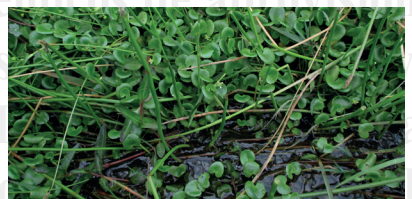
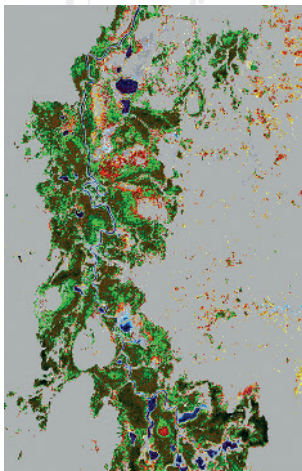
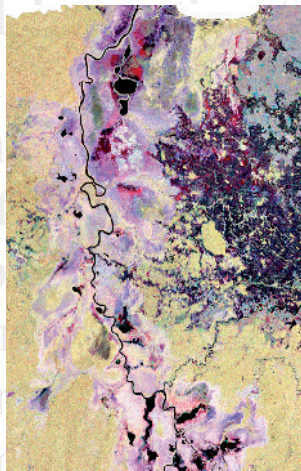
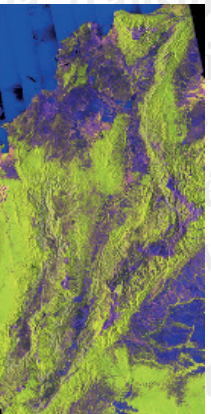
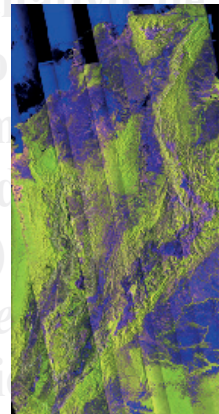
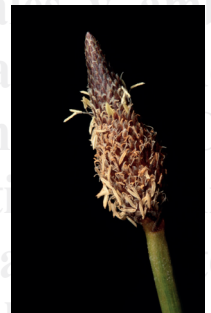
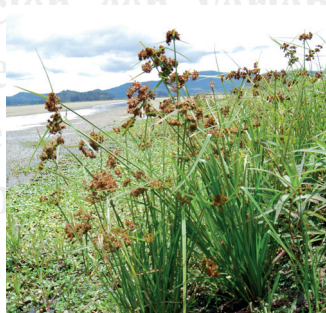


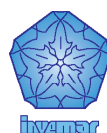
# BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376  
DOI 10.21068/c001

Volumen 17 • Suplemento 1 - Humedales • Julio de 2016



Comunidad de peces de la ciénaga de Paredes, Magdalena medio, Santandé (Colombia) y su asociación con variables ambientales temporales  
Conservación *ex situ* de vegetación acuática de humedales de la Sabana de Bogotá  
Identificación de la vegetación acuática de humedales de la Sabana de Bogotá  
Un enfoque de radiación de la vegetación acuática de humedales de la Sabana de Bogotá  
de radiación de la vegetación acuática de humedales de la Sabana de Bogotá  
continuidad de la vegetación acuática de humedales de la Sabana de Bogotá  
de humedales de la Sabana de Bogotá  
servicio de humedales de la Sabana de Bogotá  
subterráneos de humedales de la Sabana de Bogotá  
Paredes de humedales de la Sabana de Bogotá  
espacios de humedales de la Sabana de Bogotá  
de humedales de la Sabana de Bogotá  
humedales de la Sabana de Bogotá  
de una zona de humedales de la Sabana de Bogotá  
de zonas de humedales de la Sabana de Bogotá  
cuantificación de humedales de la Sabana de Bogotá  
Estado de humedales de la Sabana de Bogotá  
en humedales de la Sabana de Bogotá  
Comunidades de humedales de la Sabana de Bogotá  
(Colombia) y su asociación con variables ambientales temporales  
Conservación *ex situ* de vegetación acuática de humedales de la Sabana de Bogotá



**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 A2), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

**Biota Colombiana** is indexed in Pubindex (Category A2), 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

[humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota](http://humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota)  
[biotacol@humboldt.org.co](mailto:biotacol@humboldt.org.co)  
[www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net)

#### Comité Directivo / Steering Committee

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

#### Editor / Editor

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

#### Editora invitada / Guest Editor

Úrsula Jaramillo Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

#### 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 Ll. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

#### Asistencia editorial / Editorial assistance

Paula Sánchez-Duarte Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

#### Traducción / Translation

Donald Taphorn Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela

#### 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  
 Donald 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  
 Germán I. Andrade Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
 Giuseppe Colonnello Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Venezuela  
 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  
 Josefa Celsa Señaris Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas  
 Juan A. Sánchez Universidad de los Andes, Colombia  
 Juan José Neif Centro de Ecología Aplicada del Litoral, Argentina  
 Martha Patricia Ramírez Universidad Industrial de Santander, Colombia  
 Monica Morais Herbario Nacional Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia  
 Pablo Tedesco Muséum National d'Histoire Naturelle, Francia  
 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

---

## Presentación

---

En el marco del proyecto 13-014 (FA 005 de 2013) suscrito entre el Fondo Adaptación y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), cuyo objetivo fue determinar y aplicar los criterios técnicos para la delimitación de Ecosistemas Estratégicos Paramos y Humedales, se generó una gran cantidad de información que debe estar disponible para la toma de decisiones sobre estos ecosistemas en el país. Con esa intención se preparó este número especial sobre humedales, en el cual se presentan algunos de los resultados obtenidos en el proyecto e investigaciones de otras instituciones que postularon sus artículos a la convocatoria abierta realizada para este suplemento.

En esta ocasión se presenta un aporte valioso al conocimiento de los humedales a diferentes escalas de trabajo, que van desde estudios puntuales en humedales de tierras bajas y alta montaña, incluyendo resultados sobre humedales a escala nacional, hasta análisis basados en una comparación de los humedales a nivel iberoamericano.

A escala local se presentan las investigaciones sobre las características para conservación *ex situ* de la vegetación de humedales en la sabana de Bogotá y las comunidades de peces en la ciénaga de Paredes en el Magdalena medio. A nivel nacional, se muestran los resultados de la identificación espacial de los humedales del país, el uso de un enfoque ecosistémico en el análisis de imágenes de radar para identificar áreas inundadas y un análisis espacial de la transformación de los humedales en Colombia. Finalmente, se incluye un artículo donde se analiza el estado y factores de cambio de los servicios ecosistémicos de abastecimiento en humedales relacionados con aguas subterráneas en Iberoamérica y España.

