

BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376

Volumen 15 · Número 2 · Especial embalses y ríos regulados
Julio - diciembre de 2014



Biota Colombiana es una revista científica, periódica-semestral, que publica artículos originales y ensayos sobre la biodiversidad de la región neotropical, con énfasis en Colombia y países vecinos, arbitrados mínimo por dos evaluadores externos y uno interno. Incluye temas relativos a botánica, zoología, ecología, biología, limnología, pesquerías, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad. El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del (los) autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. El proceso de arbitraje tiene una duración mínima de tres a cuatro meses a partir de la recepción del artículo por parte de *Biota Colombiana*. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Biota Colombiana incluye, además, las secciones de Artículos de datos (*Data papers*), Notas y Comentarios, Reseñas y Novedades bibliográficas, donde se pueden hacer actualizaciones o comentarios sobre artículos ya publicados, o bien divulgar información de interés general como la aparición de publicaciones, catálogos o monografías que incluyan algún tema sobre la biodiversidad neotropical.

Biota colombiana is a scientific journal, published every six months period, evaluated by external reviewers which publish original articles and essays of biodiversity in the neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, fisheries, conservation, natural resources management and use of biological diversity. Sending a manuscript, implies a the author's explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Biota Colombiana also includes the Notes and Comments Section, Reviews and Bibliographic News where you can comment or update the articles already published. Or disclose information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involves topics related with neotropical biodiversity.

Biota Colombiana es indexada en Pubindex (Categoría B), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Pubindex, Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

Biota Colombiana es una publicación semestral. Para mayor información contáctenos / **Biota Colombiana** is published two times a year. For further information please contact us.

Información

www.humboldt.org.co/biota
biotacol@humboldt.org.co
www.sibcolombia.net

Comité Directivo / *Steering Committee*

Brigitte L. G. Baptiste	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Germán D. Amat García	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Francisco A. Arias Isaza	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" - Invemar
Charlotte Taylor	Missouri Botanical Garden

Editor / *Editor*

Carlos A. Lasso	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
-----------------	--

Editora invitada / *Guest editor*

Luz Fernanda Juménez-S.	Instituto de Biología Universidad de Antioquia
-------------------------	---

Editor Datos / *Data papers editor*

Dairo Escobar	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
---------------	--

Coordinación y asistencia editorial

Coordination and Editorial assistance

Susana Rudas Lleras	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
---------------------	--

Comité Científico - Editorial / *Editorial Board*

Adriana Prieto C.	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Ana Esperanza Franco	Universidad de Antioquia
Arturo Acero	Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe.
Cristián Samper	WCS - Wildlife Conservation Society
Donlad Taphorn	Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela
Francisco de Paula Gutiérrez	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Gabriel Roldán	Universidad Católica de Oriente, Colombia
Hugo Mantilla Meluk	Universidad del Quindío, Colombia
John Lynch	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Jonathan Coddington	NMNH - Smithsonian Institution
José Murillo	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Juan A. Sánchez	Universidad de los Andes, Colombia
Martha Patricia Ramírez	Universidad Industrial de Santander, Colombia
Paulina Muñoz	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Rafael Lemaitre	NMNH - Smithsonian Institution, USA
Reinhard Schnetter	Universidad Justus Liebig, Alemania
Ricardo Callejas	Universidad de Antioquia, Colombia
Steve Churchill	Missouri Botanical Garden, USA
Sven Zea	Universidad Nacional de Colombia - Invemar

Impreso por JAVEGRAF

Impreso en Colombia / *Printed in Colombia*

Revista *Biota Colombiana*

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt

Teléfono / *Phone* (+57-1) 320 2767

Calle 28A # 15 - 09 - Bogotá D.C., Colombia

Editorial

La energía eléctrica es fuente indiscutible de bienestar para la población humana, así como para el desarrollo económico de las naciones. Son múltiples las fuentes que pueden proveer de este recurso a la sociedad. Entre las más conocidas están las provenientes de la radiación solar, la presión del vapor de agua, la combustión de biomasa vegetal y fósil (térmicas), mareas (mareomotriz), viento (eólica), isótopos radioactivos (nuclear), la vibración de cristales (piezoeléctrica) y finalmente, la que es de nuestro interés inmediato, la caída del agua (hidroeléctrica). Son varias las fuentes energéticas, pero la energía nuclear y la hidroeléctrica han sido las de mayor uso en el mundo debido a la relación entre la cantidad de energía producida y la inversión realizada. Sin embargo, las modificaciones sobre los sistemas naturales que generan las hidroeléctricas y los riesgos de contaminación asociados con el funcionamiento de las centrales nucleares, son la mayor justificación para que la ciencia a nivel mundial continúe investigando para lograr masificar el uso de fuentes alternativas para generar energía eléctrica.

En Colombia las centrales hidroeléctricas proveen un poco más del 60% de la energía al país. La geomorfología y la producción de agua de nuestro territorio han hecho que sea la fuente de energía más recurrente dentro del sistema nacional de generación de energía. La crisis energética de 1992 promovió cambios definitivos en el funcionamiento del Sistema Nacional de Energía y llevó a que el Estado colombiano hiciera modificaciones importantes en la administración del recurso y así asegurar una capacidad instalada en firme que supliera la demanda de energía eléctrica del país. Estas modificaciones se consignaron en la Leyes 142 y 143 de 1994 y de estos cambios, la separación del sector en generadores, transmisores y comercializadores, fue tal vez el de mayor importancia.

Conscientes de que la formación de un embalse dentro del cauce de un río genera modificaciones en el sistema fluvial y en la biota asociada, el Sistema Nacional Ambiental y las empresas generadoras han venido monitoreando los cambios que se suceden en las cuencas y valorando su magnitud. Esta situación ha generado nuevas oportunidades de investigación para el sector académico colombiano y ha creado líneas de trabajo para la generación de conocimiento en torno a la respuesta de los sistemas naturales a este cambio.

Este número especial de *Biota Colombiana* recoge algunas de las investigaciones realizadas en la última década por las empresas del sector eléctrico y la Academia de nuestro país. Los trabajos aquí presentados muestran la respuesta de la biota acuática a la formación de embalses y se proponen alternativas al mismo tiempo para su manejo, prevención y mitigación. Es sin duda alguna, el primer ejercicio en este sentido en Colombia. Por ello, agradecemos a Emgesa S. A. E.S.P., Isagen S. A. E.S.P. y Empresas Públicas de Medellín (EPM), empresas del sector eléctrico que dentro de su compromiso y responsabilidad con su gestión ambiental, financiaron algunas de las investigaciones que se presentan aquí y, por supuesto, al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Dirección y Subdirección Científica), por habernos brindado este espacio de difusión.

Luz Fernanda Jiménez-Segura

Editora Invitada
Profesor Asociado
Instituto de Biología
Universidad de Antioquia

Carlos A. Lasso A.

Editor *Biota Colombiana*
Instituto de Investigación
de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

Peces migratorios al interior de una central hidroeléctrica: caso Miel I, cuenca del río Magdalena (Caldas-Antioquia), Colombia

Silvia López-Casas, Luz Fernanda Jiménez-Segura y Clara María Pérez-Gallego

Resumen

Uno de los impactos más evidentes del represamiento de un río es la interrupción de las rutas migratorias, sin embargo, las características de la presa, el río y su ictiofauna, hacen imposibles las generalizaciones sobre los posibles efectos. Desde el comienzo de la operación de la Central Hidroeléctrica Miel I, se detectó el ingreso de peces desde el río La Miel al interior de la central (hasta la caverna de oscilación). Para determinar la composición de los peces allí presentes y evaluar los posibles efectos en la migración, durante un año (abril 2010-abril 2011) se marcaron y liberaron individuos adultos, y se realizaron colectas de ictioplancton, tanto en la caverna de oscilación como en la salida del túnel de fuga. Se encontraron individuos de especies migratorias y no migratorias, principalmente piscívoros y detritívoros-raspadores. Los individuos que entraron a la caverna encontraron rápidamente la salida a través del orificio de restricción y retornaron al canal principal del río La Miel. Los peces no desovaron en las estructuras de la central. Se concluye que la caverna de oscilación no es una barrera definitiva a la migración, sino que se constituye como un hábitat de paso para los individuos migrantes.

Palabras clave. Caverna de oscilación. Peces potádromos. Rutas migratorias. Río Magdalena. Marcaje y recaptura. Ictioplancton.

Abstract

One of the most obvious impacts of damming a river is the disruption of migratory routes, however, the characteristics of the dam, the river and its fish fauna make impossible the generalizations about the possible effects. Since the beginning of the operation of La Miel I hydropower plant, it was detected the entrance of fish into the hydropower plant (through the surge chamber) from La Miel river. To determine the composition of the fish and evaluate the potential effects on migration, for one year (April 2010-April 2011) adult individuals were tagged and released and ichthyoplankton collections were made, both in the surge chamber and in the discharge channel. Individuals of migratory and non-migratory species, mainly piscivorous and detritus-scrapers were found. Individuals who entered the surge chamber were able to find quickly the exit through the restriction orifice and returned to the main channel of La Miel River. The fish did not spawn in the central structures. We conclude that the surge chamber is not an absolute barrier to migration, but it is a staging habitat for migrant individuals.

Key words. Hidropower plant. Potadromous fish. Migratory routes. Magdalena river. Tag and recapture. Ichthyoplankton.

Introducción

Entre los efectos ambientales negativos causados que el represamiento de ríos, se identifica la interrupción de las rutas migratorias de los peces, afectando el tránsito libre entre las áreas de desove, las de desarrollo inicial y alimentación (Larinier 2001, Ligon *et al.* 1995). Sin embargo, las características propias del diseño de la presa, del río y su ictiofauna, hacen imposible generalizar los posibles impactos en todos los embalses. Como un caso general, se encuentran reportadas las lesiones y mortalidades de los peces por el contacto de éstos con la estructura física de los componentes de la presa (vertedero y turbinas), al igual que de las condiciones hidrodinámicas creadas durante la operación de la central y la atracción y mortalidad de peces por asfixia en el ducto de succión (Agostinho *et al.* 2007). La pérdida de peces en proyectos hidroeléctricos ha sido poco estudiada en Suramérica, e incluso en Norteamérica donde se considera prioritaria, los reportes son escasos y controversiales (Agostinho *et al.* 2007). Adicionalmente, la información sobre estos eventos es tratada de forma “sigilosa”, lo que dificulta una discusión abierta que permita el entendimiento y la mitigación del problema.

