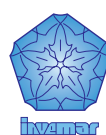


BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376

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

Variación espacial y temporal del ficoperifiton del río La Miel (cuenca del río Magdalena), aguas abajo del embalse Amaní, entre 2006 y 2009 - Peces migratorios en la caverna de oscilación: Central Miel I (Caldas-Antioquia) - Listado taxonómico de especies de peces de agua dulce en tres embalses del Oriente colombiano - Ictiofauna y desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena-Cauca, Colombia - Variación espacial y temporal del ficoperifiton del río La Miel (cuenca del río Magdalena), aguas abajo del embalse Amaní, entre 2006



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 Andréis" - 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

Comunidad planctónica de un embalse con alta tensión ambiental: La Playa, cuenca alta del río Chicamocha (Tuta, Boyacá), Colombia

Andrea Paola Rodríguez-Zambrano y Nelson Javier Aranguren-Riaño

Resumen

El embalse La Playa (cuenca alto del río Chicamocha, Boyacá), es receptor de aguas residuales y funciona como regulador de caudal con fines de optimizar un distrito de riego. A pesar de ser un sistema estratégico no hay información de su estado de calidad. Se evaluó la estructura del plancton y la relación con algunas variables físicas y químicas en dos épocas hidro-climáticas contrastantes (octubre 2011, febrero 2012) y en tres estaciones (zona riverina, zona transición y zona lacustre). Según el análisis de componentes principales, en lluvias se registró mayor concentración de oxígeno y baja transparencia; en tiempo seco, conductividades altas y baja concentración de fósforo. Se identificaron 21 especies de algas planctónicas y 10 especies de zooplancton. La mayor abundancia fue para *Coelastrum microporum* (74 %), *Euglena* sp. (21 %), *Keratella tropica* (79 %) y *Metacyclops mendocinus* (32 %). A nivel temporal, no se presentó un reemplazamiento en el dominio de estas especies, por tanto se consideran indicadoras de elevado nivel trófico y de tolerancia a variaciones de oxígeno disuelto, pH y conductividad eléctrica. A pesar que el sistema expresa alta tensión ambiental (fluctuación física y química y a la concentración de carga orgánica), estas especies tienen la capacidad de adaptarse a estos cambios.

Palabras clave. Zooplancton. Fitoplancton. Estrés ambiental. Eutroficación. Embalse La Playa.

Abstract

The water reservoir La Playa (upper basin of the Chicamocha River) is a receptor system of residual water and works as a flow regulator to optimize an irrigation district. Although, it is a strategic system, there is no information about water quality. The plankton structure and relationship with physical and chemical variables was evaluated for two contrasting hydro-climatic periods (October 2011 and February 2012) and three stations (lacustrine, transition and riverine). According to principal component analysis during high rainfall oxygen concentration increased and lower transparency was recorded; during the dry season, conductivity was higher but phosphorus concentration was lower. Twenty-one species of planktonic algae and ten species of zooplankton were identified. The highest abundance was for *Coelastrum microporum* (74 %), *Euglena* sp. (21 %), *Keratella tropica* (79 %) and *Metacyclops mendocinus* (32 %). On the temporal scale, no replacement of dominant species was found. This is considered indicative of their high trophic level and tolerance to variations in dissolved oxygen, pH and electrical conductivity. Despite the observed high environmental stress (physical and chemical fluctuations and concentration of organic load), these species are able to adapt to these changes.

Key words. Zooplankton. Phytoplankton. Environmental stress. Eutrophication. La Playa Reservoir.

Introducción

Los embalses cumplen funciones de alta importancia, fueron construidos por el hombre para suplir ciertas necesidades, sirven como reservorios de agua, prestan servicios de tipo recreativo y agrícola (uso de riego), control de inundaciones y energía eléctrica, entre otros.

Estos sistemas han sido afectados de manera negativa por la extensiva actividad antropogénica, relacionado con el aumento de la población humana y el uso de fertilizantes químicos en la agricultura, en donde el arrastre de sedimentos y nutrientes provenientes de los afluentes de cultivos y de aguas residuales de municipios aledaños, alteran las condiciones de la dinámica de acuerdo al diseño y a la proyección de uso del sistema, observando cambios físicos y químicos en el agua, lo que evidencia el deterioro de la calidad ecológica del mismo (Margalef *et al.* 1976).

Los cuerpos de agua eutróficos son considerados ecosistemas forzados ya que reciben una fracción importante de materia orgánica (Margalef 1983), presentan inestabilidad física y química con grandes fluctuaciones en periodos cortos, lo cual genera una modificación en su funcionamiento (Márquez y Guillot 2001), siendo determinante en la diversidad de especies.

De acuerdo con Connell y Orias (1964), el grado de estabilidad del entorno físico cumple un papel determinante sobre los organismos del cuerpo de agua. Beisner (2001) afirma que la heterogeneidad temporal en la disponibilidad de recursos y el nivel de fluctuación del entorno, tienen un efecto en la diversidad del plancton.

El componente biológico se ve afectado con cambios en la composición de especies, regulación de la diversidad y dinámica de las poblaciones que allí habitan (ciclo de vida, crecimiento y condición reproductiva) (Bartram y Ballance 1996). Los cambios del estado trófico tienen gran influencia en factores como la riqueza y diversidad del plancton de aguas continentales (Pinto-Coelho 1987, Nogueira 2001), donde el fitoplancton responde a los cambios en la concentración de nutrientes (Coelho *et al.* 2007). Por su parte, el zooplancton también se ve afectado, ya

que se ha observado la relación entre el estado trófico y cambios en abundancia de los principales grupos de zooplancton (Pinto-Coelho *et al.* 2005).

Los sistemas son el producto del comportamiento de las poblaciones que lo habitan (Reynolds 2002) por lo que su estado se manifiesta en la representación de estas especies, las cuales sirven como indicadoras o claves al momento de comprender su dinámica, de allí la importancia en este tipo de estudios, ya que integran información biológica y físico química que ayuda a comprender el funcionamiento del cuerpo de agua, lo que ayudaría a pensar en posibles alternativas para el manejo de la cuenca.

El embalse La Playa presta el servicio como subcuenca de la parte alta de caudal del río Chicamocha, es sistema de riego de cultivos aledaños y es fuente hídrica de ganado bovino y ovino. Este reservorio es receptor de aguas residuales (desechos domésticos y de cultivos) provenientes de los municipios de Tunja, Tuta y Combita (Corpoboyacá 2005), problemática que ha generado la eutrofización, acidificación y proliferación descontrolada de la vegetación acuática (Informe Técnico de Tuta 1997). A pesar de ser un sistema estratégico para la población local, no hay información de su estado de calidad. Por esta razón se evaluó la estructura del plancton y la relación con algunas variables físicas y químicas en dos épocas hidro-climáticas contrastantes.

Material y métodos

Área de estudio

El embalse La Playa se localiza en el municipio de Tuta (Boyacá) (Figura 1), a 5°41'05" N - 73°25'26" O (Figura 2). Fue construido por el Incora en 1966 con el fin de regular las crecientes del río Jordán y controlar inundaciones que aguas abajo se presentaban. Está ubicado a 2588 m s.n.m., tiene un área de 128 hectáreas. Presenta una precipitación anual promedio de 1205 mm, régimen de lluvias bimodal con dos épocas húmedas (marzo-mayo; septiembre-octubre) y dos épocas secas (junio-agosto; diciembre-marzo) (Corpoboyacá 2005). Es abastecido por los ríos Jordán y Chicamocha y controla un área de drenaje de 31.600



Figura 1. Embalse La Playa, municipio de Tuta (Boyacá).