Toda la información aquí presentada es de vital importancia para apoyar la gestión integral y diferenciada de los humedales de nuestro país, y nos permitirá incorporar la idea de Colombia como un país de humedales, un territorio pulsátil y diverso, que debe manejarse de manera creativa e innovadora.

Agradecemos al Fondo Adaptación por la co-financiación de este número especial, a los evaluadores y a las organizaciones e instituciones que respalda a los autores, entre las cuales se encuentran: Agencia Aeroespacial Japonesa, Sarvision - Convenio K & C, Ideam, Universidad de Antioquia, Universidad del Magdalena, Universidad EAFIT, Universidad Jorge Tadeo Lozano y la Universidad de Wageningen.

**Brigitte L. G. Baptiste**  
Directora General IAvH

**Carlos A. Lasso**  
Editor *Biota Colombiana*

**Úrsula Jaramillo**  
Editora invitada

---

# Estado y factores de cambio de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento en humedales relacionados con aguas subterráneas en Iberoamérica y España

Provisioning ecosystem services and direct drivers change in wetlands related to groundwater in Iberoamerica and Spain

Teresita Betancur, Emilia Bocanegra, Emilio Custodio, Marisol Manzano y Gerson Cardoso da Silva

---

## Resumen

Los humedales se han reconocido como hábitats para sostener los procesos ecológicos de los ecosistemas. Son proveedores de bienes y servicios ecosistémicos para el bienestar humano. Muchos humedales están relacionados con las aguas subterráneas y dependen parcial o totalmente de ellas. Así, algunas acciones que se realizan sobre el suelo, el territorio o los acuíferos pueden producir impactos significativos sobre los humedales, sus funciones y sus servicios, poniendo en riesgo su existencia. El proyecto UNESCO-IGCP 604: “Wetlands related to groundwater in Iberoamérica”, realizado entre 2011 y 2014, tuvo como propósito generar conocimiento acerca de la interacción entre aguas subterráneas, humedales y seres humanos en Iberoamérica y España, mediante la evaluación de las características hidrológicas, los servicios que prestan estos ecosistemas y los factores que inducen cambios en dichos servicios. En el marco de este proyecto, se recopiló información en 13 países para evaluar 64 casos de estudio. Por ser uno de los ecosistemas más vulnerables ante la presión por factores de cambio inducidos por el hombre (especialmente en relación con la extracción de materiales, la contaminación y el uso del territorio), dada la relevancia de los servicios de aprovisionamiento, en este artículo se hace referencia especial a los resultados obtenidos en relación con ellos.

**Palabras clave.** Cambio ambiental. Ecosistemas del Milenio. Evaluación cualitativa de servicios ambientales. Hidrogeología.

## Abstract

Wetlands have been recognized as very important habitats to support the ecological processes in ecosystems. They supply goods and ecosystem services for human well-being. Many wetlands are related to groundwater and depend from of them. This explains that some actions taken in aquifers affect the function of wetlands and can threaten their existence. The UNESCO-IGCP Project 604: Wetlands Related to Groundwater in Iberoamerica, has the objective to generate knowledge about the interaction between groundwater, wetlands and human activitiess in Ibero-America and Spain, by evaluating their main hydrological characteristics, the services these ecosystems provide to humans and the factors that may induce changes in such services. In the framework of this Project, researchers from 13 countries have provided information on the characteristics of 64 wetlands, on the aquifers linked to them, and a summary of their services. In this paper, the results obtained relative to provision of ecosystemic services have been summarized, as well as the main factors that could produce changes in them. The special reference to this type of services is due to the fact that the human socio-economical activities may have a greater impact on them and produce the most important changes and impacts, especially in what refers to materials extraction, pollution, and land use.

**Key words.** Environmental change. Environmental services assessment. Hydrogeology. Milenum Ecosystems.

## Introducción

Dentro de las directrices de las políticas de biodiversidad, cada nación determina y establece jerarquías en términos de la identificación de sistemas y priorización de medidas para la conservación y protección de ecosistemas estratégicos, a la vez que reconoce las necesidades que en materia de conocimiento debe afrontar para apoyar y soportar con criterios científicos la toma de decisiones.

Los humedales han sido reconocidos como cunas de biodiversidad y como sistemas dotados de un valor hidrológico, cultural y paisajístico que los convierte en foco de atención en torno a los cuales se han firmado tratados y convenios para su conservación y preservación, como es el caso de la convención Ramsar (2010).

La condición ecológica de los humedales como cunas de biodiversidad está estrechamente relacionada con sus características hidrológicas, al ser estas las que determinan el hidroperíodo, definido como el patrón estacional del nivel del agua del humedal. Tras identificar a la precipitación, la escorrentía y el flujo base como las fuentes que mantienen las características principales de cuerpo de agua de un humedal, se va evidenciando la importancia y la frecuencia de la relación agua superficial - agua subterránea en torno a estos cuerpos de carácter léntico.

Cuando se hace referencia a los humedales, las funciones de aprovisionamiento, regulación y cultura se convierten en beneficios y en servicios para el ser humano tanto o más que en otros muchos ecosistemas.

El proyecto IGCP604, llevado a cabo a través de un diálogo de cooperación internacional promovido por Unesco entre varios países de Iberoamérica y España, constituye el marco de referencia para este artículo, debido a que dicho proyecto sirvió para establecer las bases conceptuales de la evaluación de los servicios de los humedales relacionados con el agua subterránea, al recopilarse y analizarse dentro de él las características hidrológicas, el estado de los servicios ecosistémicos y los factores de cambio para 64 humedales de 13 países.

Teniendo en cuenta que en el marco del desarrollo socioeconómico las mayores presiones sobre los ecosistemas -y entre estos sobre los humedales- se generan al momento de tomar de ellos los productos que pueden suministrar bienestar al ser humano, este artículo se centra en la evaluación de los servicios de aprovisionamiento o abastecimiento que brindan los humedales dependientes del agua subterránea. Estos servicios suelen ser los más conocidos y mejor documentados y por ello la evaluación de los factores que inducen cambios en los mismos deben ser los más estudiados, particularmente aquellos que tengan que ver con la explotación de recursos, los cambios en el uso del territorio y la contaminación.