En enero de 2003, luego del inicio de la operación de la central hidroeléctrica Miel I (diciembre 2002), se detectó la presencia de peces en la caverna de oscilación de la Central Hidroeléctrica Miel I (Figura 1).



Figura 1. Peces al interior de la caverna de oscilación durante la segunda temporada reproductiva del año (agosto 2010).

La primera vez que se observó esta situación coincidió con la llegada al río la Miel de los peces de la subienda provenientes del canal principal del río Magdalena. Bocachicos (*Prochilodus magdalenae*), picudas (*Salminus affinis*) y mohínos (*Leporinus muyscorum*), todos ellos de especies migratorias, ingresaron a través del túnel de descarga y tras recorrer 4,1 km llegaron hasta la caverna de oscilación en donde se acumularon (Ingetec S. A. 2004).

La entrada de peces al interior de las instalaciones de la Central no fue prevista en los estudios ictiológicos previos ni en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto. Dentro de los estudios de línea base se tenía contemplado que los peces migratorios remontarían el río La Miel hasta la zona de La Palmera (11 km aguas abajo de la presa), lugar establecido como el límite natural de la subienda, y que eventualmente algunos individuos llegarían hasta la zona de descarga de la Central, sitio en el cual tenderían a aglomerarse (Figura 2). En ningún caso se contempló que penetrarían a través del túnel de descarga, ni que lograrían remontarlo en su totalidad, en razón de las condiciones de velocidad de las aguas y ausencia de luz en su interior, lo que sumado a las características físicas y químicas de las aguas, en especial por la baja concentración de oxígeno disuelto y presencia de H₂S, serían adversas para los peces (Mojica y Jiménez-Segura 2001).



Figura 2. Acumulación de peces en la entrada del túnel de fuga, lugar de descarga del agua turbinada de la central hidroeléctrica Miel I en el río La Miel.

El tránsito de peces a través del conducto de descarga de las aguas turbinadas no había sido reportado en ninguna otra de las hidroeléctricas del país (Ingetec S. A. 2004), así que en su momento se asumió que los peces que alcancen la caverna de oscilación no evacuarán este lugar espontáneamente, pues su instinto los induce a permanecer allí, y que en ningún caso, tenderían a devolverse al río La Miel, por lo que permanecerán al interior en la caverna hasta morir (Mojica y Galvis 2003). A continuación se presentan los resultados de varios experimentos de pesca experimental y marca-recaptura para probar las anteriores hipótesis, que buscan responder a las siguientes preguntas: ¿Cuál es la composición de especies en la caverna de oscilación en la central Miel I?, ¿hay individuos de especies migratorias?, ¿cómo está estructurado (tallas, pesos, bienestar) el ensamblaje de estas especies dentro de la caverna?, ¿los individuos migrantes que provienen del canal principal del río Magdalena y que entran por túnel de fuga hasta la caverna de oscilación de la central Miel I, permanecen “atrapados” en la estructura?, ¿cuánto tiempo permanecen dentro de la central?, ¿son capaces de salir de allí?, ¿se están reproduciendo estas especies dentro de la caverna de oscilación?, es decir, ¿se realizan desoves dentro de la estructura?

Material y métodos

Área de estudio

La cuenca del río La Miel está localizada en el flanco oriental de la cordillera Central y está circunscrita al sector central de la vertiente Magdalénica. La cuenca del río La Miel tiene una extensión de 1164 km² (Corpocaldas 2004) y el río es considerado como uno de los mayores tributarios de esta zona del Magdalena. El río tiene una longitud total de 104 km. Nace a los 3600 m.s.n.m. y descarga un caudal medio de 338,6 m³/s (media de los años 2010 y 2011) en el río Magdalena a los 146 m.s.n.m. Desde su nacimiento hasta el sitio de la presa el río tiene una longitud de 68 km (Universidad de Antioquia 2005).

La central hidroeléctrica está localizada en el municipio de Norcasia, al nororiente del departamento de Caldas sobre el río La Miel, aproximadamente a 05° 35' de latitud norte y 74° 52' de longitud, y a 47 km de la

confluencia con el río Magdalena (Universidad de Antioquia *op. cit.*).

La central hidroeléctrica es subterránea, se localiza en la margen izquierda del río La Miel y consta de tres cavernas: caverna de máquinas, caverna de transformadores y caverna de oscilación (Figura 3). Esta última tiene 52 m de longitud, 15 m de ancho y 44,5 m de altura, está localizada aguas abajo de la caverna de máquinas, allí se colectan las descargas de las turbinas para amortiguar los transientes de presión ocasionados por la operación normal de las máquinas. Desde allí, a través de un orificio de restricción situado en el fondo de la caverna a modo de sifón, sale el agua hacia el río a través del túnel de fuga. El túnel tiene una sección de 9,0 m por 9,05 m, se inicia a continuación de la caverna de oscilación y tiene una longitud total de 4,1 km, con solera y revestimiento de concreto (Isagen S. A. 2009).

Diseño del muestreo

Se realizaron muestreos mensuales de pesca, marca y recaptura desde abril de 2010 hasta abril de 2011, y de ictioplancton desde abril de 2010 a septiembre de 2011. Por motivos de seguridad, de octubre a diciembre del 2010 no pudieron realizarse actividades de pesca ni toma de datos.

Debido a las condiciones de seguridad de la central, el muestreo dentro de la caverna de oscilación se limitó a periodos de máximo tres horas, en los que la central turbinó bajo condiciones experimentales, con una sola turbina en funcionamiento en su mínima potencia. En algunas ocasiones, por orden del Centro Nacional de Despacho, el periodo fue menor, pues la central fue requerida para la operación. Durante dichos periodos se registraron las especies observadas dentro de la caverna.

Marcaje de individuos

En la central, durante la totalidad del tiempo que se tuvo acceso a la caverna de oscilación, se usaron diversos aparejos de pesca: atarrayas y redes de espera de diferentes aperturas de malla, red bolichera, anzuelos con carnada viva y muerta y electropesca. Adicionalmente se intentó maximizar la eficacia de los diferentes aparejos con atracción con láser. Para la

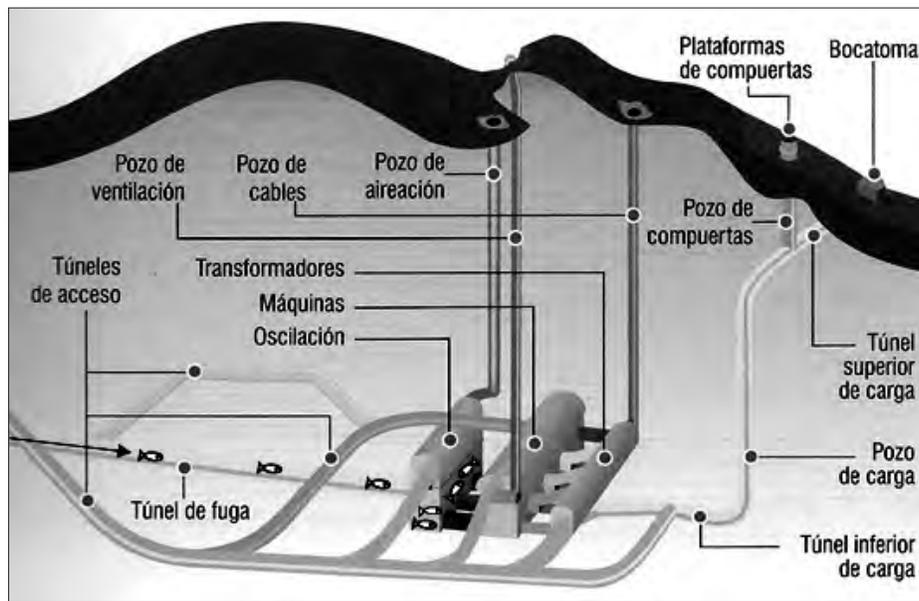


Figura 3. Esquema de la entrada de los peces provenientes del río La Miel a la central subterránea La Miel I. Fuente: Isagen S. A. (2009).

pesca en la descarga del túnel de fuga se utilizó sólo atarraya. Para cada aparejo y en ambos ambientes se realizaron el mayor número de lances que fueran posibles durante el tiempo dado por la central.

Los peces capturados se pasaron por una caneca con solución de clavo disuelta en agua (0,8 mL de Eugenol/L de agua), para anestesiarnos. Posteriormente, cada ejemplar fue pesado, medido en su longitud estándar, numerado (consecutivo de las marcas), marcado y liberado. La marca fue hecha de un pequeño tubo plástico que contenía un papel enrollado con el número de la marca y la información necesaria para proceder en caso de encontrarla. La marca se ató al pez por medio de cáñamo encerado entre los últimos dos pterigióforos de la aleta dorsal. Para prevenir infecciones se usó una solución de yodo en el lugar de la punción.

Debido a las condiciones de seguridad y disponibilidad de acceso a la caverna de oscilación, los peces marcados recibieron tres tratamientos: 1) Para determinar si los individuos que entran a la caverna de oscilación eran capaces de salir de ella y retornar al río La Miel, los peces capturados en caverna de oscilación fueron marcados y liberados dentro de la caverna (abril a septiembre de

2010). 2) Posteriormente, debido a los resultados poco significativos, de enero a abril de 2011, los individuos marcados en el túnel de fuga fueron transportados al interior de la central (caverna de oscilación) en bolsas plásticas con agua, solución de clavo y oxígeno. Una vez allí, los individuos se depositaron en el cuerpo de agua de la caverna, esperando a que se aclimataran y que cada uno saliera por sus propios medios. 3) Con el fin de verificar si los peces que se acumulaban en túnel de fuga ingresaban a la caverna de oscilación, después de marcados, los individuos capturados en túnel de fuga fueron liberados en túnel de fuga.

Adicional al número del individuo, las marcas tenían una leyenda de “recompensa por la información” y un número telefónico. A las personas que llamaron a reportar marcas se les pidió a los pescadores el número de la etiqueta, lugar y fecha de captura, talla, sexo, madurez y especie del pez, además de una dirección para enviar un premio como recompensa.