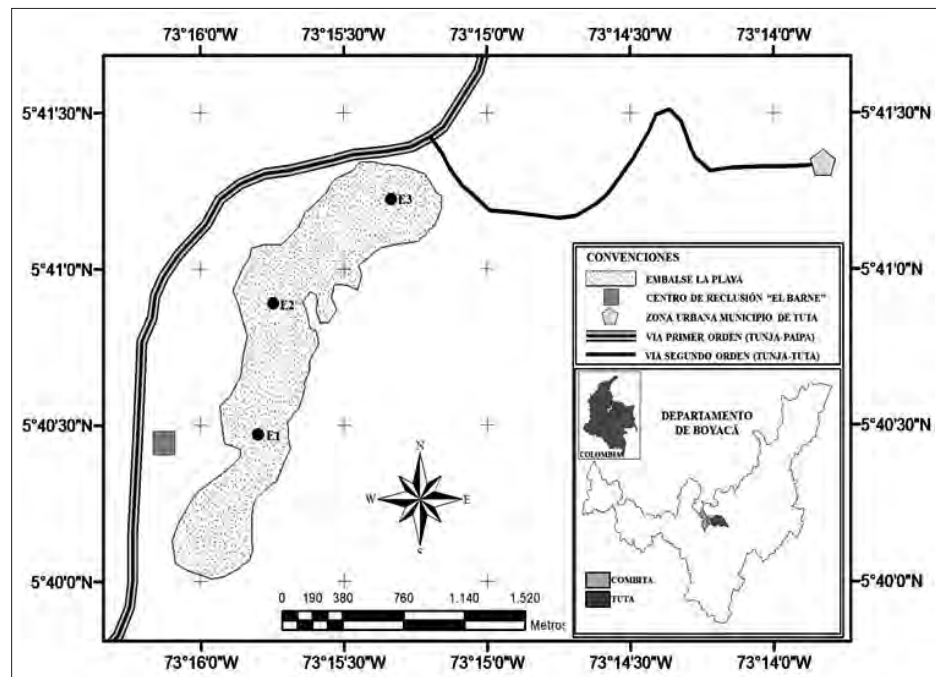


Figura 2. Embalse La Playa, municipio de Tuta (Boyacá). E1. Estación zona riverina. E2. Estación zona media. E3. Estación represa salida de aguas.

hectáreas, que corresponden a la cuenca hidrográfica del río Jordán. La Playa recoge los vertimientos de aguas residuales de los municipios aledaños como Tunja, Combita, Chivatá y el centro penitenciario El Barne.

Fase de campo

El muestreo se realizó en dos épocas climáticas contrastantes: octubre de 2011 (alta precipitación) y febrero de 2012 (baja precipitación) (Corpoboyacá 2005). Se tomaron tres puntos sobre el eje mayor del cuerpo de agua: estación uno (E1): zona riverina, 5°40'16"N-73°15'91"O; estación dos (E2): zona de transición, 5°40'46"N-73°15'65"W; estación tres (E3): zona lacustre, 5°41'05"N-73°25'26"O (Figura 2). En subsuperficie y en el límite inferior de la zona fótica de cada estación, se registraron valores de transparencia (disco Secchi), temperatura y conductividad eléctrica (conductímetro Shott CG 858), oxígeno disuelto (oxímetro Sonda YSI modelo 55) y pH (pHmetro Orión modelo 210). A su vez, se tomaron muestras integradas de agua (1 L) para el análisis de nutrientes (nitrógeno total, fósforo total, DBO₅ y DQO). Se preservaron con ácido sulfúrico (1 mL por cada litro de agua) y se mantuvieron a baja temperatura hasta llegar al laboratorio para su posterior análisis.

Las muestras cualitativas de fitoplancton y zooplancton se obtuvieron mediante arrastres oblicuos con redes de 17 y 45 µm de diámetro de poro, respectivamente. Las muestras cuantitativas se obtuvieron con la botella Schindler tipo Patalas, se filtraron 80 L de subsuperficie (40 L) y zona profunda (2 m) (40 L) (Boltoskoy 1995). Las muestras cualitativas y cuantitativas de zooplancton se fijaron con solución Transeau en proporción 1:1, al igual que las muestras cualitativas de fitoplancton, mientras que las cuantitativas se fijaron con lugol (1 mL por cada 100 mL de muestra).

Fase de laboratorio

El sistema de clasificación usado para el fitoplancton fue con base en Bicudo y Menezes (2006). Mientras que para zooplancton fue con Boxshall (2004) para copépoda, Dumont y Negrea (2002) para cladóceros y Koste (1978) para Rotífera. En la determinación taxonómica del fitoplancton se usaron claves y listados publicados de especies como: Bourrelly

(1970, 1972, 1981), Parra *et al.* (1982 a, b, c, 1983), Tell y Mosto (1982), Sant'Anna (1984), Komárek y Fott (1983), Komárek y Anagnostidis (1999, 2005) y Comas (1996). Para el zooplancton Ruttner-Kolisko (1974), Koste (1978), e Pennak (1989), Einsle (1993), Reid (1995), Lieder (1996), Elmoor-Loureiro (1997) y Gaviria y Aranguren (2003).

El análisis cuantitativo de zooplancton se realizó mediante fraccionamiento en alícuotas de 50 mL de la muestra previa homogenización por burbujeo y revisión de campos en cámara de sedimentación bajo observación en microscopio invertido (Lopretto y Tell 1995). Para el fitoplancton se estableció el conteo mínimo de 300 individuos de la especie más abundante por campos al azar en el microscopio invertido (Vicente *et al.* 2005).

El análisis de nutrientes se realizó en el laboratorio certificado de química de la Universidad de Boyacá, para nitrógeno mediante el método titulométrico y para fósforo se usó el método de fotometría.

Tratamiento de datos

Se realizaron análisis exploratorios y descriptivos a nivel espacial y temporal con las variables físicas y químicas, tales como la media, varianza. Se elaboraron perfiles verticales de oxígeno y temperatura. Se realizó un análisis de componentes principales tipo correlacional (ACP), para saber si existe un ordenamiento de las variables físicas y químicas en función del tiempo y el espacio con el programa estadístico PAST (versión 2,17). Se determinó el estado trófico del embalse mediante el índice de Carlson (IET) modificado (Kratzer y Bresnik 1981, citado por Henao 1987). Se obtiene a través de la transparencia secchi y las concentraciones de nitrógeno y fósforo total.

Para el componente biológico se calculó el índice de diversidad de Shannon- Wiener (H'). Para indagar si existieron diferencias en la proporcionalidad de las abundancias de especies entre épocas, se usó el programa estadístico PAST (versión 2,17). También se realizó un análisis discriminante para identificar las variables que permitieran diferenciar grupos (épocas contrastantes) mediante el paquete R.x 64 2.15.2 (R Development Core Team 2008).

Luego se determinó mediante análisis de rangos de abundancia, el modelo de distribución al que se ajustó cada comunidad (Magurran 1989). La verificación de los modelos de distribución se realizó con el paquete “Vegan” paquete R.x 64 2.15.2 (R Development Core Team 2008), donde se tomó la selección de menor desviación como criterio de mayor ajuste. Este análisis permite observar patrones en el reparto de recursos disponibles, donde la abundancia de una especie equivale a la porción de nicho que prefiere u ocupa (Whittaker 1972).

Para identificar asociaciones entre el componente biológico y las variables ambientales, se realizaron correlaciones de Spearman con las abundancias de aquellas especies constantes a nivel temporal y los valores de conductividad eléctrica, oxígeno, DBO₅ y DQO mediante el programa PAST (versión 2,17).