## Contexto conceptual

El ciclo hidrológico, entendido como el movimiento continuo del agua en la hidrosfera, conecta los reservorios atmosférico, superficial y subterráneo, incluyendo la biosfera como elemento común de especial interés. Desde y hacia la atmósfera los movimientos de agua están determinados por la precipitación, la evaporación y la transpiración. Como resultado de la infiltración y la recarga, se genera la humedad del suelo y se conforma la zona saturada de las unidades hidrogeológicas. Mediante flujos subsuperficiales y subterráneos, el agua puede regresar a la superficie para incorporarse a los caudales que de nuevo, en algún momento, regresan a la atmósfera. Al representar el flujo base, un aporte de los acuíferos a los cuerpos superficiales de agua, el mismo constituye un factor importante en el sostenimiento de muchos ecosistemas acuáticos y terrestres. Así pues, para poder establecer medidas de manejo y protección efectivas, es necesario entender el ciclo hidrológico y las relaciones entre sus componentes con una visión integral.

La biodiversidad y los recursos naturales son fundamentales para el mantenimiento del bienestar humano y para el desarrollo económico y social. En consecuencia con esto, la biodiversidad es un bien de valor inestimable para la supervivencia de las generaciones presentes y futuras.

## Humedales relacionados con el agua subterránea

Los humedales relacionados con el agua subterránea están generalmente localizados en lugares donde el nivel freático está cerca de la superficie del terreno. En todos ellos, la presencia de agua constituye un factor determinante en el desarrollo de los suelos, la vegetación y el paisaje (Custodio 2010).

Hay muchos tipos de humedales relacionados con el agua subterránea. Esta interacción varía en función de las características geológicas e hidrológicas del sistema y puede cambiar espacialmente para un mismo humedal según su extensión y también a través del tiempo. Muchas veces su identificación, caracterización y delimitación no son tareas fáciles, al constituir en muchas ocasiones ámbitos de transición entre ecosistemas acuáticos y terrestres. Los humedales incluyen también sistemas en los que no se registra una lámina superficial de agua, pero el nivel freático está lo suficientemente próximo a la superficie del terreno como para condicionar la aparición de suelos y de vegetación que dependen del agua subterránea. Son los llamados criptohumedales, que pueden diferenciarse de los ecosistemas terrestres o acuáticos eventualmente adyacentes y que dan lugar a cambios cualitativos del paisaje. El Instituto Alexander von Humbolt (Vilardy *et al.* 2014) ha concretado una metodología para la delimitación de humedales en Colombia y, dentro de los resultados valora la ocurrencia de los criptohumedales asociados al suelo.

## Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas constituyen más del 97 % del agua líquida dulce disponible en el planeta y cada vez representan más la única fuente segura para abastecimiento humano y para satisfacer las demandas de actividades económicas, especialmente de la agricultura. El programa para la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de Naciones Unidas -MEA- ha reconocido que el incremento en el uso del agua subterránea en todo el mundo (MEA 2005, Wada *et al.* 2012, Margat y van der Gun 2013), representa un peligro para los humedales relacionados con ellas. Bajo esta perspectiva, las evaluaciones hidrológicas cobran importancia ya que a través de ellas es posible cuantificar esta posible afección. Este artículo no

pretende profundizar en estos aspectos ya que hay muchos trabajos disponibles en la literatura científica sobre este respecto, como por ejemplo Winter *et al.* (1998), Mitsch y Gosselink (2000), Townley y Trefry (2000), McEwan *et al.* (2006), Schot y Winter (2006), Custodio (2010) y Ramsar (2010), entre otros.

## Servicios ecosistémicos y humedales

El concepto de servicio ecosistémico ha sido objeto de discusión y análisis durante las últimas décadas. Daily (1997) definió los servicios ecosistémicos como las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies conforman, sostienen y satisfacen la vida humana. En el mismo año, Costanza *et al.* (1997) se refieren a ellos como los beneficios que las poblaciones humanas derivan directa o indirectamente de las funciones de los ecosistemas. Esta acepción fue retomada en 2005 por Naciones Unidas en el programa sobre la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), por Boyd y Banzhaf (2007) y por Fisher *et al.* (2008), entre otros muchos.

En MEA (2005) se consideran tres categorías de servicios: abastecimiento, regulación y culturales. Los **servicios de abastecimiento** son los productos obtenidos directamente de la estructura biótica, hidrológica y geológica de los ecosistemas. Los **servicios de regulación** son los beneficios obtenidos de manera indirecta del funcionamiento de los ecosistemas. Los **servicios culturales** son los beneficios intangibles o no materiales que las personas obtienen a través de las experiencias estéticas, educativas, turismo o de enriquecimiento espiritual, entre otras.

Saber cuáles son los factores que provocan cambios en el funcionamiento de los ecosistemas y en los servicios que éstos prestan, es fundamental para diseñar medidas de manejo e intervenciones que potencien impactos positivos y minimicen los impactos negativos. En este contexto, un “impulsor” es cualquier factor que altere algún aspecto de un ecosistema (MEA 2005). Los principales impulsores de cambios en el funcionamiento y los servicios de los humedales son la explotación intensiva de recursos,

los cambios de uso del suelo, la modificación del ciclo hidrológico, la contaminación, los efectos asociados a cambios y el cambio climático y global. Cada uno de estos factores de cambio se describen brevemente así:

- La explotación intensiva de recursos incluye la extracción de agua del humedal y de las masas de agua a las que está vinculado, la explotación biológica y la obtención de minerales, en sus diversas formas.
- Los cambios en el uso de suelo tratan de los efectos sobre los humedales relacionados con los aspectos de reforestación y deforestación, agricultura, ganadería y urbanización, entre otros.
- El factor de modificación del ciclo hidrológico toma en cuenta tanto aquellos cambios en la red de flujo de la cuenca del humedal que influyen sobre la hidrología de éste, como los cambios en los flujos de entradas, salidas y variación de almacenamiento del propio humedal.
- La contaminación del humedal se asocia fundamentalmente a la contaminación difusa agrícola y atmosférica y a procesos puntuales de origen urbano e industrial.
- Los efectos asociados a cambios contemplan cambios en la calidad mineral y biológica del agua y otros efectos en el suelo.
- Los factores de interés vinculados al cambio climático y global son las variaciones en la precipitación y en la temperatura y el aumento del nivel del mar.

Bajo estas líneas generales, entre los años 2011 y 2014 y en el marco del proyecto IGCP 604: “Wetlands related to groundwater in Iberoamerica”, se estableció un marco conceptual y metodológico dentro del cual se diseñaron procedimientos para identificar el estado y la tendencia de los servicios de los humedales vinculados a las aguas subterráneas en Iberoamérica y España y para reconocer los impulsores de cambio que pueden incidir sobre ellos y la tendencia de los cambios observados y/o previstos (Bocanegra *et al.* 2012).