Con esta información, para cada individuo se calculó la distancia recorrida y el tiempo transcurrido desde el momento del marcaje hasta la recaptura. Se asumió como tiempo y distancia cero el correspondiente al momento de la liberación; las distancias negativas

corresponden a movimientos descendentes (aguas abajo) y las positivas a movimientos ascendentes (aguas arriba) desde el punto en el que los individuos fueron liberados.

Ictioplancton

Para la recolección de ictioplancton fue usada una red con flujómetro, malla de 4 micrómetros y 0,38 m de diámetro en su boca, filtrando a contraflujo durante un minuto en cada momento de muestreo, tanto dentro de caverna de oscilación como en túnel de fuga. La muestra se fijó con alcohol al 96 %.

Las muestras fueron revisadas en el estereoscopio con en el fin de detectar la presencia de huevos o larvas de peces.

Resultados

Especies de peces en caverna de oscilación

Se capturaron 943 individuos pertenecientes a ocho especies, cinco de ellas migratorias (Tabla 1). Del total, 13 individuos (cinco especies) fueron capturados y liberados en la caverna de oscilación; 808 individuos (tres especies) se capturaron y marcaron en túnel de

fuga para ser liberados en la caverna de oscilación y 122 individuos (seis especies) se marcaron y liberaron en túnel de fuga (Tabla 1).

Durante los seis meses en los que se pescó dentro de la caverna de oscilación se registraron cinco especies de peces, de las cuales sólo una (*Trichomycterus* sp.) es de pequeño porte. Las cuatro restantes: la mueluda (*Brycon rubricauda*), el pataló (*Ichthyoelephas longirostris*), la guabina (*Rhamdia quelen*), y la picuda (*Salminus affinis*) corresponden a especies de porte medio y grande, superando los 25 cm de longitud estándar y representaron 11 kg totales (para 12 individuos), lo que da una biomasa media de 9,474 g por individuo (Tabla 2).

A pesar de que no fueron capturados, dentro de la caverna de oscilación también se observó un gran número de individuos de bocachico (*P. magdalenae*). También durante los periodos de migración se observaron individuos de moíno (*L. muyscorum*) y ocasionalmente individuos de la familia Pimelodidae, que podrían corresponder a nicuros (*Pimelodus blochii*) o capaces (*Pimelodus grosskopfii*), por su morfología.

Tabla 1. Número de especies capturadas en caverna de oscilación (CO), en túnel de fuga (TF) y especies capturadas en túnel de fuga y liberadas en caverna de oscilación (TF/CO) durante los muestreos. + Especies migratorias.

Especie	Nombre común	CO	TF/CO	TF	Total
<i>Brycon rubricauda</i> Steindachner, 1879 +	Mueluda	2	1		3
<i>Ichthyoelephas longirostris</i> (Steindachner, 1879) +	Pataló	7	6	2	15
<i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes, 1850)	Filipino, Corunta		2		2
<i>Leporinus muyscorum</i> Steindachner, 1901 +	Moino		256	8	264
<i>Prochilodus magdalenae</i> Steindachner, 1879 +	Bocachico		542	112	654
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	Guabina	1			1
<i>Salminus affinis</i> Steindachner, 1880 +	Picuda	2	1		3
<i>Trichomycterus</i> sp		1			1
Total		13	808	122	943

Tabla 2. Abundancia en peso (g) de las especies capturadas en caverna de oscilación (CO), en túnel de fuga (TF) y especies capturadas en túnel de fuga y liberadas en caverna de oscilación (TF/CO) durante los muestreos.

Especie	Gremio trófico	CO	TF/CO	TF	Total
<i>Brycon rubricauda</i>	Piscívora, omnívora	2.250	230		2.480
<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	Detritívora	7.110	460	410	7.980
<i>Leporellus vittatus</i>	Omnívora		265		265
<i>Leporinus muyscorum</i>	Omnívoro, herbívora		25.060	465	25.525
<i>Prochilodus magdalenae</i>	Detritívora		72.367	27.186	9.553
<i>Rhamdia quelen</i>	Piscívora, omnívora	220			220
<i>Salminus affinis</i>	Piscívora	1.785	195		1.980
<i>Trichomycterus</i> sp.		4			4
Total		11.369	98.577	28.061	138.007

De todas las especies capturadas y observadas, se registró la presencia visual permanente de mueludas, picudas, patalós y bocachicos.

Movimientos y “tiempos de permanencia” de los peces

En total, de los 943 individuos capturados tanto en túnel de fuga como en la caverna de oscilación, se marcaron 839 individuos y se obtuvieron 24 reportes de recapturas, lo que corresponde a 2,8 % del total marcado. La mayoría de los reportes fueron de aguas abajo del túnel de fuga en el río La Miel y río Magdalena. No hubo ninguna recaptura en la caverna de oscilación (Figura 4, Tabla 3).

De los individuos recapturados, 18 (75 %) fueron bocachicos (*P. magdalenae*); cinco (20,8 %) moínos (*L. muyscorum*) y uno fue una corunta o filipino (*L. vittatus*) (Tabla 3). Todos los individuos liberados tanto en caverna de oscilación como en túnel de fuga fueron recapturados aguas abajo de su lugar de liberación, con la única excepción de un bocachico (con la marca 999), que tras salir de la caverna fue recapturado en Puente Hierro, aguas arriba del túnel de fuga.

La mayoría de las recapturas ocurrieron cercanas a túnel de fuga: 11 ocurrieron a menos de 3,5 km de la

descarga del túnel en el río La Miel; siete entre los 3,5 y 40 km aguas abajo del lugar de liberación y las otras cuatro a más de 40 km de distancia del lugar de liberación (Tabla 4).

En escala temporal, casi la mitad de los individuos (10 ind.) fueron recapturados el mismo día de su liberación tras haber recorrido una distancia inferior a 4,6 km (Tabla 4).

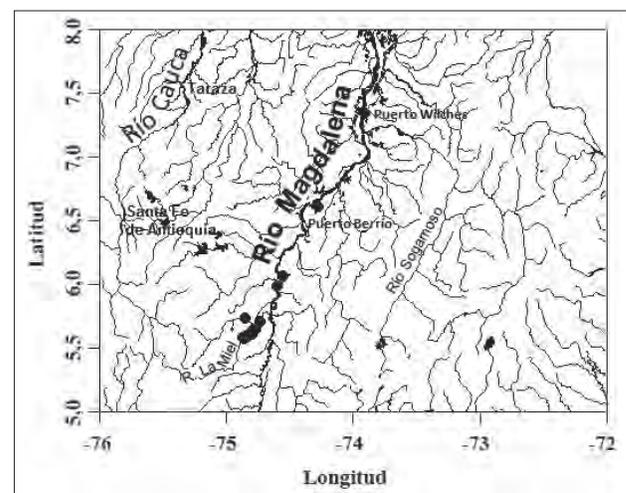


Figura 4. Lugares de recaptura de las especies liberadas en túnel de fuga o caverna de oscilación.

Tabla 3. Lugares de marcaje y recaptura de las especies liberadas en túnel de fuga o caverna de oscilación. **TF:** Túnel de fuga. **CO:** Caverna de oscilación. **CRLM:** Cuenca del río La Miel. **RM:** río Magdalena. **CCC:** Caño de conexión a ciénaga.

Especie	Marcaje		Recaptura	
	No.	Estación	Lugar	Estación
<i>L. muyscorum</i>	1179	TF/CO	Río La Miel, entre la presa y TF, aguas arriba de TF	CRLM
<i>P. magdalenae</i>	999	TF/CO	Río La Miel, entre la presa y TF, aguas arriba de TF	CRLM
<i>P. magdalenae</i>	1851	TF	Río La Miel, 2 km abajo de TF	TF
<i>P. magdalenae</i>	1875	TF	Río La Miel, 100 m abajo de TF	TF
<i>P. magdalenae</i>	3398	TF	Río La Miel, 1 km abajo de TF	TF
<i>P. magdalenae</i>	3238	TF	Río La Miel, 8 km abajo de TF	CRLM
<i>P. magdalenae</i>	3438	TF	Río La Miel, 2 km abajo de TF	TF
<i>P. magdalenae</i>	1762	TF	Río La Miel, 2 km abajo de TF	TF
<i>L. muyscorum</i>	4675	TF/CO	Río La miel en TF	TF
<i>P. magdalenae</i>	1016	TF/CO	Río La miel 41,2 km abajo de TF	CRLM
<i>P. magdalenae</i>	3203	TF	Río La Miel, 6km abajo de TF	CRLM
<i>P. magdalenae</i>	3429	TF	Río La Miel, 8 km abajo de TF	CRLM
<i>P. magdalenae</i>	3438	TF	Río La Miel, 2 km abajo de TF	TF
<i>L. muyscorum</i>	3173	TF	Río La Miel, 4 km abajo de TF	TF
<i>P. magdalenae</i>	3299	TF/CO	Río La Miel, 2 km abajo de TF	TF
<i>L. muyscorum</i>	3199	TF	Río La Miel, 100 m abajo de TF	TF
<i>P. magdalenae</i>	3242	TF	Quebrada La Pardo, desembocadura en el Río La Miel, 13 km abajo de TF	CRLM
<i>P. magdalenae</i>	3374	TF	Caño Vasconia, entra a la ciénaga de Palagua, en Puerto Boyacá (Boyacá)	CCC
<i>L. vittatus</i>	1343	TF	Río La Miel, 100 m abajo de TF	TF
<i>P. magdalenae</i>	3133	TF	Río La Miel, 2 km abajo de TF	CRLM
<i>P. magdalenae</i>	1848	TF	Caño de la Vuelta Acuña, que comunica a una ciénaga al Magdalena, Cimitarra (Santander).	CCC
<i>L. muyscorum</i>	4852	TF	Estación Pita, corregimiento de Puerto Triunfo, río Magdalena	RM
<i>P. magdalenae</i>	4772	TF/CO	Río La Miel, 2 km aguas abajo de TF	CRLM
<i>P. magdalenae</i>	4816	TF/CO	Río Magdalena, en Puerto Wilches	RM

Tabla 4. Distancia recorrida (en km) y tiempo (en días) transcurrido entre la liberación y la recaptura de los individuos de especies migratorias marcados y liberados en túnel de fuga o caverna de oscilación. El tiempo y distancia cero corresponde al momento de la liberación. Las distancias negativas corresponden a movimientos descendentes y las positivas a movimientos ascendentes tomando como punto de partida el lugar de liberación. **TF:** túnel de fuga. **CO:** caverna de oscilación. **TF/CO:** capturado en túnel de fuga y liberado en caverna de oscilación. + Especies migratorias.