Resultados

Caracterización física y química

Según el análisis de componentes principales, la mayor variabilidad fue por parte de la transparencia y la conductividad eléctrica para el componente uno (76% de la varianza), mientras que la temperatura

y el pH lo fueron para el componente dos (16% de la varianza) (Figura 3). En la época de lluvias se registraron mayores valores de oxígeno, DBO₅ DQO, y menor transparencia. En contraste la época seca se caracterizó por presentar mayor conductividad, y menor concentración de fósforo (Tabla 1).

Para el periodo de lluvias el sistema hídrico registró estratificación química basada en el porcentaje de saturación de oxígeno, sin embargo en época seca estuvo mezclado (Figura 4).

De acuerdo al índice de Carlson modificado IETM, el embalse se encontraba en estado eutrófico por parte de los índices de fósforo total (118 >55 para lluvias y 79 >55 para época seca), y de transparencia (63 >55 para época lluvias), sin embargo indicó un estado mesotrófico en época seca con IET transparencia (49, entre 45 y 55)

Comunidad planctónica

Para la comunidad de fitoplancton se registraron 21 especies, distribuidas en 15 géneros y diez familias. La mayor riqueza de géneros y especies se determinó para Scenedesmaceae y Euglenaceae. Los géneros con mayor número de especies fueron *Desmodesmus* y *Trachelomonas* (Tabla 2).

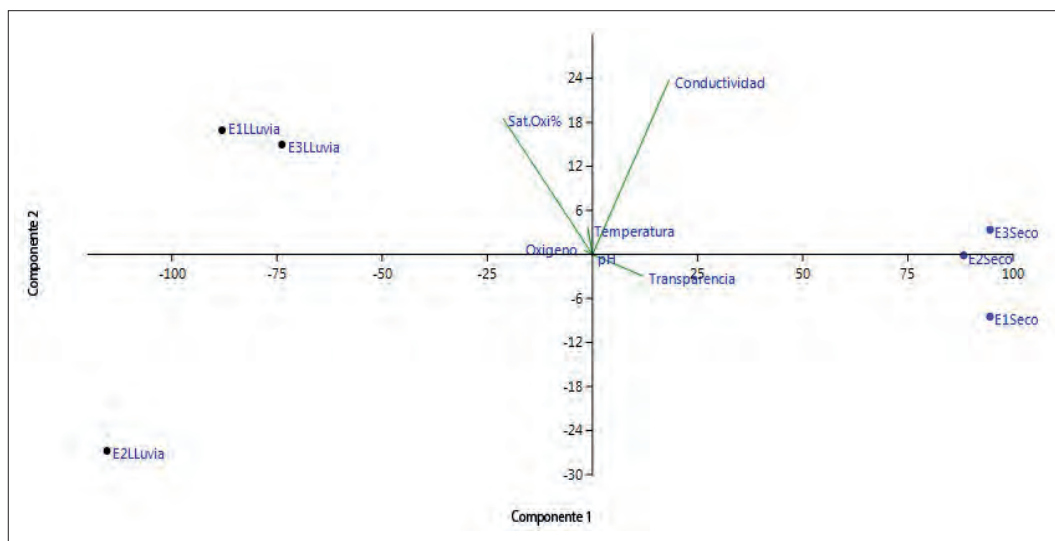


Figura 3. Análisis de componentes principales de las dos épocas contrastantes del embalse La Playa. E1: época de lluvias. E2: época seca. P1, P2, P3: puntos de muestreo.

Tabla1. Variables físicas y químicas por estación - época y nutrientes integral. Promedio a nivel espacial y temporal. **E1.** Estación 1. **E2.** Estación 2. **E3.** Estación 3.

	Lluvias	Seco		Lluvias	Seco		Lluvias	Seco		$\bar{X}$ Temporal	
<i>Superficie</i>	E1	E1	$\bar{X}$	E2	E2	$\bar{X}$	E3	E3	$\bar{X}$	LI	Se
Profundidad (m)	5	5	5	6	6,2	6,1	7	7	7	6,0	6,1
Transparencia (cm)	50	110	80	40	110	75	40	130	85	43,3	116,7
Temperatura (°C)	20,5	1,1	10,8	20,1	19,2	19,6	19,3	19,8	19,5	19,9	13,4
Conductividad (µs/cm)	210	302,6	256,3	160	303,6	231,8	220	306,7	263,4	196,7	304,3
Oxígeno (mg/L)	13,8	3,16	8,4	14,8	2,2	8,51	13,7	2,7	8,1	14,1	2,7
% de Saturación	162,2	15,1	88,6	152,9	24,1	88,5	144,8	28,9	86,9	153,3	22,7
pH	4,9	4,8	4,85	5,2	4,7	4,95	4,9	5,1	5	5,0	4,9
<i>Fondo</i>											
Temperatura	16,6	17,8	17,2	16,6	18,1	17,35	16,6	18,1	17,4	16,6	18,0
Conductividad	210	305,2	257,6	240	309,5	274,8	250	308,5	279,3	233,3	307,7
Oxígeno (mg/L)	0,7	0,5	0,6	0,7	0,8	0,7	1,3	0,9	1,1	0,9	0,7
% de Saturación	10,3	5	7,7	73	8,4	40,7	30,5	8,5	19,5	37,9	7,3
pH	4,9	4,9	4,9	5,5	5	5,3	6,3	6,3	6,3	5,57	5,4
<i>Integral</i>											
Fósforo total (mg/L)	3,4	0,3	1,9	5,4	0,3	2,8	4,6	0,3	2,4	4,5	0,3
Nitrógeno T. (mg/L)	< 1	< 1	< 1	2	< 1	2	< 1	< 1	1	2,0	< 1,0
DBO ₅ (mg/L)	277	42	159,5	329	19	174	256	22	139	287,3	27,7
DQO (mg/L)	441,6	68,3	255	481,3	36,9	259,1	395,3	44,5	219,9	439,4	49,9

En cada una de las tres estaciones de muestreo se registró la presencia de 13 especies. A nivel cuantitativo fue diferente en las dos épocas; en lluvias la distribución vertical de algas fue homogénea, dominando *Coelastrum microporum*. En el periodo seco la dominancia en aguas subsuperficiales fue por parte de *Mallomonas caudata* y *C. microporum*, mientras que a dos metros fue el género *Euglena* el más abundante.

Para los dos épocas muestreadas las clases con mayor abundancia relativa fueron Chlorophyceae (72,1 %) y Euglenophyceae (20,2 %), seguidas de Coscinodiscophyceae (3,14 %) y Zygnematophyceae (0,08 %), sin embargo, Crysophyceae (4,34 %) fue representativa en la época seca.

En lluvias *C. microporum* aportó el 74% en la abundancia, seguida de *T. hispida* (10 %) y *Pediastrum dúplex* (6 %). *Coelastrum microporum* también fue más abundante (39 %) en época seca, seguida de *Euglena* sp. (21%) y *M. caudata* (12 %), como principales representantes de las clases encontradas (Figura 5 a y b).

Para el zooplancton se identificaron diez especies distribuidas en ocho géneros y seis familias. Los rotíferos presentaron la mayor riqueza (cinco especies), seguido de los cladóceros y los copépodos (tres y dos especies respectivamente). Los géneros con mayor aporte de riqueza de especies fueron *Metacyclops* y *Keratella* (Tabla 3).