Se ha asistido en las últimas décadas a cambios drásticos en los ecosistemas, y también a modificaciones profundas en los sistemas sociales que, además de generar presiones sobre los ecosistemas, limitan las oportunidades de respuesta y adaptación de estos. A la vez que crecen las demandas -específicamente para abastecimiento- de los servicios que prestan, disminuye la capacidad de muchos de ellos para satisfacer tales demandas.

El marco conceptual del MEA (2005) considera que el bienestar humano es el foco central de la evaluación, aunque reconoce que la biodiversidad y los ecosistemas también tienen valores intrínsecos y que los hombres deben tomar decisiones en relación con los ecosistemas basándose tanto en consideraciones de bienestar como en el valor intrínseco de los humedales. Los humedales están entre los ecosistemas del planeta más amenazados en los últimos 50 años; la utilización humana de la mayoría de los servicios que proveen se está incrementando y están siendo degradados.

Desde un punto de vista económico, la pérdida o el deterioro de humedales y/o acuíferos contribuye a la destrucción de un bien natural que significa una pérdida económica y patrimonial que la sociedad actual o futura deberá pagar. Hacer compatibles los usos humanos y la conservación es una tarea difícil porque hay diferentes actores involucrados y con frecuencia en competencia. La legislación, si existe, suele ser escasa, y el conocimiento científico resulta insuficiente en la mayoría de los casos. Los órganos gestores y la participación en ellos de los usuarios proporcionan las condiciones para que la administración pública y los otros actores involucrados interactúen para lograr una gestión integrada de los recursos hídricos, cada uno desarrollando sus responsabilidades a través de los medios adecuados. Para garantizar la protección, conservación y restauración de los humedales, la consideración pública de su importancia y el aprovechamiento sostenible de sus recursos, se han propuesto diversas figuras de protección a nivel internacional, tales como los sitios Ramsar, Reserva de la Biosfera (MAB) de Unesco y otras figuras de alcance nacional o local (Bocanegra *et al.* 2014).

## Métodos

La metodología del Proyecto UNESCO-IGCP 604 incluyó la realización de las siguientes tareas (Manzano *et al.* 2013):

- 1) Elaboración de un marco conceptual para emprender el estudio de las relaciones aguas subterráneas-humedales-bienestar humano de forma sistemática. Dicho marco se plasmó en tres fichas temáticas en las que se recopiló la información necesaria sobre humedales vinculados a aguas subterráneas. La primera ficha está dedicada a datos generales básicos tales como localización, clasificación, dimensiones, estacionalidad, geología, hidrología, morfología, existencia o no de medidas de protección y de gestión, etc. La segunda ficha está dedicada al inventario de los servicios del humedal y a una evaluación cualitativa de la funcionalidad y la tendencia de evolución actual de los mismos. La tercera ficha está dedicada a identificar los principales impulsores de cambios en el funcionamiento de cada humedal y a evaluar, de forma cualitativa, el grado de influencia y la tendencia actual de evolución de cada impulsor.
- 2) Las tres fichas se distribuyeron por correo electrónico a decenas de investigadores, gestores y usuarios de humedales en Iberoamérica, España y Portugal, recopilándose 64 fichas correspondientes a humedales de 13 países, tomando el humedal en el sentido amplio de la convención Ramsar.
- 3) Para abordar la elaboración numérica de la información, los datos de las tres fichas de esos 64 humedales se sintetizaron en tres fichas únicas.

El presente trabajo se realiza sobre la base de la síntesis de la caracterización hidrológica de los humedales, del estado y tendencias de evolución de los servicios de abastecimiento (Figura 1) y del impacto y tendencias de evolución de los factores que impulsan cambios en dichos humedales, en relación con tres aspectos específicos: explotación intensiva de recursos, cambios en el uso del territorio y contaminación (Figura 2).

La metodología de MEA (2005) propone usar universalmente un código estilo semáforo con el fin de poder comparar resultados de trabajos realizados en sitios muy diversos. En relación con el estado de

los servicios ecosistémicos, dicho código propone emplear el color verde para representar un servicio “alto” (el servicio actúa a un nivel alto, lo cual es bueno), amarillo para la categoría “medio” y rojo para un servicio “bajo” (el servicio actúa a un nivel bajo, lo cual es malo). Respecto a los factores impulsores de cambios, el código de colores se aplica así: a) alto rojo (el factor perturba a un nivel alto, lo cual es malo); b) moderado amarillo; c) bajo verde (el factor perturba a un nivel bajo, lo cual es bueno).

## Resultados y discusión

Aun cuando 64 humedales parece un número pequeño de casos de estudio para generalizar la descripción acerca de las características físicas e hidrológicas de los humedales en Iberoamérica y España, cabe aclarar que la recolección de información documentada constituye una tarea ardua, ante la cual se debe sacrificar la cantidad a favor de la calidad. No obstante, una mirada general (Figura 3), ya da cuenta de la variedad notoria de sistemas existentes. Los ambientes climáticos considerados involucran zonas húmedas o áridas y cálidas o frías, con distintos tipos de cobertura vegetal e incluso algunos salares. Respecto a la génesis de los humedales, prevalecen los de llanura costera y llanura de inundación y en menor número los de origen tectónico o erosivo, entre otros. En relación con las fuentes de agua que soportan el humedal, aparte de los aportes freáticos o desde acuíferos profundos, la precipitación y la escorrentía directa alimentan la mayoría de los sistemas. Todos los humedales considerados son permanentes, aun cuando en algunos de ellos existen zonas que se secan estacionalmente. Como era de esperar, la totalidad de los casos de estudio reportan distintos grados de alteración en la funcionalidad. El conocimiento que se ha logrado de los humedales considerados está soportado generalmente en modelos hidrológicos e hidrogeológicos conceptuales. En muy pocos casos se han desarrollado modelos numéricos o se han practicado estudios de validación mediante técnicas hidrogeoquímicas o de isótopos ambientales.

El estado de los servicios de abastecimiento y sus tendencias se muestran en la figura 4.