Especie	Marcaje		Recaptura		
	No.	Estación	Estación	distancia	Tiempo
<i>L. muyscorum</i>	1179	TF/CO	CRLM	-3,5	0
<i>P. magdalenae</i>	999	TF/CO	CRLM	4,6	1
<i>P. magdalenae</i>	1851	TF	TF	-2	0
<i>P. magdalenae</i>	1875	TF	TF	-0,7	6
<i>P. magdalenae</i>	3398	TF	TF	-1	0
<i>P. magdalenae</i>	3238	TF	CRLM	-8	1
<i>P. magdalenae</i>	3438	TF	TF	-0,33	1
<i>P. magdalenae</i>	1762	TF	TF	-0,88	12
<i>L. muyscorum</i>	4675	TF/CO	TF	-4,1	0
<i>P. magdalenae</i>	1016	TF/CO	CRLM	-45,3	34
<i>P. magdalenae</i>	3203	TF	CRLM	-16,2	32
<i>P. magdalenae</i>	3429	TF	CRLM	-13,5	37
<i>P. magdalenae</i>	3438	TF	TF	-2	1
<i>L. muyscorum</i>	3173	TF	TF	-4	18
<i>P. magdalenae</i>	3299	TF/CO	TF	-1,5	0
<i>L. muyscorum</i>	3199	TF	TF	-0,33	26
<i>P. magdalenae</i>	3242	TF	CRLM	-13,5	32
<i>P. magdalenae</i>	3374	TF	CCC	-69,8	41
<i>Leporellus vittatus</i>	1343	TF	TF	-0,1	0
<i>P. magdalenae</i>	3133	TF	CRLM	-0,88	35
<i>P. magdalenae</i> +	1848	TF	CCC	-183,5	85
<i>L. muyscorum</i> +	4852	TF	RM	-60,9	70
<i>P. magdalenae</i>	4772	TF/CO	CRLM	-6,1	149
<i>P. magdalenae</i>	4816	TF/CO	RM	-283	805

El tiempo de residencia de los individuos liberados dentro de la caverna de oscilación estuvo entre cero y un día (Tabla 4), indicando que una vez allí, los peces migratorios encuentran rápidamente el orificio de restricción y avanzan rápidamente hasta la salida del túnel, en donde casi siempre inician un movimiento descendente (río abajo). De los individuos liberados en el Túnel de fuga, 11 permanecieron cerca al lugar de su liberación (por lo que se consideró que fue recapturado dentro de dicha estación, hasta 5 km) por periodos que van entre 0 y 35 (individuo 3133) días. Adicionalmente, hubo cuatro individuos que tras ser liberados se desplazaron aguas abajo, sin salir del río La Miel, por periodos de entre 13 y 37 días (individuos 3242, 3429, 3203 y 1016).

En abril y mayo de 2011 se recapturaron cuatro individuos en la parte baja de la cuenca media del río Magdalena, reportándose recapturas en caños de conexión a ciénagas y sobre el río Magdalena (No. 3374, No. 1848, No. 4852 y No 4816), siendo los individuos con mayores tiempos y distancias recorridas desde el momento de su liberación (69,8,

183, 60,9 y 283 km respectivamente); (Figura 4, Tabla 4), llegando hasta Puerto Wilches (Santander) 283 km aguas abajo de la caverna de oscilación.

En los muestreos de ictioplancton en la caverna de oscilación y en el túnel de fuga no se capturaron huevos ni larvas de peces, indicando que los peces allí presentes no usan la caverna de oscilación como hábitat de desove.

Discusión

Especies en la caverna de oscilación

Dentro de la caverna de oscilación los aparejos de pesca presentaron baja efectividad, esto se debe a las características propias de la estructura de la caverna. Presenta una altura de 44,5 m y una profundidad mínima de 28 m, cuando la Central opera con una turbina, por lo que las redes (atarrayas y trasmallos) no alcanzan el fondo, siendo ésta una condición necesaria para su correcto funcionamiento. Adicionalmente, se trata de un ambiente homogéneo, en el que el

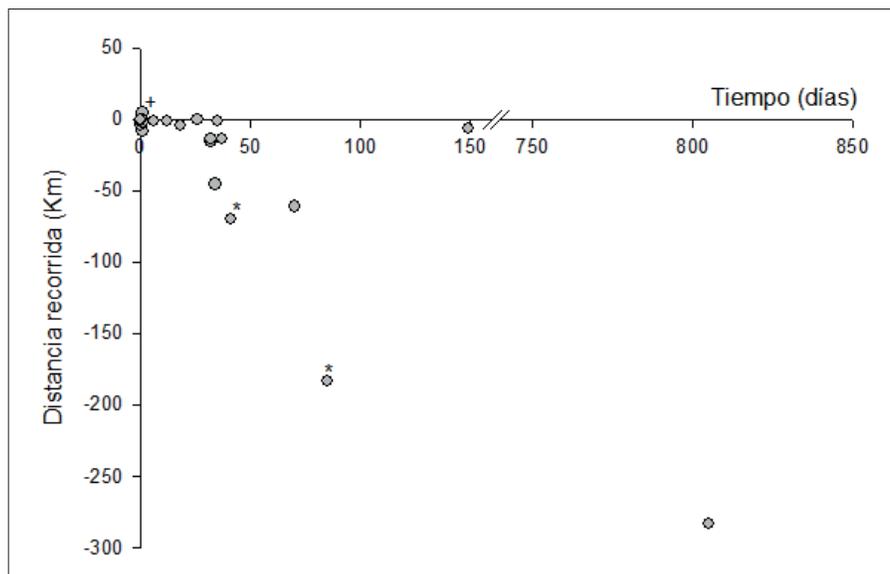


Figura 5. Distancia y tiempo entre la liberación y la recaptura de los individuos de especies migratorias marcados y liberados en túnel de fuga o caverna de oscilación. Nótese que + corresponde al individuo No 999 capturado en Puente Hierro; y * corresponden a individuos que, tras realizar un movimiento descendente en la cuenca del río La Miel y en el Magdalena, realizaron un movimiento lateral posterior, entrando por un caño de conexión a una ciénaga.

rango de acción de la electropesca y la red bolichera fue muy limitado, ya que estos dos aparejos basan su efectividad en “atraer” y rodear los peces de los lugares que ellos usen para refugiarse, por lo que ante la ausencia de heterogeneidad ambiental, resultaron poco efectivos.

Esta condición afectó los resultados obtenidos sobre la composición de especies. Así, el número de especies capturadas dentro de la caverna de oscilación es bajo comparado con el número total de especies reportadas para el ensamblaje del río La Miel (100 especies; Jiménez-Segura *et al.* (en prensa). Adicionalmente, no fue posible determinar la proporción de las poblaciones presentes en la caverna en relación a lo reportado para la cuenca, ni otros aspectos sobre su estructura (distribución de tallas, pesos).

Se capturaron ocho especies asociadas a las estructuras de la caverna de oscilación y el túnel de fuga de la central hidroeléctrica Miel I, cinco de ellas migratorias, todas ellas previamente reportadas en el ensamble de peces de la cuenca del río La Miel. Con excepción del individuo de *Trichomycterus* sp, las especies capturadas en la caverna de oscilación son especies de tamaño mediano y grande, todas ellas con algún tipo de importancia económica, siendo el pataló, el moíno y la picuda las especies de mayor importancia pesquera en la cuenca (Reinoso-Florez *et al.* 2010), y la guabina una especie para el autoconsumo. Llama la atención que las tallas de los individuos capturados en la CO fueron mayores a las tallas mínimas reglamentarias de captura, al igual que a las reportadas para la cuenca baja del río La Miel por Reinoso-Flórez *et al.* (2010), lo que indica que son individuos que ya han alcanzado la edad reproductiva, y que independientemente de su tamaño, en dicho ambiente, bien sea temporal o permanentemente, encuentran recursos que les permiten suplir sus requerimientos, que a su vez deben ser mayores que los de peces de menor tamaño.

Los peces que habitan de manera permanente la caverna de oscilación de la central hidroeléctrica Miel I pertenecen a especies piscívoras y detritívoras-raspadoras, por lo que pueden hacer uso de los limitados recursos disponibles de la estructura de la central (detritus -biofilm- de las paredes, insectos y peces). En general, según la literatura, las especies

de peces presentes en caverna de oscilación pueden categorizarse principalmente en dos gremios tróficos: i) detritívoros con estrategia raspadora, y ii) los piscívoros (Maldonado-Ocampo *et al.* 2005) (Tabla 2). En caverna de oscilación los recursos tróficos son poco diversos, restringiéndose, según lo observado, al bio-film (p. e. hongos, bacterias) que crece sobre las paredes y estructuras (compuertas) de la caverna, en las cuales era posible observar a los peces alimentándose, a larvas de dípteros y macroalgas (colectadas en los arrastres de ictioplacton) y a peces. La caverna de oscilación podría considerarse como un hábitat hostil, pues presenta bajos tenores de oxígeno (datos no publicados), alta variabilidad hidráulica, ausencia de radiación solar y alta homogeneidad ambiental (Mojica y Jiménez-Segura 2001). Por esta razón parece extraño que incluso ante estas condiciones los peces permanezcan en ella, y sea posible la observación permanente de individuos en altas densidades durante las migraciones reproductivas. Si bien ahora conocemos la composición de las especies dentro de esta, no sabemos cuál es el factor o factores que limitan la presencia de las especies dentro de la caverna, y quedan abiertas varias preguntas sobre las razones que llevan a los peces a entrar y a permanecer allí: ¿cuál es el principal limitante para la entrada de las especies a la estructura?, una vez adentro ¿por qué permanecen allí?, son los recursos alimenticios un limitante para su permanencia dentro de la caverna?, o en el caso de los piscívoros, ¿podría ser la alta densidad de presas un aliciente para permanecer allí?, y en el caso de los otros gremios tróficos? A pesar de que no realizamos análisis de contenidos estomacales a los peces capturados, creemos que los recursos alimenticios podrían limitar el tiempo de permanencia de las diferentes especies, por lo que a continuación se realizan algunos planteamientos que podrían guiar próximas investigaciones y explicar lo encontrado.