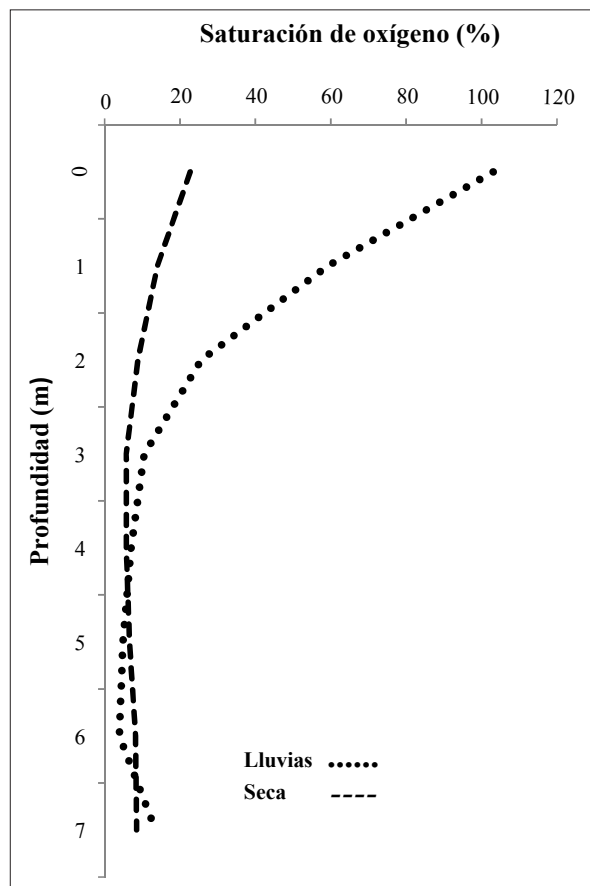


Figura 4. Perfil de oxígeno a nivel temporal.

A nivel espacial se registraron diferencias cualitativas en esta comunidad. La estación cerca de la presa (E3) registró la menor riqueza de zooplancton con cinco especies mientras que la estación alejada a la zona riverina (E1), registró la mayor con nueve. Esto se mantuvo en las dos épocas. A nivel cuantitativo se registraron diferencias en los periodos muestreados, en lluvias dominó un ciclopoide y en época seca un rotífero.

La mayor proporción en abundancias en el zooplancton fue de los rotíferos (63,12 %), seguido de los copépodos (28,57 %) y los cladóceros (8,30 %). En lluvias la expresión más alta fue de *Metacyclops mendocinus* (32 %), la gran representatividad de este grupo se atribuye a la presencia de estadios larvales, juveniles y adultos, seguida de *Brachionus cf. rubens* (9 %) y *Daphnia pulex* (8 %); en contraste, en época seca fueron *Keratella tropica* (79 %), *M. mendocinus* (5 %) y *Polyarthra vulgaris* (4 %) (Figura 5 c y d).

En la época de lluvias, no se hallaron diferencias a nivel espacial, mientras que en la época seca, la estación tres registró la mayor abundancia de zooplancton y la estación uno la menor.

Se registró una mayor diversidad planctónica en época de lluvias ($H' = 1,63$ nits para fitoplancton y

Tabla 2. Información taxonómica de la comunidad fitoplanctónica del embalse la Playa. **M1.** Época de lluvias. **M2.** Época seca.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	M1	M2
Chlorophyceae	Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum microporum</i> (Nägeli) 1855	x	x
			<i>Desmodesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.	x	x
			<i>Desmodesmus cf. bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M. Tsarenko 2000	x	
			<i>Desmodesmus var. quadrispina</i> (Chodat) 1913	x	
			<i>Desmodesmus cf. intermedius</i> (Chodat) Hegewald 2000	x	x
			<i>Scenedesmus ecornis</i> (Chodat) 1926	x	
			<i>Actinastrum sp.</i>	x	
		Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum duplex</i> (Meyen) 1829	x	x

Cont. **Tabla 2.** Información taxonómica de la comunidad fitoplanctónica del embalse la Playa. **M1.** Época de lluvias. **M2.** Época seca.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	M1	M2
Chlorophyceae	Chlorococcales	Oocystaceae	<i>Oocystis cf. parva</i> (West)1898	x	x
		Chlorococcaceae	<i>Ankyra</i> sp.	x	x
		Chlorophyceae	<i>Dictyococcus chlorella</i>	x	x
	Tetrasporales	Palmellaceae	<i>Sphaerocystis</i> sp.	x	x
Coscinodiscophyceae	Aulacosirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp.		x
Zygnematophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Staurostrum</i> sp.		x
			<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1849	x	x
			<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F. Stein 1878	x	x
			<i>Trachelomonas cf. planctónica</i> (Svirenko) 1914		x
Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas punctata</i> (Kufferath & Conrad)1952		x
			<i>Euglena</i> sp.	x	x
			<i>Strombomonas verrucosa</i> (E. Daday) Deflandre 1930	x	
Crysophyceae	Chrysomonadales	Mallomonadaceae	<i>Mallomona caudata</i> Iwanoff (Ivanov)1899	x	x

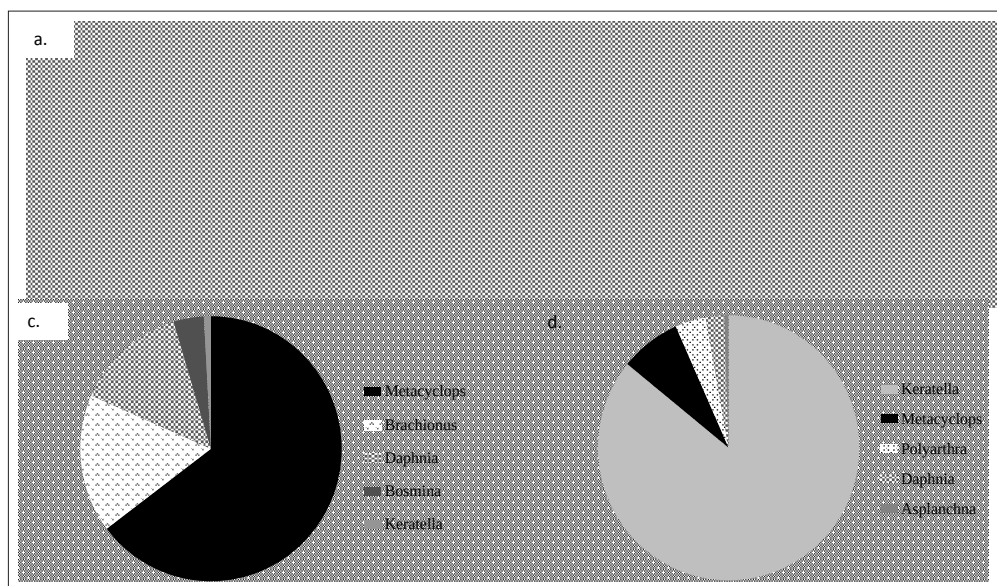


Figura 5. Proporción de abundancia de la comunidad planctónica del embalse La Playa en dos periodos hidroclimáticos. Fitoplancton periodo lluvias (a) y seco (b); zooplancton periodo lluvias (c) y seco (d).

Tabla 3. Información taxonómica de la comunidad zooplanctónica del embalse la Playa. **M1:** época de lluvias. **M2:** época seca.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	M1	M2
Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski)1892	x	x
			<i>Metacyclops</i> sp.	x	x
Branquiopoda	Anomopoda	Daphniidae	<i>Daphnia pulex</i> (Leydig)1860	x	x
			<i>Ceriodaphnia</i> sp.		x
		Bosminidae	<i>Bosmina freyi</i> (De Melo and Hebert)1994	x	x
Monogononta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella tropica</i> (Apstein) 1910	x	x
			<i>Keratella americana</i> (Carlin)1943	x	x
			<i>Brachionus</i> cf. <i>rubens</i> (Ehrenberg) 1838	x	
		Synchaetidae	<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin)1943		x
		Asplanchnidae	<i>Asplanchna girodi</i> (De Geurne)1888		x

H'=1,06 nits para zooplancton) en comparación con la época seca H'= 1,24 y H'= 0,66 respectivamente.