	Nombre y país	ABASTECIMIENTO						REGULACIÓN				CULTURALES					
		Abastecimiento de agua de buena calidad	Abastecimiento de agua para distintos usos	Producción natural de recursos alimentarios	Producción artificial de recursos alimentarios	Producción de materias primas biológicas	Producción de materias primas minerales	Especies naturales de interés medicinal	Regulación hídrica	Depuración de aguas	Control de la erosión	Regulación climática local	Turísticos	Educativos	Paisajísticos y estéticos	Identidad cultural y sentido de pertenencia	Religiosos y espirituales
1	Bahía Samborombon, Argentina	↘	↘	→		↘	↘		↘	↘			→	→	→	→	
2	Delta río Paraná, Argentina							↗					→	→	→	→	
3	Iberá, Argentina	↘	↗	↘	↗	→			↘		→	→	↗	↗	↗	↗	↗
16	Ciénaga Ayapel, Colombia	↘	→	↘	→		↗		↘		↘	→	↗	↗	↗	→	
17	Ciénaga, Colombia	↘	↘	↘	→				↘		→	→	↗	↗	↗	→	
18	Ciénaga San Silvestre, Colombia	↘	↘	↘	↗	↘	↗		↘				↗	↗	↘	↘	↘
19	La Caimanera, Colombia			↘		↘		↗	↘	↘		↘	↗	↗	↗	↘	
62	Yucalpetén, México	→		↘	↗	→			↗	↗	↘	↘	→	↗	↘	↗	→
63	Apoyo, Nicaragua		→	→	→	→	→	↗		↗		↗	↗	↗	→	↗	↗
64	Humedales del Este, Uruguay						→						↗				

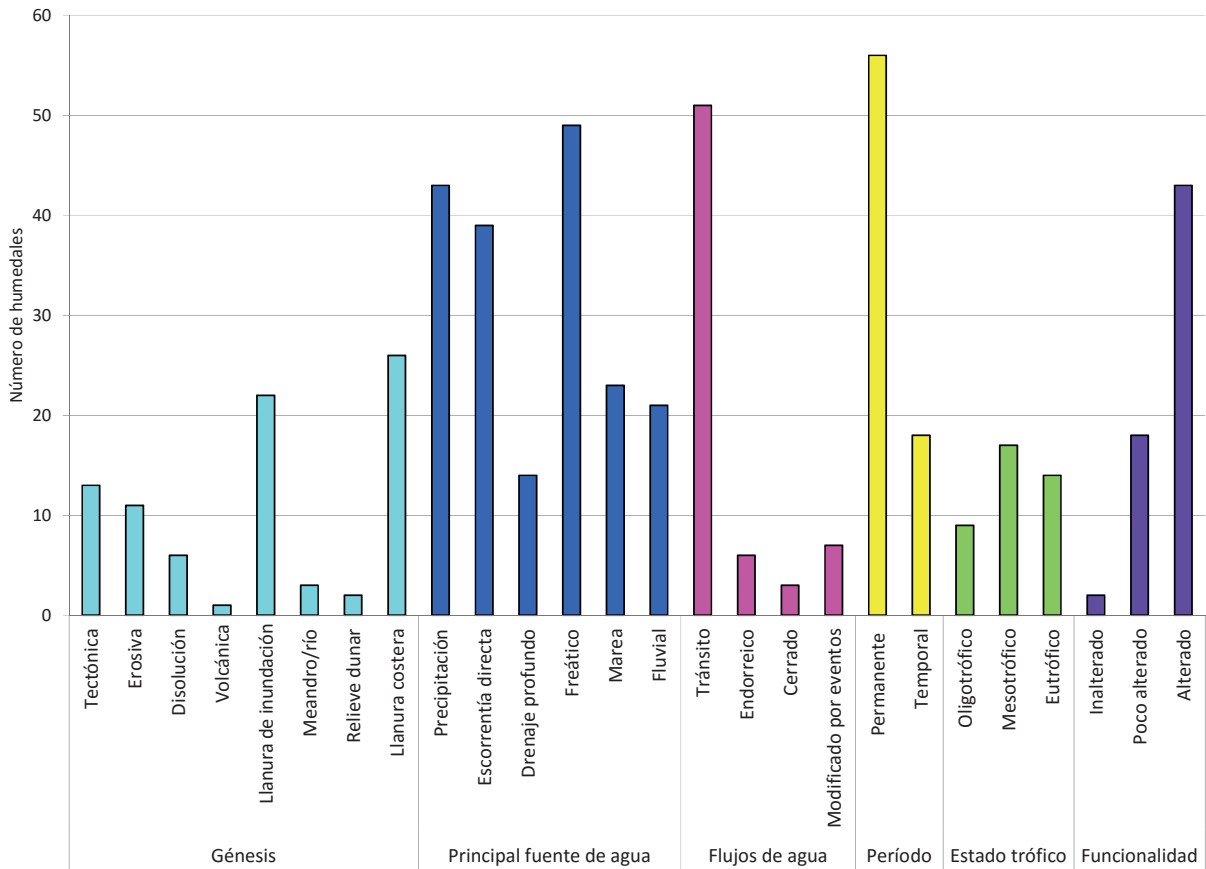
Estado del servicio		Tendencia del servicio	
Alto	↗	↗	Mejora del servicio
Medio	↗	↗	Tendencia a mejorar
Bajo	→	→	Tendencia estable
Inexistente	↘	↘	Tendencia a empeorar
Desconocido	↘	↘	Empeora el servicio

**Figura 1.** Estructura y contenido de la ficha de síntesis del inventario de servicios de abastecimiento de los humedales, su estado actual y su tendencia de evolución (es una presentación de parte del inventario).

	Nombre y país	Explotación intensiva de recursos											Cambios de uso del suelo						Contaminación								
		Extracción de agua			Explotación biológica				Explotación mineral				Cambios de uso del suelo														
		Del humedal	De afluentes	Subterránea próxima	Subterránea de la cuenca	Cultivos	Bosque	Ganadería	Pesca	Otros	Combustibles	Sales	Suelos	Rocas	Otros	Deforestación	Reforestación	Manejo del bosque		Sustitución de especies vegetales	Agricultura extensiva	Ganadería extensiva	Urbanización	Vías de comunicación	Otros	Difusa agrícola	Difusa atmosférica
1	Bahía Samborombón, Argentina	→	→	→		→	→				→	→		→						→	→			→	→	→	→
2	Delta río Paraná, Argentina				↗	→	→	↗		→	→	→										↗			↗	↗	↗
3	Iberá, Argentina	↗		→	↗	→	→	→								→	→		→	→	→	→	→				→
16	Ciénaga Ayapel, Colombia	→	→	→	↗		↗	→							→						→			→			
17	Ciénaga, Colombia	→	→	→	↗		↗	→							→						→			→			
18	Ciénaga San Silvestre, Colombia	↗				↗	↗	↗			↗			↗						↗	↗						
19	La Caimanera, Colombia					↗	↘							↗	→	↗		↗	↗	↗	↗			↗		↗	
62	Yucalpetén, México		↗	↗		↗	→							↗	↗	→	→	→	→	→	↗	↗		↗	→	→	↗
63	Apoyo, Nicaragua	→	→	↗	↗	↘	↘	→				↘		↘	↘	→	→	↘	↘	↘	→	→		↘		→	
64	Humedales del Este, Uruguay				↗		→	→			→	→		↗	↗			↗	→	↗	↗						

Impacto		Tendencia	
→	Alto	↑	Aumenta rápidamente
↗	Moderado	↗	Aumenta
→	Bajo	→	Estable
↘	Inexistente	↘	Disminuye
↘	Desconocido	↘	Disminuye rápidamente

**Figura 2.** Estructura y contenido de la ficha de síntesis de inventario de impulsores de cambios en el funcionamiento de los humedales y sus servicios (es una presentación de parte del inventario).