Agostinho *et al.* (2007) afirman que en estructuras asociadas a hidroeléctricas en las que se produce acumulación de peces migratorios, tales como escaleras, rampas y otras facilidades de transposición los individuos migrantes son vulnerables a depredación dada la alta homogeneidad ambiental y al estado de agotamiento de los individuos, lo que garantiza condiciones favorables para las especies piscívoras de los géneros *Salminus* y *Brycon* (Agostinho *et al.*

2007a, Agostinho *et al.* 2007b). Sin embargo, sería necesaria una inspección de contenidos estomacales de los peces que se encuentran dentro de la caverna para confirmar esta hipótesis.

La guabina (*R. quelen*) también había sido reportada asociada al túnel de fuga de la central en muestreos realizados durante el año 2008, cuando fue capturada desde la “ventana” de acceso al curso medio del túnel (Jiménez-Segura *et al.* 2008). La especie presenta hábitos nocturnos (Maldonado-Ocampo *et al.* 2005), ha sido categorizada como una especie omnívora con tendencia a la carnivoría (Rivas-Lara *et al.* 2010) destacándose por presentar una gran plasticidad en su dieta (Maldonado-Ocampo *et al.* 2005). Esta combinación de factores podría explicar la presencia de la especie en caverna de oscilación. Los insectos, las semillas de plantas, moluscos y crustáceos hacen parte de la dieta del moíno (*L. muyscorum*) y de los pimelódidos (*P. blochii* y *P. groskopffi*), por lo que han sido categorizados como omnívoros con tendencia a la herbivoría (Jiménez *et al.* 2010), y omnívoros oportunistas (López-Casas y Jiménez-Segura 2007, Villa-Navarro 2010), respectivamente. Estas preferencias alimenticias podrían estar limitando la presencia de estas especies, ya que dichos recursos no fueron observados en la estructura.

Movimientos y “tiempos de permanencia” de los peces

Aunque la tasa de recapturas reportada en este trabajo es baja, es similar a los reportadas por otros trabajos en intervalos mayores de tiempo. Así, en el río Paraná se han obtenido recapturas del 2,85 % de varias especies en un intervalo de cinco años (Antonio *et al.* 2007) y de 5,2 % para el armado, *Pterodoras granulosus* en un periodo de nueve años (Makrakis *et al.* 2007). Estas tasas de recapturas reflejan la alta intensidad de la pesca, que es probablemente mayor, pues estaría sesgada debido a errores asociados con pérdida de marcas, el no reportaje de la captura de individuos marcados y posiblemente mortalidad inducida por la manipulación.

Teniendo en cuenta la particularidad del diseño de la central hidroeléctrica Miel I, en dónde a diferencia de otras presas, no se produce acumulación de peces

bajo la presa, pues la salida de agua de las turbinas se encuentra 4,5 km aguas abajo de la presa, la caverna de oscilación se constituye como uno de los puntos finales de la migración ascendente de los peces potádromos de la cuenca magdalénica, a la que ingresan atraídos por el flujo de agua, y en dónde encuentran un obstáculo a la migración, sin embargo la estadía de los individuos migratorios dentro de la estructura de la central puede ser corta, pues la recaptura de individuos en la cuenca baja y en la descarga de túnel de fuga, de individuos marcados y liberados en CO, confirma que tanto los peces migratorios como los no migratorios que entran a la caverna encuentran rápidamente la salida a través del orificio de restricción y retornan al canal principal del río La Miel. Dado que la mayor afluencia de individuos dentro de caverna de oscilación se asocia a los dos periodos de migraciones potádromas registrados para la cuenca magdalénica, y que están asociados con los desoves de estas especies (Jiménez-Segura *et al.* 2010), creemos que: 1) los peces entran a la caverna de oscilación atraídos por el flujo del agua como sucede en otras estructuras de generación hidroeléctrica (Agostinho *et al.* 2007); 2) los individuos migrantes se acumulan en la caverna de oscilación ante la imposibilidad de continuar su movimiento ascendente (Ingetec S. A. 2004); 3) Durante los meses de aguas bajas en el río Magdalena, que corresponden al periodo de la migración reproductiva, es posible que los ejemplares observados dentro de la caverna estén utilizando este lugar por periodos cortos de tiempo haciendo una “pausa” en su migración en tanto retornan al cauce principal en búsqueda de los tributarios más cercanos (ríos Manso y Samaná), que han sido identificados como áreas de desove (Universidad de Antioquia-Isagen, 2012). En el ámbito de la migración reproductiva, la utilización de “zonas de parada” ó *staging areas* ha sido reportada en ambientes naturales (Godinho y Kinard 2006), en donde los individuos migrantes (*prespawning fish*) permanecen cerca de los posibles hábitats de desove. Aunque este comportamiento no se ha reportado para estructuras de hidroeléctricas, la caverna de oscilación podría estar cumpliendo con esta función, constituyéndose en un área de permanencia temporal durante el periodo reproductivo, con peces entrando y saliendo permanentemente de la estructura, sin embargo una investigación más profunda sería necesaria para probar estas hipótesis, por ejemplo esto

por medio de un seguimiento a la densidad de los peces dentro de la caverna, por ejemplo con un la utilización de equipos para el conteo de peces (“fish counters”), y con la utilización de marcas con GPS, que permitan tener datos de los movimientos exactos de los peces una vez se encuentren fuera de la estructura.

Adicional a lo anterior, estudios de ictioplancton realizados en la cuenca del río La Miel y sus tributarios, concluyen que el aguas abajo de la presa, en lecho seco (Puente Hierro), túnel de fuga y la cachasa no son hábitats de desove de las especies de peces potádromas provenientes del Magdalena, y por el contrario, se reporta que los tributarios, tanto el río Manso como el Samaná, se constituyen como las principales áreas de desove de la cuenca (Moreno *et al.* 2013), demostrando que tras el bloqueo de las rutas migratorias, los peces son capaces de encontrar rutas alternativas y con ello la importancia de los tributarios no regulados para el mantenimiento de las poblaciones (Antonio *et al.* 2007).

La recaptura de peces marcados en la caverna de oscilación fuera del periodo de la migración reproductiva ocurrieron circunscritas principalmente a dos zonas: dentro de la cuenca del río La Miel, y fuera de ésta, en los lagos del plano inundable o ciénagas y sus caños de conexión con el canal principal del río Magdalena. En general, se han identificado dos tipos de hábitats no relacionados con el desove (*non spawning grounds*) para los peces de ríos: hábitat de alimentación y hábitat de refugio (Lucas y Baras 2001). Las recapturas de individuos en caños de conexión a ciénagas y sobre el río Magdalena (en abril y mayo), corresponden al retorno tras la temporada reproductiva, es decir, la migración descendente o “bajanza”, de los individuos migrantes a las zonas bajas del río Magdalena, en dónde se encontrarían sus hábitats de refugio y alimentación (Kapestky 1978, Jiménez-Segura *et al.* 2010), por lo que son los individuos con mayores tiempos y distancias recorridas desde el momento de su liberación. Según el patrón reproductivo reportado para las especies potádromas de la cuenca del río Magdalena (Kapestky 1978, Jiménez-Segura *et al.* 2010, López-Casas *et al.* 2013), tras el desove, la mayoría de los individuos retornan a los lagos del plano inundable, sin embargo algunos permanecen en el canal del río La Miel, para

para quienes pasada el periodo reproductivo, podría considerarse un hábitat de alimentación, ya que dadas las características del río, con poco desarrollo de plano inundable, hacen poco probable que pueda ser considerado un hábitat de refugio similar al encontrado en las zonas bajas de la cuenca del Magdalena.

Jiménez-Segura *et al.* (2008) afirman haber observado actividades de los peces asociadas al cortejo y desove de Characiformes dentro de la estructura de la caverna de oscilación. Sin embargo, según los resultados del muestreo de ictioplancton, los peces no se están reproduciendo en las estructuras de caverna de oscilación ni en túnel de fuga.

En conclusión, asociados a las estructuras de la caverna de oscilación y el túnel de fuga de la central hidroeléctrica Miel I, se encontraron especies principalmente migratorias, tanto piscívoras como detritívoras-raspadoras, que pueden hacer uso de los limitados recursos disponibles de la estructura de la central (detritus -biofilm- de las paredes, insectos y peces), tal como se observó. Siendo la oferta de recursos alimenticios, al igual que la ausencia de hábitats de refugio, un limitante para las especies que hasta allí se desplazan. Los peces migratorios y no migratorios que entran a la caverna son capaces de encontrar rápidamente la salida a través del orificio de restricción y retornan al canal principal del río La Miel, por lo que la permanencia en dicha estructura no se constituye como un atrapamiento, es potencialmente corta y parece estar asociada a la duración de la estación reproductiva, así como a la espera de las señales para el desove y fertilización de los oocitos, a pesar de lo cual, los peces no se reproducen en la caverna de oscilación ni en túnel de fuga. Adicionalmente, se concluyó que los hábitat de refugio y alimentación de los individuos migrantes de *P. magdalenae* y *L. muyscorum* marcados en el río La Miel, se encuentran aguas abajo de Puerto Triunfo, al menos desde Puerto Boyacá (Boyacá) y hasta Puerto Wilches (Santander) 283 km aguas abajo de CO.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Isagen S. A. E.S.P. su apoyo a la financiación y divulgación del conocimiento científico. Los resultados de este artículo provienen

de la investigación “Dinámica de la asociación de especies de peces, bajo diferentes escenarios hidráulicos” (convenio de cooperación Universidad de Antioquia-Isagen S.A.E.S.P. No. 46/3296). Igualmente agradecemos a los evaluadores, quienes con su trabajo ayudaron a mejorar la calidad del manuscrito.