De acuerdo con el análisis discriminante en las dos comunidades planctónicas se distinguen la separación de la dos épocas (100% de validación). Para el fitoplancton, el primer grupo está conformado por las clorofíceas, asociado con altos valores de pH y fósforo total, para la época de lluvias. El segundo por las euglenales y zygnematales, asociado con alta transparencia y alta conductividad eléctrica, para la época seca (Figura 6a).

En el caso del zooplancton, un grupo está integrado por *M. mendocinus* asociado a altos valores de porcentaje de saturación de oxígeno y pH, para época de lluvias; el otro por *D. pulex* y *K. tropica*, asociado a alta transparencia y conductividad (Figura 6b).

Se registraron correlaciones significativas entre algunas variables ambientales (conductividad, % de saturación, oxígeno, DBO₅ y DQO) y las especies constantes de fitoplancton, mientras que por parte del zooplancton solo *K. tropica* presentó una correlación significativa con el porcentaje de saturación (Tabla 4).

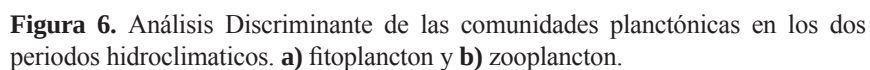
En el análisis de rangos de abundancia, las dos comunidades presentaron una tendencia diferente. El fitoplancton registró un patrón de serie geométrica,

con un 2 % de desviación en la época seca, con pocas especies muy abundantes y las restantes raras; el taxón más abundante ocupa cierta cantidad de nicho y toma una porción de recursos, proceso secuencialmente igual con las demás especies hasta la ocupación total del nicho en intervalos uniformes de tiempo (Figura 7a). Sin embargo, el comportamiento de la comunidad en lluvias fue diferente, ajustándose a un modelo log normal (desviación 2 %), en donde existen unas pocas especies dominantes y un grupo de especies raras.

En cuanto al zooplancton este se ajustó a una serie normal en las dos épocas (seca 13 % y lluvias 8 %), resultado que refleja pocas especies dominantes, un porcentaje menor de especies raras y abundancias medias (Figura 7b).

Discusión

El arrastre de productos agrícolas orgánicos y los provenientes de los vertimientos de municipios aledaños, conllevan al aumento en la concentración de carga orgánica, así como de los valores de DBO₅ y DQO, los cuales se consideran altos en comparación con otros embalses colombianos (Márquez y Guillot 2001), estos valores pueden deberse a procesos de respiración de los organismos y a la oxidación de la materia orgánica.



	<i>C. Microporum</i>		<i>Euglena</i> sp.		<i>M. Caudata</i>		<i>K. Tropica</i>	
Conductividad	r= -0,94	p=0,004	r= 0,82	p=0,04	r=1	p=0,001		
% de Saturación					r= -0,94	p=0,004	r= -0,94	p=0,004
Oxígeno	r=0,88	p=0,01						
DBO	r=0,88	p=0,01						
DQO	r=0,88	p=0,01						

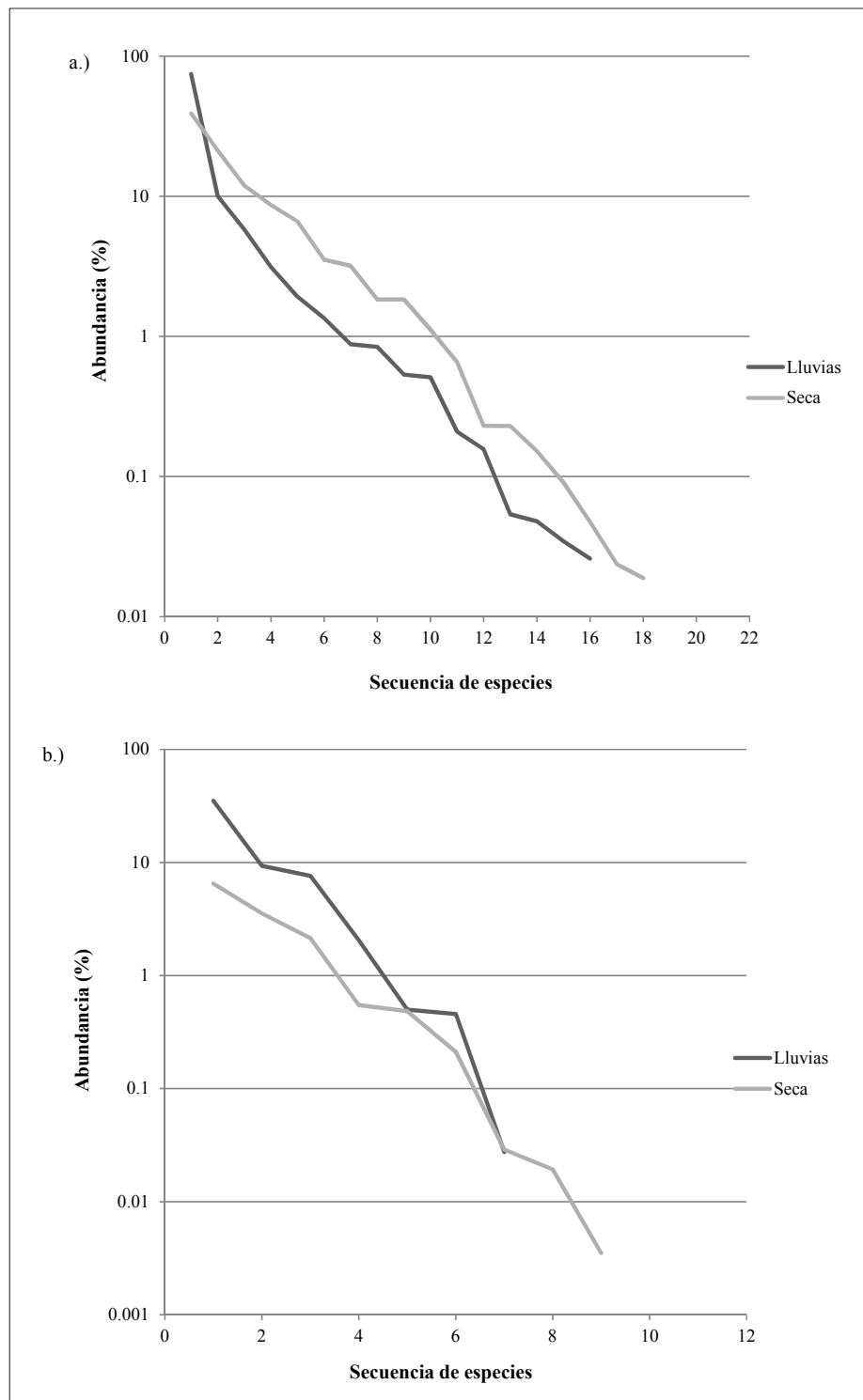


Figura 7. Rangos de abundancia de la comunidad fitoplanctónica **(a)** y zooplanctónica **(b)** del embalse La Playa.

El embalse La Playa registra un gran efecto de los vientos, los cuales se acentúan al medio día, esto se atribuye a la forma alargada que presenta y al poco relieve montañoso que lo rodea, característica observada en otros sistemas de acuerdo a lo reportado por Márquez y Guillot (2001).