**Figura 3.** Características hidrológicas generales de los humedales estudiados.

La provisión de agua de buena calidad (P1) y para diversos fines (P2) son servicios que tienen un estado alto o medio en 18 y 28 humedales respectivamente, la tendencia más significativa es a mantener igual o empeorar el estado de dichos servicios.

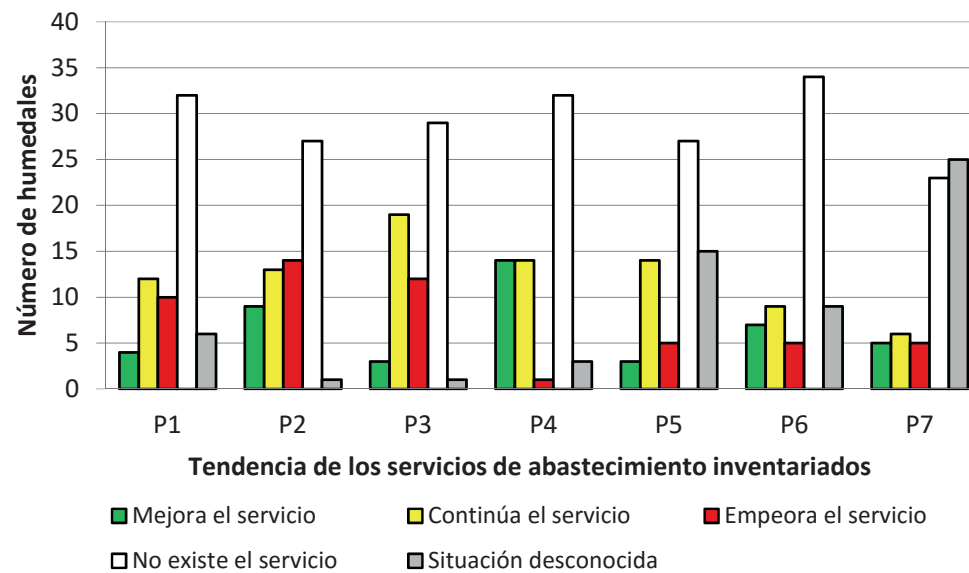
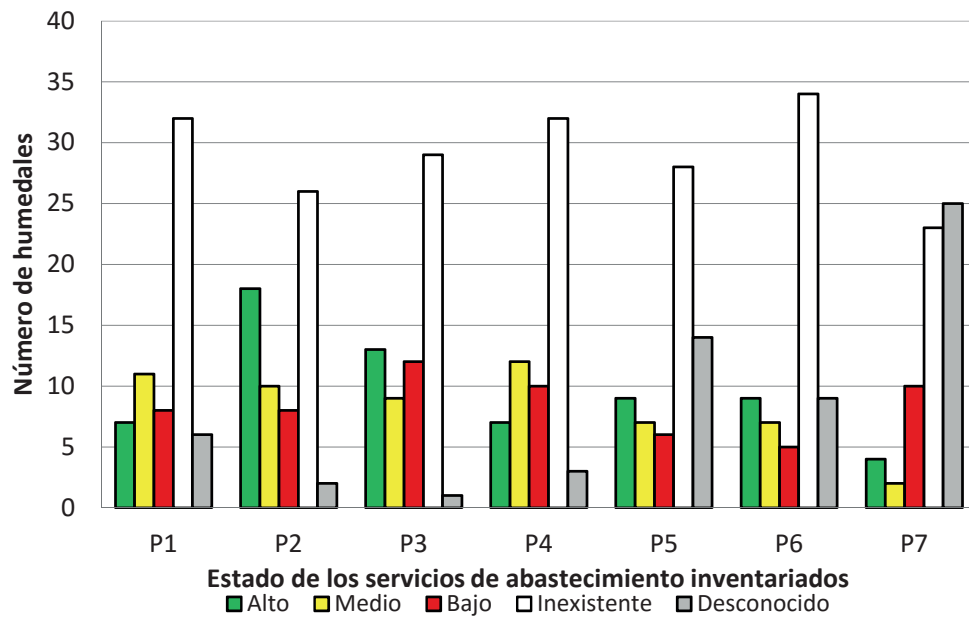
La producción natural de recursos alimentarios (P3) y la producción artificial (P4) tienen estado alto o medio en unos 20 humedales. Se aprecia una diferencia significativa en las tendencias de estos servicios, ya que mientras P3 tiende a continuar o empeorar su estado, P4 tiende a continuar o mejorar.

La producción de materias primas biológicas (P5) y de materias primas minerales (P6) son servicios con estado alto o medio en un número similar de humedales, unos 16; la tendencia prioritaria de P5

es estable, mientras que para P6 los distintos tipos de tendencia considerados aparecen en un número similar de humedales.

Las especies naturales de interés medicinal (P7) están en estado alto o medio sólo en seis humedales. Hay un equilibrio entre mejorar, continuar o empeorar el servicio.

El conocimiento que se tiene acerca del estado de los servicios y de sus tendencias parece está suficientemente documentado (Betancur *et al.* 2013), con excepción de a) las sustancias de interés medicinal cuya existencia se desconoce en 25 casos de estudio y b) la producción de materias primas biológicas y minerales, que son desconocidas en 25 y 15 humedales respectivamente.



Servicios de abastecimiento	
Provisión de agua de buena calidad	P1
Provisión de agua para cualquier uso	P2
Producción natural de alimentos	P3
Producción artificial de alimentos	P4
Producción de materias primas biológicas	P4
Producción de materias primas minerales	P6
Especies naturales de interés medicinal	P7

Figura 4. Estado de los servicios de abastecimiento evaluados y tendencia evolutiva de mismos.