Literatura citada

- Agostinho, A. A., L. C. Gomes y F. M. Pelicice. 2007. Ecología e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. EDUEM, Maringá. 501 pp.
- Agostinho, C. S., A. A. Agostinho, F. Pelicice, D. A. De Almeida y E. E. Marques. 2007a. Selectivity of fish ladders: a bottleneck in Neotropical fish movement. *Neotropical Ichthyology* 5 (2): 205-213.
- Agostinho, C. S., C. R. Pereira, R. J. de Oliveira, I. S. Freitas y E. E. Marques. 2007b. Movements through a fish ladder: temporal patterns and motivations to move upstream. *Neotropical Ichthyology* 5 (2): 161-167.
- Antonio, R. R., A. A. Agostinho, F. M. Pelicice, D. Bailly, E. K. Okada y J. H. Pinheiro Dias. 2007. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? *Neotropical Ichthyology* 5 (2): 177-184.
- Corpocaldas. 2004. Convenio C043-2004, CORPOCALDAS – QUINAXI para la construcción participativa de los escenarios prospectivos del Plan de Ordenamiento Ambiental de la cuenca hidrográfica del río de la Miel. Informe técnico final. 92 pp.
- Godinho, A. L. y B. Kynard. 2006. Migration and Spawning of Radio-Tagged Zulega *Prochilodus argenteus* in a Dammed Brazilian River. *Transactions of the American Fisheries Society* 135: 811–824.
- Ingetec S. A. 2004. Estudio para evaluar alternativas que impidan el paso de peces a través del túnel de descarga a la central hidroeléctrica Miel I. Contrato No. 46/1145. Informe técnico final.
- Isagen S. A. 2009. Proyecto Manso. Descargado de: http://www.isagen.com.co/metaInst.jsp?rsc=infoIn_pr oyectoHidroelectricoManso&tituloPag=ISAGEN,%20 Proyecto%20Manso
- Jiménez-Segura, L. F., T. S. Rivas, C. E. Rincón, M. A. Morales-Betancourt, J. S. Usma e I. Galvis-Galindo. 2010. *Leporinus muyscorum*. Pp: 171-176. *En*: Lasso, C. A., E. Agudelo Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajíaco-Martínez, F. De Paula Gutiérrez, J. S. Usma Oviedo, S. E. Muñoz Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.
- Jiménez-Segura, L. F., S. López-Casas y H. Agudelo-Zamora. 2008. Evaluación del impacto provocado por la operación de la central hidroeléctrica Miel I sobre la actividad pesquera. Informe técnico final. Universidad de Antioquia. Isagen S.A. Medellín, 78 pp.
- Jiménez-Segura, L. F., J. Maldonado-Ocampo y C. Pérez. 2014. Gradiente de recuperación longitudinal en la estructura de la ictiofauna en un río andino regulado. *Biota Colombiana* 15 (2): 61-80.
- Jiménez-Segura, L. F., J. Palacio y R. Leite. 2010. River flooding and reproduction of migratory fish species in the Magdalena River basin, Colombia. *Ecology of Freshwater Fish* 19: 178–186.
- Kapestky J. M., J. J. Escobar, P. Arias y M. Zárate. 1978. Algunos aspectos ecológicos de las ciénagas del plano inundable del Magdalena. Proyecto para el desarrollo de la pesca continental. Inderena-FAO. Bogotá. 22 pp.
- Larinier, M. 2001. Environmental issues, dams and fish migration. *FAO fisheries technical paper* (419): 45-89.
- Ligon, F. K., W. E. Dietrich y W. J. Trush. 1995. Downstream ecological effects of dams. *BioScience* 183-192.
- López-Casas, S., L. F. Jiménez-Segura, F. Villa-Navarro, C. Pérez, D. M. Gualtero-Leal y V. J. Angel-Rojas. Peces potádromos migratorios en la cuenca del río Magdalena. Pp. 52. *En*: Colombia. 2013. Programa y resúmenes del XII Congreso Colombiano de Ictiología y III Encuentro Suramericano de Ictiólogos. Pontificia Universidad Javeriana, ACICTIOS. < <http://acictios.org/congreso/imagenes/memo.pdf>>
- López-Casas, S. y L. F. Jiménez-Segura. 2007. Reproducción y hábitos alimenticios del nicuro *Pimelodus blochii* (Valenciennes, 1840) (Pisces: Pimelodidae), en la ciénaga de Cachimbero, río Magdalena, Colombia. *Actualidades Biológicas* 29 (87): 193-201.
- Lucas, M. C. y E. Baras. 2001. Migration of freshwater fishes. Blackwell Science Oxford. 420 pp.
- Makrakis, M. C., L. E. Miranda, S. Makrakis, D. R. Fernandez, J. O. Garcia y J. H. P. Dias. 2007. Movement patterns of armado, *Pterodoras granulosus*, in the Paraná River Basin. *Ecology of Freshwater Fish* 16: 410–416.
- Maldonado-Ocampo, J. A., A. Ortega-Lara, J. S. Usma, G. Galvis, F. A. Villa-Navarro, L. Vásquez, S. Prada-Pedrerros y C. Ardila. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 346 pp.
- Mojica, J. I. y L. F. Jiménez-Segura. 2001. Revisión de la información hidrobiológica del proyectohidroeléctrico Miel I. Informe técnico. Bogotá, 117 pp.

- Mojica, J. I. y G. Galvis. 2003. Capítulo IV: Análisis de la contingencia presentada a comienzos del año 2003 en la caverna de oscilación de la central hidroeléctrica Miel I. *En: Estudio para evaluar alternativas que impidan el paso de peces a través del túnel de descarga a la central hidroeléctrica Miel I. Informe técnico. Contrato no. 46/1145. Medellín.*
- Moreno, C. L. F. Jiménez-Segura y C. Pérez. 2013. Reproducción de peces migratorios en un sistema regulado: el caso del río La Miel. Pp. 124. *En: Colombia. 2013. Programa y resúmenes del XII Congreso Colombiano de Ictiología y III Encuentro Suramericano de Ictiólogos. Pontificia Universidad Javeriana, ACICTIOS. < <http://acictios.org/congreso/imagenes/memo.pdf>>*
- Reinoso-Flórez, G., M. Vejarano-Delgado, J. García-Melo, G. Pardo-Pardo, C. Pérez-Gallego, L. García-Melo, Y. Parra-Trujillo, H. Bonhorques-Bonilla, L. Patiño, Y. López-Delgado y J. Vásquez-Ramos. 2010. Plan de ordenación pequera de la cuenca baja del río La Miel. Universidad del Tolima, Ibagué. 113 pp.
- Rivas-Lara, T. S., C. E. Rincón-López, L. F. Jiménez-Segura, C. A. Lasso, M. A. Morales-Betancourt y G. González-Canon. 2010. *Rhamdia* spp. Pp: 366-371. *En: Lasso, C. A., E. Agudelo-Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. De Paula Gutiérrez, J. S. Usma-Oviedo, S. E. Muñoz-Torres y A. I. Sanabria Ochoa (Eds.). 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 715 pp.*
- Universidad de Antioquia. 2005. Evaluación de las comunidades hidrobiológicas presentes en el tramo de lecho seco en el río La Miel. Informe Técnico. Isagen S. A. Medellín. 250 pp.
- Universidad de Antioquia-Isagen S. A. 2012. Dinámica de la asociación de especies de peces, bajo diferentes escenarios hidráulicos". Informe técnico. Convenio de cooperación Universidad de Antioquia-Isagen S. A.E.S.P. No. 46/3296.

Silvia López-Casas
Grupo de Ictiología Instituto de Biología
Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia
silvilopezcasas@yahoo.com

Luz Fernanda Jiménez-Segura
Universidad de Antioquia
Medellín, Colombia
luz.jimenez@udea.edu.co

Clara María Pérez-Gallego
Isagen S. A. ESP
Medellín, Colombia
cperez@isagen.com.co

Peces migratorios al interior de una central hidroeléctrica: caso Miel I, cuenca del río Magdalena (Caldas-Antioquia), Colombia

Cítese como: López-Casas, S., L. F. Jiménez-Segura y C. M. Pérez-Gallego. 2014. Peces migratorios al interior de una central hidroeléctrica: caso Miel I, cuenca del río Magdalena (Caldas-Antioquia), Colombia. *Biota Colombiana* 15 (2): 26-39.

Recibido: 28 de febrero de 2014
Aprobado: 9 de diciembre de 2014

Guía para autores - Artículos de datos

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

El objetivo de esta guía es establecer y explicar los pasos necesarios para la elaboración de un manuscrito con el potencial de convertirse en artículo de datos para ser publicado en la revista *Biota Colombiana*. En esta guía se incluyen aspectos relacionados con la preparación de datos y el manuscrito.

¿Qué es un artículo de datos?

Un artículo de datos o *Data Paper* es un tipo de publicación académica que ha surgido como mecanismo para incentivar la publicación de datos sobre biodiversidad, a la vez que es un medio para generar reconocimiento académico y profesional adecuado a todas las personas que intervienen de una manera u otra en la gestión de información sobre biodiversidad.

Los artículos de datos contienen las secciones básicas de un artículo científico tradicional. Sin embargo, estas se estructuran de acuerdo a un estándar internacional para metadatos (información que le da contexto a los datos) conocido como el *GBIF Metadata Profile* (GMP)¹. La estructuración del manuscrito con base en este estándar se da, en primer lugar, para facilitar que la comunidad de autores que publican conjuntos de datos a nivel global, con presencia en redes como la *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) y otras redes relacionadas, puedan publicar fácilmente artículos de datos obteniendo el reconocimiento adecuado a su labor. En segundo lugar, para estimular que los autores de este tipo de conjuntos de datos que aún no han publicado en estas redes de información global, tengan los estímulos necesarios para hacerlo.

Un artículo de datos debe describir de la mejor manera posible el quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo de la toma y almacenamiento de los datos, sin llegar a convertirse en el medio para realizar un análisis exhaustivo de los mismos, como sucede en otro tipo de publicaciones académicas. Para profundizar en este modelo de publicación se recomienda consultar a Chavan y Penev (2011)².

¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

Manuscritos que describan conjuntos de datos primarios y originales que contengan registros biológicos (captura de datos de la presencia de un(os) organismo(s) en un lugar y tiempo determinados); información asociada a ejemplares de colecciones biológicas; listados temáticos o geográficos de especies; datos genómicos y todos aquellos datos que sean susceptibles de ser estructurados con el estándar *Darwin Core*³ (DwC). Este estándar

es utilizado dentro de la comunidad de autores que publican conjuntos de datos sobre biodiversidad para estructurar los datos y de esta manera poder consolidarlos e integrarlos desde diferentes fuentes a nivel global. No se recomienda someter manuscritos que describan conjuntos de datos secundarios, como por ejemplo compilaciones de registros biológicos desde fuentes secundarias (p.e. literatura o compilaciones de registros ya publicados en redes como GBIF o IABIN).