En época de lluvias se evidenció estratificación química, condición típica de sistemas con alta demanda de oxígeno por oxidación de materia orgánica. Según Roldán y Ramírez (2008), la composición física y química de un embalse varía drásticamente de superficie a fondo, lo que puede producir este tipo de estratificaciones, caso particular de La Playa. El contenido de fósforo en época de lluvias (4 mg/L), pudo ser proporcionado por material alóctono que entró al sistema (aguas residuales).

El sistema en periodo seco estuvo mezclado. Este resultado está de acuerdo con lo evidenciado por Merayo y González (2010), en un sistema oligomesotrófico. La alta conductividad registrada en esta época sería producto de la resuspensión de iones del fondo hacia la superficie, causado por la mezcla. De acuerdo con lo anterior, el embalse La Playa presentaría condiciones equivalentes a un sistema de oxidación muy inestable, con déficit de oxígeno en el fondo, malos olores y alta carga de sedimentos. Por tratarse de una cuenca artificial, se ve sometido a condiciones tensionantes, las cuales van influir sobre la productividad biológica y sobre los aspectos tróficos del cuerpo de agua (Márquez y Guillot 2001).

La gran abundancia de *C. microporum* para las dos épocas muestreadas está relacionada con lo expuesto por Reynolds *et al.* (2002) y Kruk *et al.* (2010), al definirla como típica de sistemas acuáticos con gran disponibilidad de nutrientes, condición que favorece su establecimiento. Por su parte, la abundancia de *Euglena* sp. en la época seca se asocia con ambientes ricos en materia orgánica y zonas de baja luminosidad (Reynolds y Irish 1997, Reynolds *et al.* 2002). Esta especie registró una dominancia importante en la zona profunda (dos metros). Da Silva- y Torres (2004) y Esteves (2011), afirman que algunas especies de este género son cosmopolitas y abundantes en el hipolimnio. En este periodo el sistema estuvo mezclado, lo cual pudo permitir a las

algas conseguir nutrientes y luz necesarios para su desarrollo (Dokulil 1984).

La mayoría de las especies de algas planctónicas encontradas en el embalse La Playa son típicas de sistemas eutróficos, y están estrechamente relacionadas con la carga orgánica, el pH y la disponibilidad de oxígeno (Gómez 2007). De igual manera, el alto nivel de eutrofización permite que haya crecimientos poblacionales de algas de menores tamaños y en colonias (*Trachelomonas*, *C. microporum*), dada la alta oferta de nutrientes.

El zooplancton encontrado para el sistema ha sido reportado en otros estudios realizados en embalses de Colombia (Márquez y Guillot 2001). La mayoría de estas especies son comunes en sistemas con alta materia orgánica. La comunidad zooplanctónica presenta semejanzas estructurales con otros embalses del país (Herrera y Guillot 1999), con una riqueza mayor de rotíferos, luego de cladóceros y por último de copépodos.

A nivel temporal los rotíferos registraron la mayor riqueza, resultado que coincide con lo reportado por Esteves (2011), donde afirma la gran contribución de ellos dentro de la comunidad zooplanctónica. La composición de rotíferos de La Playa fue similar a la reportada por Rodríguez y Aranguren (2010) en el lago Sochagota, con un número importante de taxones. Este resultado era de esperar ya que son dos sistemas con un alto estado de eutrofización y hacen parte de la cuenca alta del río Chicamocha.

En época seca, la mayor abundancia fue por parte de *K. tropica*, esta es una especie euplanctónica y es comúnmente encontrada en este tipo de ambientes eutróficos. Según Sendacz *et al.* (2006), esta especie tienen rápidas tasas de crecimiento y logran producir densas poblaciones de acuerdo con las fluctuaciones ambientales (Esparcia *et al.* 2001). Además tienen gran capacidad de colonizar diferentes hábitats, son organismos oportunistas, y se ajustan a fluctuaciones ambientales (Rodríguez y Matsumura Tundisi 2000).

Dentro de los cladóceros, se destaca la permanencia a nivel temporal de *D. pulex* y *B. freyi*; La primera especie es común en Colombia (Gaviria y Aranguren

2007) y constante en cuerpos de agua de la región Andina (Gaviria 2000, Monroy *et al.* 2004). Su amplia distribución se podría explicar por la poca selectividad filtradora que posee (Scholten 2005). La segunda es una especie de hábito planctónico (Margalef 1983). El género *Ceriodaphnia* sp, solo se encontró en época seca. Este género habita principalmente cuerpos de agua pequeños y poco profundos. Según Dumont (1994), los cladóceros a nivel cualitativo tienen una representación importante en los sistemas del trópico, sin embargo sus densidades poblacionales son bajas en comparación con otros grupos. Este fue el caso de La Playa, donde los taxones reportados presentaron una baja abundancia. A nivel temporal las dos especies de ciclopoideos fueron constantes, este orden tiende a tener una alta representatividad en cuerpos con características eutróficas (Horne y Goldman 1994), condiciones que favorecieron su establecimiento y su abundancia (Coelho 2003). Se resalta la mayor abundancia de *M. mendocinus* en el periodo de lluvias, la cual es una especie de amplia distribución (Reid *et al.* 1990), habita cuerpos de agua ricos en vegetación y materia orgánica, además es tolerante a condiciones de altas temperaturas y salinidad (Defaye 1992). Según Aranguren *et al.* 2011, la variabilidad del ambiente a nivel temporal es considerada como factor regulador de especies de zooplancton (Copépodos y cladóceros), a esto podría atribuirse la presencia de *Ceriodaphnia* sp, solo en la época seca.

En cuanto a la distribución de abundancia, la comunidad fitoplanctónica en época de lluvias se ajustó a un modelo log normal, en donde existen unas pocas especies dominantes y un grupo de especies raras. Mientras que en época seca, se ajustó a una serie geométrica, con una baja uniformidad (47 %). Esta condición es característica de ambientes con estadios tempranos de sucesión y poca cantidad de especies (Whittaker 1972).

Respecto al zooplancton, se ajustó a una serie normal en las dos épocas, con una uniformidad pequeña (37 %), lo que indicaría una comunidad de poca complejidad, en etapa de colonización, característica de un sistema forzado.

La estructura de los sistemas acuáticos, comprende consorcios complejos de organismos con actividades

estrechamente relacionadas (Reynolds 2002), formando vínculos tróficos de la cadena, en donde una gran perturbación podría afectar a todas las poblaciones que residen allí. Sin embargo, estos ambientes presentan una propiedad importante, la resiliencia, que les permite amortiguar variaciones altas de tipo climático, físico y químico, entre otros, con el fin minimizar el efecto en el componente biológico.

Finalmente, en este estudio se resalta la riqueza planctónica encontrada en el embalse La Playa, a pesar de las condiciones de perturbación registradas. Se destaca la dominancia de especies de fitoplancton como *C. microporum* y *Euglena* sp., y *M. Mendocinus*, *K. tropica* y *D. pulex*, en zooplancton, indicadoras de elevado nivel trófico. A pesar que el sistema expresa alta tensión ambiental referida a la fluctuación física y química y a la concentración de carga orgánica, estas especies tienen la capacidad de adaptarse a estos cambios. Por su parte, el análisis de distribución temporal en la comunidad planctónica estudiada, permite una mayor comprensión sobre este ambiente y su patrón de variación.

Agradecimientos

Al Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores “Virginia Gutiérrez de Pineda” Colciencias, a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por el apoyo económico. Al Biólogo Pablo Andrés Gil Leguizamón por sus aportes al artículo.