Es de resaltar el hecho que existe un gran número de humedales que aparentemente no proporcionan servicios de abastecimiento. Esta situación podría obedecer a dos razones muy distintas: 1) que las personas que recolectaron los datos y confeccionaron las fichas desconozcan la situación de dichos servicios, lo que es muy plausible ya que algunos servicios son difíciles de evaluar si no existen indicadores concretos o si no se posee una mínima formación en relación con el concepto de servicios ecosistémicos y 2) que muchos humedales se encuentran en zonas poco pobladas, sin usuarios potenciales de esos servicios. La primera razón sugiere que es necesario tanto formar a las personas involucradas en las tareas de estudio y gestión de los humedales, como poner en marcha programas de adquisición de información relevante para evaluar todos los servicios que provee un humedal concreto. La segunda razón sugiere que dichos humedales gozan de condiciones favorables para su conservación, en la medida que el aprovechamiento futuro de los productos de abastecimiento pueda planificarse, previendo y controlando posibles impactos negativos por efecto de la extracción.

Los principales factores que inducen cambios en los servicios de abastecimiento se muestran en la figura 5. Entre los factores relacionados con la explotación intensiva de recursos, tanto la extracción de agua subterránea próxima al humedal (RO3) como en la cuenca (RO4) afectan a más de la mitad de los humedales inventariados, con un impacto alto o medio. En cuanto a la explotación biológica, principalmente los cultivos (RO5), con 34 humedales afectados, y en menor medida la ganadería (RO7) y la pesca (RO8), son factores de impacto significativo en el funcionamiento de los humedales.

Entre los factores relacionados con cambios en el uso del suelo, la agricultura extensiva (LU5) y la urbanización (LU7) aparecen como los principales impulsores de cambio e involucran a más del 50% de los humedales; le siguen la reforestación (LU1) y la agricultura extensiva (LU6), que afectan a unos 25 humedales en cada caso.

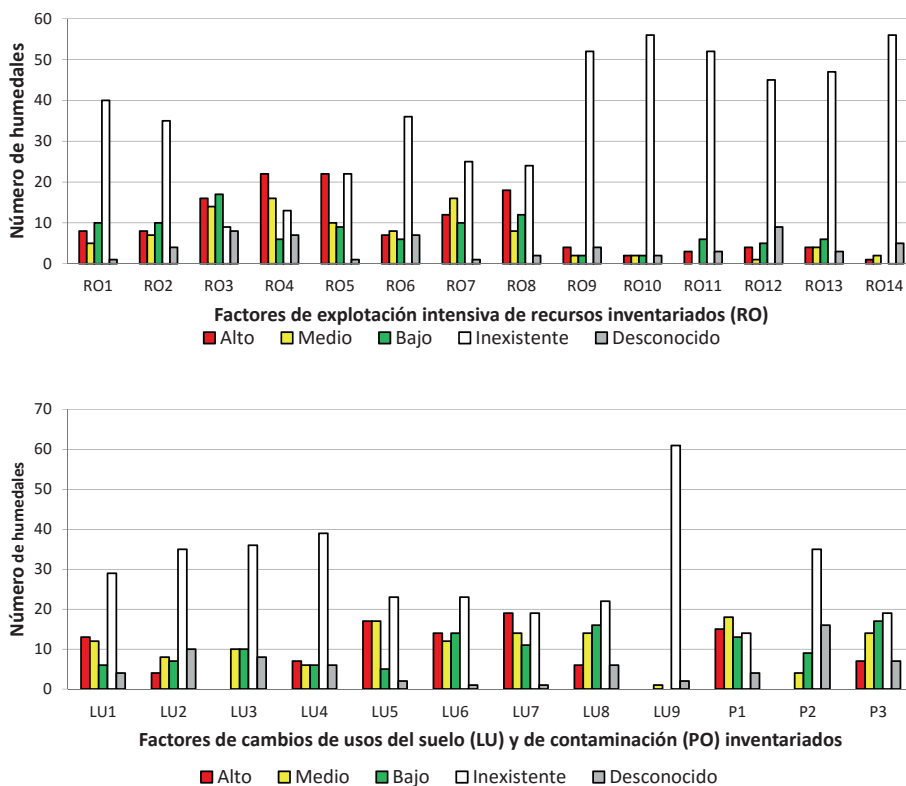
Entre los factores de contaminación, la actividad agrícola (P1) es el principal factor de cambio de los servicios de los humedales, afectando a más de la mitad de los humedales inventariados.

Existe un elevado número de humedales, entre 35 y 40, que aparentemente no se ven afectados por la extracción de agua del humedal y/o de sus afluentes, así como por la explotación de bosques. La mayoría de los humedales inventariados no están afectados por ninguno de los diversos factores relacionados con la explotación intensiva de recursos minerales.

Entre los impulsores relacionados con cambios en el uso del suelo considerados, la deforestación, la reforestación, el manejo de bosques y la sustitución de especies vegetales no aparecen en un número alto de humedales, entre 30 a 40. En cuanto a los factores de contaminación, la asociada a procesos de difusión atmosférica no está presente en 35 humedales.

El estado de los impulsores de cambio de los servicios y sus tendencias se conoce en la mayoría de los humedales inventariados, aunque con deficiencias y vacíos, según se ha comentado ya que las personas han informado de acuerdo con su conocimiento empírico en los aspectos que conocen y en los que no conocen han hecho una extrapolación con base en su propia formación. Debido a que los conceptos relativos a ecología y servicios ecosistémicos son muy ajenos a la formación de geólogos e ingenieros, es muy frecuente que no sepan identificar ciertos servicios ni evaluarlos y por ello un “no existe” significa en muchos casos “se desconoce”. En el proyecto IGCP 604 se ha usado estrictamente la metodología propuesta por MEA para evaluar el estado de los servicios y su evolución, y los impulsores que producen cambios y su tendencia. A futuro se deberán realizar nuevas evaluaciones usando conjuntos de indicadores concretos para cada servicio/impulsor de cambio, e implementar metodologías de valoración de los servicios.

En resumen, parece ser que son las actividades relacionadas con la agricultura - tanto en términos de explotación, uso del territorio y contaminación - las que inducen mayores cambios sobre el humedal, al contrario de la extracción minera, que sería la que menos está afectando los servicios. Igualmente vale la pena resaltar el hecho que hasta ahora los efectos de la extracción de agua desde el humedal o desde los afluentes pueden controlarse y debe prestarse más atención al beneficio del agua subterránea.