Preparación de los datos

Como se mencionó anteriormente los datos sometidos dentro de este proceso deben ser estructurados en el estándar DwC. Para facilitar su estructuración, el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), ha creado dos plantillas en Excel, una para registros biológicos y otra para listas de especies. Lea y siga detenidamente las instrucciones de las plantillas para la estructuración de los datos a publicar. Para cualquier duda sobre el proceso de estructuración de estos datos por favor contactar al equipo coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) en sib+iac@humboldt.org.co.

Preparación del manuscrito

Para facilitar la creación y estructuración del manuscrito en el estándar GMP, se cuenta con la ayuda de un editor electrónico (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) que guiará al autor en dicho proceso y que finalmente generará una primera versión del manuscrito. Se recomienda el uso del manual GMP, como una guía de la información a incluir en cada sección del manuscrito, junto con el anexo 1.

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1. Solicite al correo sib+iac@humboldt.org.co el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.
2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato "AcrónimoDeLaInstitución_año_tipoDeConjuntoDeDatos", p.e. ABC_2010_avestinije y dar clic en el botón crear.
3. En la vista general del editor seleccione "editar" en la pestaña *Metadatos* (por favor, no manipule ningún otro elemento), allí encontrará diferentes secciones (panel derecho) que lo guiarán en la creación de su manuscrito. Guarde los cambios al finalizar

¹ Wieczorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. En: Wieczorek, J. The GBIF Integrated Publishing Toolkit User Manual, version 2.0. Traducido y adaptado del inglés por D. Escobar. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 23p. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>.

² Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. *BMC Bioinformatics* 12 (Suppl 15): S2.

³ TDWG. 2011. *Darwin Core*: una guía de referencia rápida. (Versión original producida por TDWG, traducida al idioma español por Escobar, D.; versión 2.0). Bogotá: SiB Colombia, 33 pp. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>

cada sección, de lo contrario perderá la información. Recuerde usar el manual GMP. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la construcción del manuscrito. Las secciones se indican en MAYÚSCULAS y los elementos de dichas secciones en **negrilla**.

- En PARTES ASOCIADAS incluya únicamente aquellas personas que no haya incluido en INFORMACIÓN BÁSICA.
- Los DATOS DEL PROYECTO y DATOS DE LA COLECCIÓN son opcionales según el tipo de datos. En caso de usar dichas secciones amplíe o complemente información ya suministrada, p. ej. no repita información de la **descripción** (COBERTURA GEOGRÁFICA) en la **descripción del área de estudio** (DATOS DEL PROYECTO).
- De igual manera, en los MÉTODOS DE MUESTREO, debe ampliar o complementar información, no repetirla. La información del **área de estudio** debe dar un contexto específico a la metodología de muestreo.
- Es indispensable documentar el **control de calidad** en MÉTODOS DE MUESTREO. Acá se debe describir que herramientas o protocolos se utilizaron para garantizar la calidad y coherencia de los datos estructurados con el estándar DwC.
- Para crear la **referencia del recurso**, en la sección REFERENCIAS, utilice uno de los dos formatos propuestos (Anexo 2). No llene el **identificador de la referencia**, este será suministrado posteriormente por el EC-SiB.
- Para incluir la bibliografía del manuscrito en **referencias**, ingrese cada una de las citas de manera individual, añadiendo una nueva referencia cada vez haciendo clic en la esquina inferior izquierda.

4. Rectifique que el formato de la información suministrada cumpla con los lineamientos de la revista (p. ej. abreviaturas, unidades, formato de números etc.) en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

5. Una vez incluida y verificada toda la información en el editor electrónico notifique al EC-SiB al correo electrónico sib+iac@humboldt.org.co, indicando que ha finalizado la edición del manuscrito. Adicionalmente adjunte la plantilla de Excel con los datos estructurados (elimine todas las columnas que no utilizó). El EC-SiB realizará correcciones y recomendaciones finales acerca de la estructuración de los datos y dará las instrucciones finales para que usted proceda a someter el artículo.

Someter el manuscrito

Una vez haya terminado la edición de su manuscrito y recibido las instrucciones por parte del EC-SiB, envíe una carta al correo electrónico biotacol@humboldt.org.co para someter su artículo, siguiendo las instrucciones en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

Recuerde adjuntar:

- Plantilla de Excel con la última versión de los datos revisada por el EC-SiB.
- Documento de Word con las figuras y tablas seguidas de una lista las mismas.

Cuando finalice el proceso, sus datos se harán públicos y de libre acceso en los portales de datos del SiB Colombia y GBIF. Esto permitirá que sus datos estén disponibles para una audiencia nacional e internacional, manteniendo siempre el crédito para los autores e instituciones asociadas.

Anexo 1. Estructura base de un artículo de datos y su correspondencia con el editor electrónico basado en el GMP.

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
TÍTULO	Derivado del elemento título .
AUTORES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas .
AFILIACIONES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas . De estos elementos, la combinación de organización, dirección, código postal, ciudad, país y correo electrónico , constituyen la afiliación.
AUTOR DE CONTACTO	Derivado de los elementos creador del recurso y proveedor de los metadatos.
CITACIÓN	Para uso de los editores.
CITACIÓN DELE RECURSO	Derivada del elemento referencia del recurso .
RESUMEN	Derivado del elemento resumen . Máximo 200 palabras.
PALABRAS CLAVE	Derivadas del elemento palabras clave . Máximo seis palabras.
ABSTRACT	Derivado del elemento abstract . Máximo 200 palabras.
KEY WORDS	Derivadas del elemento key words . Máximo seis palabras.
INTRODUCCIÓN	Derivado del elemento propósito (de las secciones Introducción y Antecedentes). Se sugiere un breve texto para introducir las siguientes secciones. Por ejemplo, historia o contexto de la colección biológica o proyecto en relación con los datos descritos, siempre y cuando no se repita información en las subsecuentes secciones.

cont. **Anexo 1.** Estructura base de un artículo de datos y su correspondencia con el editor electrónico basado en el GMP.

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
Datos del proyecto	Derivada de los elementos de la sección Datos del proyecto: título, nombre, apellido, rol, fuentes de financiación, descripción del área de estudio y descripción del proyecto.
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: descripción, nombre científico, nombre común y categoría.
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: descripción, latitud mínima, latitud máxima, longitud mínima, longitud máxima.
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: tipo de cobertura temporal.
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: nombre de la colección, identificador de la colección, identificador de la colección parental, método de preservación de los especímenes y unidades curatoriales.
MATERIAL Y MÉTODOS	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: área de estudio, descripción del muestreo, control de calidad, descripción de la metodología paso a paso.
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derivado de los elementos de las secciones Discusión y Agradecimientos, contiene información del formato de los datos y metadatos: nivel de jerarquía, fecha de publicación y derechos de propiedad intelectual.
DISCUSIÓN	Se deriva del elemento discusión . Un texto breve (máximo 500 palabras), que puede hacer referencia a la importancia, relevancia, utilidad o uso que se le ha dado o dará a los datos en publicaciones existentes o en posteriores proyectos.
AGRADECIMIENTOS	Se deriva del elemento agradecimientos .
BIBLIOGRAFÍA	Derivado del elemento bibliografía .

Anexo 2. Formatos para llenar el elemento referencia del recurso.

La referencia del recurso es aquella que acompañará los datos descritos por el artículo, públicos a través de las redes SiB Colombia y GBIF. Tenga en cuenta que esta referencia puede diferir de la del artículo. Para mayor información sobre este elemento contacte al EC-SiB. Aquí se sugieren dos formatos, sin embargo puede consultar otros formatos establecidos por GBIF⁴.

TIPO DE RECURSO	PLANTILLA	EJEMPLO
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de un proyecto de carácter institucional o colectivo con múltiples participantes.	<Institución publicadora/ Grupo de investigación> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>. <Número total de registros>, <aportados por:> <parte asociada 1 (rol), parte asociada 2 (rol) (...)>. <En línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>.	Centro Nacional de Biodiversidad (2013). Vertebrados de la cuenca de la Orinoquia. 1500 registros, aportados por Pérez, S. (Investigador principal, proveedor de contenidos, proveedor de metadatos), M. Sánchez (Procesador), D. Valencia (Custodio, proveedor de metadatos), R. Rodríguez (Procesador), S. Sarmiento (Publicador), V. B. Martínez (Publicador, editor). En línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , publicado el 01/09/2013.
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de una iniciativa personal o de un grupo de investigación definido.	<Parte asociada 1, parte asociada 2 (...)> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>, <Número total de registros>, <en línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>	Valencia, D., R. Rodríguez y V. B. Martínez (2013). Vertebrados de la cuenca del Orinoco. 1500 registros, en línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin . Publicado el 01/09/2001.

⁴ GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan). Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

Guidelines for authors - Data Papers

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

The purpose of this guide is to establish and explain the necessary steps to prepare a manuscript with the potential to become a publishable data paper in Biota Colombiana. This guide includes aspects related to the preparation of both data and the manuscript.

What is a Data Paper?

A data paper is a scholarly publication that has emerged as a mechanism to encourage the publication of biodiversity data as well as an approach to generate appropriate academic and professional recognition to all those involved in the management of biodiversity information.

A data paper contains the basic sections of a traditional scientific paper. However, these are structured according to an international standard for metadata (information that gives context to the data) known as the *GBIF Metadata Profile* (GMP)¹. The structuring of the manuscript based on this standard enables the community of authors publishing datasets globally, with presence in networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and other related networks, to publish data easily while getting proper recognition for their work and to encourage the authors of this type of data sets that have not yet published in these global information networks to have the necessary incentives to do so.

A data paper should describe in the best possible way the Whom, What, Where, When, Why and How of documenting and recording of data, without becoming the instrument to make a detailed analysis of the data, as happens in other academic publications. To deepen this publishing model, it is recommended to consult Chavan & Penev (2011)².

Which manuscripts are suitable for publication as data paper?

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin Core Darwin Core*³ (DwC). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources

globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

Dataset preparation

As mentioned above data submitted in this process should be structured based on DwC standard. For ease of structuring, the Biodiversity Information System of Colombia (SiB Colombia), created two templates in Excel; one for occurrences and other for species checklist. Carefully read and follow the template instructions for structuring and publishing data. For any questions about the structure process of data please contact the Coordinator Team of SiB Colombia (EC-SiB) at sib+iac@humboldt.org.co

Manuscript preparation

To assist the creation and structuring of the manuscript in the GMP standard, an electronic writing tool is available (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) to guide the author in the process and ultimately generate a first version of the manuscript. The use of GMP manual as an information guide to include in each section of the manuscript, as well as the annex 1 is recommended.