También a las biólogas Nidia Gil, Adriana Pedroza y Erika Triana por su apoyo en campo, de igual forma al biólogo Luis Antonio Gonzales por la asesoría en manejo de R y en la realización de test de validación de modelos de rangos de abundancia.

Literatura citada

- Aranguren, N. J., C. Guisande y R. Ospina. 2011. Factors controlling crustacean zooplankton species richness in Neotropical lakes. *Journal of Plankton Research* 33 (8):1295-1303.
- Bartram, J. y R. Ballance. 1996. Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of

- freshwater quality studies and monitoring programmes. Gran Bretaña. 383 pp.
- Beisner, B. E. 2001. Plankton community structure in fluctuating environments and the role of productivity. *Oikos* 95: 496-510.
- Bicudo, C. y M. Menezes. 2006. Géneros de algas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições). Segunda edição. São Carlos. 502 pp.
- Boltoskoy, D. 1995. Colección de plancton. Pp. 271-296. En: Lopretto E. C y G. Tell. (Eds.). Ecosistemas de aguas continentales. Metodología para su estudio. Ediciones Sur. La Plata, Argentina.
- Bourelly, P. 1970. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique. Tomo III: les algues bleues et rouges. Les eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Editions N. Boubéeos y Cie. 512 pp.
- Bourelly, P. 1972. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique. Tomo I. Les algues. V. Editions N. Boubéeos y Cie. 572 pp.
- Bourelly, P. 1981. Les algues d'eau douce: initiation à la systématique. Tome II. Les algues jaunes et brunes. Les Chrysophycees, Pheophycees, Xanthophycees et Diatomees. Societe Nouvelle des Editions N. Boubéeos y Cie. 606 pp.
- Boxshall, G. 2004. An Introduction to Copepod Diversity. London. 421 pp.
- Coelho, S., S. Gamito y A. Pérez-Ruzafa. 2007. Trophic state of Foz de Almagem coastal lagoon (Algarve, South Portugal) based on the water quality and the phytoplankton community. *Estuarine coastal and Shelf Science* 71 (1-2): 218-231.
- Coelho, M. 2003. Dinâmica da comunidade zooplanctônica e sua relação com o grau de trofia em reservatórios. IV Simpósio e IV Reunião de Avaliação do programa. Água de lindóia.
- Comas, G. A. 1996. Las Chlorococcales dulceacuícolas de Cuba. *Bibliotheca Phycologica* Band 99. J. Cramer, Berlin. 192 pp.
- Connell, J. y E. Orias. 1964. The ecological regulation of species diversity. *American Naturalist* 98: 399-414.
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá. 2005. Plan de ordenación y manejo ambiental de la cuenca alta del río Chicamocha. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Centro de Estudios Económicos Universidad Nacional. Tunja. 59 pp.
- Da Silva, S. y A. Torres. 2004. Study os Euglenophyta in the jacuí Delta state park, Rio Grande do sul. Brazil. 1. *Euglena Ehr., Lepocinclis Perty. Acta Botanica Brasileira* 18 (1): 123-140.
- Defaye, D. 1992. *Metacyclops hannensis* sp. (Crustacea, Copepoda, Cyclopoida), un cyclopiode nouveau du Sénégal. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* 25 (2): 145-151.
- Dokulil, M. 1984. Mezcla y tamaño de las células y su relación con la productividad primaria. Pp. 127-134. En: Bahamonde, N. y S. Cabrera (Eds.). Embalses, fotosíntesis y productividad primaria. Unesco. Santiago de Chile.
- Dumont, H. J. 1994. On the diversity of the Cladocera in the tropics. *Hydrobiologia* 272: 29-38.
- Esparcia, A., X. Armengol y M. R. Miracle. 2001. Relación de la distribución de los rotíferos con la de los principales factores físicos y químicos en la laguna de La Cruz. Burjassot (Valencia), Spain. *Limnetica* 20 (2): 305-320.
- Dumont, H. y S. Negrea. 2002. Introduction to the class Branchiopoda. Guides o the identification of the microcrustaceans of the continentals waters of the world 19, Backhuys Publ., Leiden. 398 pp.
- Einsle, U. 1993. Crustacea, Copepoda: Calanoida and Cyclopoida. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart. 208 pp.
- Elmoor-Loureiro, L. M. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Editora Universal, Brasilia. 155 pp.
- Esteves, F. A. 2011. Fundamentos de Limnología. Segunda edición. Editora Interciencia. Río de Janeiro, Brasil. 790 pp.
- Gaviria, S. 2000. Estado actual del conocimiento de la biodiversidad y biogeografía de los cladóceros y copépodos de las aguas epicontinentales de Colombia. Conferencia magistral. Memorias Primer Congreso Colombiano de Zoología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Gaviria, S y N. Aranguren. 2003. Guía de laboratorio para identificación de cladóceros (Anomopoda y Ctenopoda) y copépodos (Calanoida y Cyclopoida). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. 47 pp.
- Gaviria, S. y N. J. Aranguren. 2007. Especies de vida libre de la subclase Copepoda (Arthropoda, Crustacea) en aguas continentales de Colombia. *Biota Colombiana* 8: 53-68 pp.
- Gómez, L. 2007. Microalgas: aspectos ecológicos y biotecnológicos. Universidad de Oriente. *Revista Cubana de Química* 19 (2): 3-20.
- Henao, A. 1987. El disco Secchi y el estado trófico. *Asociacion de Ingenieros Sanitarios de Antioquia* 72: 67-79.
- Herrera, Y. y G. Guillot. 1999. Composición taxonómica del zooplankton del embalse de Betania, departamento del Huila, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 4 (1): 5-19.
- Horne, A. y C. Goldman. 1994. Limnology. II edition. McGraw-Hill. New York. 576 pp.
- Kratzer y Bresonik 1981. A Carlson-type trophic state index for nitrogen in Florida lakes. En: Henao, A.

