Cipamocha, C., Ortega-Lara, A., Ajiaco, R. E., Ramírez-Gil, H., Jiménez, L. F., Maldonado-Ocampo, J. A., Muñoz, J. y Suárez, J. T. (2013). Peces dulceacuícolas de Colombia. En L. A. Zapata y J. S. Usma (Eds.), *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*. Peces. v. 2. (pp. 79-128). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; WWF Colombia.

Villa-Navarro, F. A., López-Delgado, E. O., Albornoz-Garzón, J. G., Montoya, D., Taphorn, D. C., DoNascimento, C., Usma, S., Mesa-Salazar, L. M. y Lasso, C. A. (2017). Peces (Capítulo 7). En F. Trujillo y C.A. Lasso (Eds.), *IV. Biodiversidad del río Bitá. Vichada, Colombia* (pp. 169-239) [Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical]. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Villa-Navarro, F. A., Roa, M., Albornoz, G. y Montoya, D. (2015). Peces. En C. Osorio-Peláez, C. A. Lasso y F. Trujillo (Eds.), *XIII. Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquía* (pp. 227-249) [Serie Editorial Recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia]. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Villa-Navarro, F., Urbano-Bonilla, A., Ortega-Lara, A., Taphorn, D. y Usma-Oviedo, J. S. (2011). Peces del Casanare. En J. S. Usma, F. Trujillo y L. T. Ayala (Eds.), *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas estratégicos del departamento* (pp. 117-132). Gobernación de Casanare; WWF Colombia.

Waldrón, T., Vieira-Muñoz, M. I., Díaz-Timoté, J. y Urbano-Bonilla, A. (Eds.). (2016). *Orinoquía viva. Biodiversidad y servicios ecosistémicos en el área de influencia del Oleoducto Bicentenario*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Wieczorek, J., Bloom, D., Guralnick, R., Blum, S., Döring, M., Giovanni, R., Robertson, T. y Vieglais, D. (2012). Darwin Core: an evolving community-developed biodiversity data standard. *PLoS One*, 7(1), e29715. doi: 10.1371/journal.pone.0029715

Wilson, K. A., Underwood, E. C., Morrison, S. A., Klausmeyer, K. R., Murdoch, W. W., Meyers, B. y Possingham, H. P. (2007). Conserving biodiversity efficiently: what to do, where, and when. *Plos Biology*, 5(9), 850–1861. doi: 10.1371/journal.pbio.0050223

Zamudio, J. E., & Maldonado-Ocampo, J. A. (2021). *Prioridades para la conservación de los peces de agua dulce en la Orinoquia andina de Colombia*. *Caldasia*, 44(1).

Zamudio, J. E., Maldonado-Ocampo, J. A. y Herrera-Collazos, E. E. (2017a). *Ictiofauna de la orinoquia andina de Colombia*. v1.1. Asociación Colombiana de Ictiólogos. Dataset/Checklist. <http://doi.org/10.15472/f70xtf>.

Zamudio, J. y Preciado, V. (2017). Peces. En C. Mora-Fernández y M. E. Rodríguez-Posada (Eds.), *Fauna y flora del Casanare de la montaña a la sabana: una visión integral del territorio*. Gobernación de Casanare.

Zamudio, J., Urbano-Bonilla, A., Maldonado-Ocampo, J. A., Bogotá-Grégory, J. D. y Cortés-Millán, G. A. (2008). Hábitos alimentarios de diez especies de peces del piedemonte del departamento del Casanare, Colombia. *Dahlia*, 10, 43-56.

Zamudio, J., Urbano-Bonilla, A., Preciado-Silva, V., Rodríguez-Cubillos, D. y Herrera-Collazos, E. E. (2017b). Ichthyofauna of piedmont and savannah environments in the Casanare River drainage, Orinoco Basin, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(2), 199-211. <http://doi.org/10.15472/fjsg8q>.