Steps required for the manuscript preparation:

- 1 Request access to the electronic writing tool at sib+iac@humboldt.org.co. The EC-SiB will assign a username and password.
2. Login to the electronic writing tool, then go to the tab Manage Resources and create a new resource by assigning a short name for your manuscript and clicking on the Create button. Use the format: "InstitutionAcronym_Year_DatasetFeature", e.g. NMNH_2010_rainforestbirds.
3. In the overview of the writing tool click on edit in Metadata section (please, do not use any other section), once there you will find different sections (right panel) that will guide you creating your manuscript. Save the changes at the end of each section, otherwise you will lose the information. Remember to use the GMP manual. Here are some recommendations for editing the metadata, sections are indicated in CAPS and the elements of these sections in **bold**.

¹ GBIF (2011). GBIF Metadata Profile, Reference Guide, Feb 2011, (contributed by O Tuama, E., Braak, K., Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 19 pp. Accesible at http://links.gbif.org/gbif_metadata_profile_how-to_en_v1.

² Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.

³ Biodiversity Information Standards – TDWG. Accesible at <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/>

- In ASSOCIATED PARTIES include only those who are not listed in BASIC INFORMATION.
 - PROJECT DATA and COLLECTION DATA are optional depending on the data type. When using these sections extend or complement information already provided, i.e. do not repeat the same information describing the **description** (GEOGRAPHIC COVERAGE) in the **study area description** (PROJECT DATA).
 - Likewise, in SAMPLING METHODS, you must expand or complete the information, not repeat it. The information in **study extent** should give a specific context of the sampling methodology.
 - It is essential to document the **quality control** in SAMPLING METHODS. Here you should describe what tools or protocols were used to ensure the quality and consistency of data structured with DwC standard.
 - To create the **resource citation** in the CITATIONS section, follow one of the two formats proposed (Annex 2). Do not fill out the **citation identifier**, this will be provided later by the EC-SiB.
 - To include the manuscript bibliography in **citations**, enter each of the citations individually, adding a new citation each time by clicking in the bottom left.
4. Check that the format of the information provided meets the guidelines of the journal (e.g. abbreviations, units, number

formatting, etc.) in the *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

5. Once included and verified all information in the writing tool, notify to EC-SiB at sib+iac@humboldt.org.co, indicating that you have finished editing the manuscript. Additionally attach the Excel template with structured data (remove all columns that were not used). The EC-SiB will perform corrections and final recommendations about the structure of the data and give you the final instructions to submit the paper.

Submit the manuscript

Once you have finished editing your manuscript and getting the instructions from EC-SiB, send a letter submitting your article to email biotacol@humboldt.org.co, following the instructions of *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

Remember to attach:

- Excel template with the latest version of the data reviewed by the EC-SiB.
- Word document with figures and tables followed by a list of them.

At the end of the process, your information will be public and freely accessible in the data portal of SiB Colombia and GBIF. This will allow your data to be available for national and international audience, while maintaining credit to the authors and partner institutions.

Annex 1. Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
TITLE	Derived from the title element.
AUTHORS	Derived from the resource creator , metadata provider , and associated parties elements.
AFFILIATIONS	Derived from the resource creator , metadata provider and associated parties elements. From these elements combinations of organization , address , postal code , city , country and email constitute the affiliation .
CORRESPONDING AUTHOR	Derived from the resource contact , metadata provider elements.
CITATION	For editors use.
RESOURCE CITATION	Derived from the resource citation element.
RESUMEN	Derived from the resumen element. 200 words max.
PALABRAS CLAVE	Derived from the palabras clave element. 6 words max.
ABSTRACT	Derived from the abstract element. 200 words max.
KEY WORDS	Derived from the key words element. 6 words max.
INTRODUCTION	Derived from the purpose (Introduction and Background section). A short text to introduce the following sections is suggested. For example, history or context of the biological collection or project related with the data described, only if that information is not present in subsequent sections.
Project data	Derived from elements title , personnel first name , personnel last name , role , funding , study area description , and design description .
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: description , scientific name , common name and rank .
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: description , west , east , south , north .

cont. **Annex 1.** Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: temporal coverage type .
Collection data	Derived from the collection data elements: collection name, collection identifier, parent collection identifier, specimen preservation method and curatorial units .
MATERIALS AND METHODS	Derived from the sampling methods elements: study extent, sampling description, quality control and step description .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata: hierarchy level, date published and ip rights .
DISCUSSION	Derived from the discussion element. A short text (max 500 words), which can refer to the importance, relevance, usefulness or use that has been given or will give the data in the published literature or in subsequent projects.
ACKNOWLEDGMENTS	Derived from the acknowledgments element.
BIBLIOGRAPHY	Derived from the citations element.

Annex 2. Citation style quick guide for “resource reference” section.

The Resource Reference is the one that refer to the dataset described by the paper, publicly available through SiB Colombia and GBIF networks. Note that this reference may differ from the one of the paper. For more information about this element contact EC-SiB.

Here two formats are suggested; however you can consult other formats established by GBIF⁴.

TYPE OF RESOURCE	TEMPLATE	EXAMPLE
The paper is the result of a collective or institutional project with multiple participants.	<Institution/Research Group>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>. <Number of total records>, <provided by :> <associated party 1 (role), associated party 2 (role), (...)>. <Online,> <resource URL>, <published on>. <Published on DD/MM/AAAA>.	National Biodiversity (2013). Vertebrates in Orinoco, 1500 records, provided by: Perez, S. (Principal investigator, content provider), M. Sanchez (Processor), D. Valencia (Custodian Steward, metadata provider), R. Rodriguez (Processor), S. Sarmiento (Publisher), VB Martinez (Publisher, Editor). Online, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , published on 01/09/2013.
The paper is the result of a personal initiative or a defined research group.	<associated party 1, associated party 2, (...)>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>, <Number of total records>, <Online,> <resource URL>. <Published on DD/MM/AAAA>.	Valencia, D., R. Rodríguez and V. B. Martínez. (2013). Vertebrate Orinoco Basin, 1500 records, Online, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , published on 01/09/2001

⁴ GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan). Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

Guía para autores

(www.humboldt.org.co/biota)

Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre(s) completo(s) del(los) autor(es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínimo de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.

- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en tablas separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en cursiva (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 °C). Para medidas relativas como m/seg., use m.seg⁻¹.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Expresé los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53''N-56°28'53''O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

Figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

ARTÍCULO EN REVISTAS

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

Libros: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Tesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Informes técnicos: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Capítulo en libro o en informe: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). *Insectos de Colombia. Estudios Escogidos.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Resumen en congreso, simposio, talleres: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

PÁGINAS WEB

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

Guidelines for authors

(www.humboldt.org.co/biota)

Manuscript preparation

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet application (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicates:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

Evaluation

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40 pages maximum, including tables, figures and annex. For tables

use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).

- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e sensu, *et al.*). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 °C). For relative measures such as m/sec, use m.sec⁻¹.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to separate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53''N-56°28'53''O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.
- When quoting references in the text mentioned author's last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- ABSTRACT: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- KEY WORDS: six key words maximum, complementary to the title.

Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periodss, capital letters, etc.

JOURNAL ARTICLE

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

Book: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Thesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Book chapter or in review: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Symposium abstract: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

WEB PAGES

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Editorial. <i>Luz Fernanda Jiménez-Segura y Carlos A. Lasso</i>	1
Ictiofauna y desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena-Cauca, Colombia. <i>Luz Fernanda Jiménez-Segura, Daniel Restrepo-Santamaría, Silvia López-Casas, Juliana Delgado, Mauricio Valderrama, Jonathan Álvarez y Daniel Gómez</i>	3
Peces migratorios al interior de una central hidroeléctrica: caso Miel I, cuenca del río Magdalena (Caldas-Antioquia), Colombia. <i>Silvia López-Casas, Luz Fernanda Jiménez-Segura y Clara María Pérez-Gallego</i>	26
Áreas de reproducción de peces migratorios en la cuenca alta del río Magdalena, Colombia. <i>María Isabel Pareja-Carmona, Luz Fernanda Jiménez-Segura, Francisco Antonio Villa-Navarro, Gladys Reinoso-Flórez, Diana María Gualtero-Leal y Victor Julio Ángel-Rojas</i>	40
Listado taxonómico de especies ícticas de importancia pesquera en tres embalses del Oriente antioqueño, cuenca del río Magdalena, Colombia. <i>María Isabel Pareja-Carmona y Juan Guillermo Ospina-Pabón</i>	54
Gradiente de recuperación longitudinal en la estructura de la ictiofauna en un río transandino regulado. <i>Luz Fernanda Jiménez-Segura, Javier Maldonado-Ocampo y Clara María Pérez-Gallego</i>	61
Aspectos ecológicos de <i>Chaetostoma</i> sp. (Siluriformes: Loricariidae) en el alto río Magdalena, Colombia. <i>Pamela Zúñiga-Upegui, Francisco Antonio Villa-Navarro, Luis José García-Melo, Jorge Enrique García-Melo, Gladys Reinoso-Flórez, Diana María Gualtero-Leal y Victor Julio Ángel-Rojas</i>	81
Comunidad planctónica en un embalse con alta tensión ambiental: La Playa (Tuta, Boyacá), Colombia. <i>Andrea Paola Rodríguez-Zambrano y Nelson Javier Aranguren-Riaño</i>	95
Historia de vida del bagre <i>Imparfinis usmai</i> (Heptapteridae: Siluriformes) en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico El Quimbo, alto río Magdalena, Colombia. <i>Francisco Antonio Villa-Navarro, Luis José García-Melo, Pamela Zúñiga-Upegui, Jorge Enrique García-Melo, Jhonatan Mauricio Quiñones-Montiel, Juan Gabriel Albornoz, Cristhian Camilo Conde-Saldaña, Gladys Reinoso-Flórez, Diana María Gualtero-Leal y Victor Julio Ángel-Rojas</i>	111
Dinámica espacial y temporal de los géneros ficoperifíticos de la cuenca del río La Miel (cuenca del río Magdalena), aguas abajo del embalse Amaní (Caldas, Colombia), entre 2006 y 2009. <i>Mónica Tatiana López-Muñoz y Clara María Pérez-Gallego</i>	127
Guía para autores	152