1987. El disco Secchi y el estado trófico. *Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquia* 72: 67-79.
- Komárek, J y B. Fott. 1983. Chlorophyceae (Gruñalgas) Ordnung: Chlorococcales. Das phytoplankton des Süßwassers. En: *Die Binnengewässer*. Gustav Fischer. 1044 pp.
- Komárek, J y K. Anagnostidis. 1999. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. En: H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig and D. Mollenhauer (Eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/1, Gustav Fischer Verlag, Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm, Germany. 548 pp.
- Komárek, J y K. Anagnostidis. 2005. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. En: B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner and M. Schagerl (Eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/2, Elsevier/Spektrum, Heidelberg, Germany. 759 pp.
- Koste, W. 1978. Rotatoria - Die Rädertiere Mitteleuropas. I-II Textband. Gebrüder Borntraeger. Berlin. 234 pp.
- Kruk, C., L. Vera, M. Huszar, M. Peeters, S. Bonilla y L. Costa. 2010. Morphological classification capturing functional variation in phytoplankton. *Freshwater Biology. Acta Botanica Brasiliensis* 55: 614-627.
- Lampert, W. 1987. Feeding and nutrition in *Daphnia*. *Memories of Italian Institute of Hydrobiology* 45: 143-192.
- Lieder, U. 1996. Crustacea, Cladocera, Bosminidae. Gustav Fischer, Stuttgart. 81 pp.
- Lopretto, E. y G. Tell. (Eds.). 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Edición Sur. La Plata, Argentina. 1401 pp.
- Margalef, R., A. Planas, J. Armengol, A. Prat, N. A. Guisnet, J. Tija y M. Estrada. 1976. Limnología de los embalses españoles. Dirección Gral. de Obras Públicas Nº 123 Ministerio de Obras Públicas, Madrid. 422 pp.
- Margalef, R. 1982. Ecología. Ediciones Omega. Barcelona. 951 pp.
- Márquez, G. y G. Guillot. 2001. Ecología y efecto ambiental de embalses - Aproximación a casos colombianos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Instituto de Estudios Ambientales y Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá Colombia. 218 pp.
- Magurran, A. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedral. Barcelona, España. 197 pp.
- Merayo, S. y E. Gonzalez 2010. Variaciones de abundancia y biomasa del zooplancton en un embalse tropical oligomesotrófico del norte de Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 58 (2): 603-619.
- Monroy, D., N. Aranguren y S. Gaviria. 2004. Los crustáceos planctónicos del Lago de Tota (Boyacá, Colombia). *Ciencia en Desarrollo* 1: 64-81.
- Nogueira, M. G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 455: 1-18.
- Parra, O., M. González, V. Dellarrosa, P. Rivera y M. Orellana. 1982a. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Vol. I. Cyanophyceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 70 pp.
- Parra, O., M. González, V. Dellarrosa, P. Rivera y M. Orellana. 1982b. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Vol. II. Chlorophyceae - Xanthophyceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 82 pp.
- Parra, O., M. González, V. Dellarrosa, P. Rivera y M. Orellana. 1982c. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Vol. III. Cryptophyceae - Dinophyceae - Euglenophyceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 99 pp.
- Parra, O., M. González y V. Dellarrosa. 1983. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Vol. V. Chlorophyceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 353 pp.
- Past. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica* 4 (1): 9.
- Pennak, R. 1989. Fresh water invertebrates of the United States - Protozoa to Mollusca. John Wiley & Sons, Inc. USA. 803 pp.
- Pinto-Coelho, R. Pinel-Alloul, B., Me'hot, G. y K.E. Havens. 2005. Crustacean zooplankton in lakes and reservoirs of temperate and tropical regions: variation with trophic status. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62: 348-361.
- Pinto-Coelho, R. 1987. Fluctuações sazonais e de curta duração na comunidade zooplancônica do lago Paranoá, Brasília, D. F., Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 47 (1-2): 17-29.
- Reid, J., J. Molina y M. Fukuschima. 1990. *Metacyclops leptopus totensis*, new sub-species (Crustacea, Copepoda) from Lago de Tota, Colombia. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 103: 674-680.
- Reid, J. 1995. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para espécies continentais suramericanas de vida livre da ordem cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Univ. S. Paulo Bolm. *Zoology* 9: 17-143.
- Reynolds, C. y A. Irish. 1997. Modelling phytoplankton dynamics in lakes and reservoirs: the problem of in-situ growth rates. *Hydrobiologia* 349: 5-17.
- Reynolds, C., V. Huszar, C. Kruk, C. Nasseli, L. Melo. 2002. Towards a functional classification of the

- freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 2 (5): 417-428.
- Reynolds C. F. 2002. Resilience in aquatic ecosystems hysteresis, homeostasis and health. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 5: 3-17.
- Rodríguez, A. y N. Aranguren. 2010. Estructura del zooplancton del lago Sochagota (Paipa, Boyacá): análisis en dos épocas climáticas contrastantes. *Ciencia en Desarrollo* 3 (1): 135-148.
- Rodríguez, M. y T. Matsumura - Tundisi. 2000. Variation of density, species composition and dominance of rotifers at a shallow tropical reservoir (Broa Reservoir, SP, Brazil) in a Short Scale Time. *Brasil. Biology* 60 (1): 1-9.
- Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2da. Ed. Editorial Universidad de Antioquia, Universidad Católica de Oriente y Academia Colombiana de Ciencias. Medellín (Colombia). 440 pp.
- R Development Core Team. 2013. R: A Language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Package 'vegan'. September 25 Title. Community Ecology Package.
- Ruttner-Kolisko, A. 1974. Planktonic rotifers. Biology and taxonomy. *Die Binnengewasser*. Dr. H-J. Elster & Dr. W. Ohle. Stuttgart. Germany. 146 pp.
- Sant' Anna, C., 1984. Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de Sao Paulo. *Bibliotheca Phycologica* 67: 1-348.
- Sendacz, S., S. Caleff y J. Santos-Soares. 2006. Zooplankton biomass of reservoirs in different trophic condition in the state of Sao Paulo, Brazil. *Brazil. Journal. Biology* 66: 337- 350.
- Scholten, M., C. Foekema, E. M. Van Dokkum, H. P. Kaag, N y R.G. Jak. 2005. Eutrophication Management and Ecotoxicology. Springer. Berlin, Germany. 113 pp.
- Tell, G. y P. Mosto. 1982. Chlorococcales (Chlorophyceae). Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Buenos Aires, Argentina. 147 pp.
- Vicente, E., C. De Hoyos, P. Sanchez y J. Cambra. 2005. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolo de muestreo y análisis para fitoplancton. Confederación Hidrográfica del Ebro, Ministerio del Medio Ambiente. Zaragoza. 36 pp.
- Whittaker, R. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.

Andrea Paola Rodríguez-Zambrano
Unidad de Ecología en Sistemas Acuáticos (UDESa)
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)
Tunja, Boyacá, Colombia
anparo24@yahoo.es

Nelson Javier Aranguren-Riaño
Unidad de Ecología en Sistemas Acuáticos (UDESa)
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)
Tunja, Boyacá, Colombia
nelson.aranguren@uptc.edu.co

Comunidad planctónica de un embalse con alta tensión ambiental: La Playa, cuenca alta del río Chicamocha (Tuta, Boyacá), Colombia

Cítese como: Rodríguez Zambrano, A. P. y N. J. Aranguren-Riaño. 2014. Comunidad planctónica de un embalse con alta tensión ambiental: La Playa, cuenca alta del río Chicamocha (Tuta, Boyacá), Colombia. *Biota Colombiana* 15 (2): 95-110.

Recibido: 3 de marzo de 2014
Aprobado: 14 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_avestini 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 Wiecezorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. En: Wiecezorek, 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*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.
- Exprese 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"W. 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. Luz Fernanda Jiménez-Segura y Carlos A. Lasso	1
Ictiofauna y desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena-Cauca, Colombia. Luz Fernanda Jiménez-Segura, Daniel Restrepo-Santamaría, Silvia López-Casas, Juliana Delgado, Mauricio Valderrama, Jonathan Álvarez y Daniel Gómez	3
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	26
Áreas de reproducción de peces migratorios en la cuenca alta del río Magdalena, Colombia. María Isabel Pareja-Carmona, Luz Fernanda Jiménez-Segura, Francisco Antonio Villa-Navarro, Gladys Reinoso-Flórez, Diana María Gualtero-Leal y Victor Julio Ángel-Rojas	40
Listado taxonómico de especies ícticas de importancia pesquera en tres embalses del Oriente antioqueño, cuenca del río Magdalena, Colombia. María Isabel Pareja-Carmona y Juan Guillermo Ospina-Pabón	54
Gradiente de recuperación longitudinal en la estructura de la ictiofauna en un río transandino regulado. Luz Fernanda Jiménez-Segura, Javier Maldonado-Ocampo y Clara María Pérez-Gallego	61
Aspectos ecológicos de <i>Chaetostoma</i> sp. (Siluriformes: Loricariidae) en el alto río Magdalena, Colombia. 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	81
Comunidad planctónica en un embalse con alta tensión ambiental: La Playa (Tuta, Boyacá), Colombia. Andrea Paola Rodríguez-Zambrano y Nelson Javier Aranguren-Riaño	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. 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	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. Mónica Tatiana López-Muñoz y Clara María Pérez-Gallego	127
Guía para autores	152