Factores de cambio de los servicios de los humedales			Nº
Explotación intensiva de recursos	Extracción de agua	Del humedal	RO1
		De afluentes	RO2
		Subterránea próxima	RO3
		Subterránea de la cuenca	RO4
	Explotación biológica	Cultivos	RO5
		Bosque	RO6
		Ganadería	RO7
		Pesca	RO8
		Otros	RO9
	Explotación mineral	Combustibles	RO10
		Sales	RO11
		Suelos	RO12
		Rocas	RO13
		Otros	RO14
Cambios de uso del suelo	Deforestación	LU1	
	Reforestación	LU2	
	Manejo del bosque	LU3	
	Sustitución de especies vegetales	LU4	
	Agricultura extensiva	LU5	
	Ganadería extensiva	LU6	
	Urbanización	LU7	
	Vías de comunicación	LU8	
Contaminación	Difusa agrícola	P1	
	Difusa atmosférica	P2	
	Puntual urbana/industrial	P3	

**Figura 5.** Principales impulsores de cambios de los servicios de abastecimiento de los humedales.

## Conclusiones

En este trabajo se identifican y evalúan de forma preliminar los servicios de abastecimiento que proporcionan un número representativo de humedales vinculados a las aguas subterráneas de Iberoamérica y España y que contribuyen al bienestar humano. Diversos científicos, gestores y usuarios de humedales de casi todos los países del área de estudio han suministrado información acerca de 64 humedales. Aun cuando el número de casos inventariados es relativamente pequeño, la representatividad de los resultados se sustenta en el hecho de estar apoyados en evidencias documentales, aportadas por los actores responsables del reporte de la información. La metodología propuesta inicialmente por MEA y adoptada en este proyecto, justifica en principio la evaluación cualitativa; esta se obtiene muchas veces con el concurso de profesionales, que si bien no son expertos en temáticas relacionadas con los servicios, impulsores e impactos, tienen experiencia en los aspectos físicos e hidrogeológicos. Futuras evaluaciones darán cuenta del uso de indicadores concretos para cada servicio/impulsor de cambio, y podrán implementar metodologías de valoración de los servicios.

La provisión de agua de buena calidad y para diversos fines, son servicios que tienen un estado alto o medio en un buen número de humedales. No obstante el papel importante que representan estos servicios para el bienestar humano y las actividades socioeconómicas, la tendencia más significativa es a continuar o empeorar el estado de dichos servicios. Esto se relaciona con la disminución de la cantidad de agua disponible en muchos humedales como consecuencia de factores como la explotación intensiva de agua subterránea próxima al humedal y de la cuenca, los cambios en los usos del territorio, que incluyen agricultura y ganadería extensivas, y la contaminación agrícola, entre otros.

La producción natural de recursos alimenticios y la producción artificial son también servicios que presentan un estado alto o medio en buen número de humedales. Se aprecia una diferencia significativa en las tendencias de estos servicios. La producción natural de recursos alimenticios tiende a continuar

o empeorar, probablemente debido a la explotación biológica intensiva a través de la pesca, mientras que la producción artificial de alimentos tiende a continuar o mejorar, siendo la causa más probable el creciente uso del territorio cercano y del agua de los humedales para cultivar.

Los principales impulsores de cambios en el funcionamiento de los 64 humedales estudiados y en sus servicios, que tienen un impacto alto o medio, son en orden decreciente de impacto (sólo los que afectan a 32 o más humedales): *Extracción de agua subterránea (como impulsor de explotación intensiva de recursos)* > *Agricultura extensiva (como impulsor de cambios en el uso del territorio)* > *Urbanización (como impulsor de cambios en el uso del territorio)* > *Contaminación difusa agrícola (como impulsor de contaminación)* > *Cultivos tradicionales (como impulsor de explotación biológica)*.

Muchos servicios han sido reportados como no existentes en muchos de los humedales. Esto se puede interpretar de dos maneras: 1) para que una función natural de un ecosistema se transforme en servicio, debe existir un usuario que se beneficie de dicha función, pero muchos de los humedales inventariados están en áreas protegidas o en áreas poco pobladas en cuyo entorno cercano no viven seres humanos y por tanto no hay usuarios humanos ni servicios a los mismos; 2) también podría tratarse de un resultado falso, derivado del que las personas que confeccionaron las fichas, siendo expertas en otros aspectos, desconocían los conceptos relativos a los servicios de los ecosistemas o de algunos de ellos.

Cabe destacar que adicionalmente a los resultados concretos de este estudio, su validez e importancia se resalta en la medida en que a partir del marco conceptual y metodológico se puedan adelantar iniciativas de nuevos estudios. Por un lado estudios para avanzar en el conocimiento de los sistemas que ya se vienen estudiando y de otro para emprender la priorización, delimitación y definición de alcances en la evaluación de ecosistemas estratégicos que se identifiquen en distintas localidades. La modelación conceptual sustentada en el conocimiento y monitoreo

hidrológico, hidroquímico, hidrogeoquímico e isotópico ambiental, es la ruta para abordar y consolidar el conocimiento científico de estos ecosistemas estratégicos, con el apoyo final cuando es razonable y viable de la modelación matemática, bien sea con modelos sencillos o con modelos numéricos de flujo y de transporte de masa cuando sea posible y conveniente. La evaluación y la aplicación de técnicas de valoración de los servicios deben constituir una meta hacia la que se apunte al futuro. La operatividad de los organismos de gestión a distintas escalas, involucrando entes gubernamentales y la participación de actores clave constituyen una necesidad imperiosa para lograr la sostenibilidad ambiental. No hay una ruta única a seguir. Cada nación traza y trazará su recorrido a partir de la elaboración de una línea base de conocimiento, posiblemente a escala regional, que podría partir del ejercicio de superposición de los mapas de humedales y sistemas hidrogeológicos, para proseguir con la caracterización del conocimiento que se tenga en materia de servicios, factores de cambio y medidas de gestión.

## Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto IGCP 604 Groundwater and Wetlands in Ibero-America (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/index.php>), soportado por Unesco. Se agradece la colaboración de todos los profesionales que han contribuido voluntariamente al inventario de humedales.

## Bibliografía

Betancur, T., E. Bocanegra, M. Manzano, E. Custodio y G. Cardoso da Silva. 2013. Acerca del estado del conocimiento respecto a las interacciones aguas subterráneas - humedales - bienestar humano en Iberoamérica y la Península Ibérica. Pp. 255–262. *En*: González, N., E. E. Kruse, M. M. Trovatto y P. Laurencena (Eds.). *Temas actuales sobre la hidrología subterránea*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EduPl). La Plata.

Bocanegra, E., M. Manzano, T. Betancur, E. Custodio y G. Cardoso da Silva. 2012. Caracterización preliminar de las interacciones aguas subterráneas - humedales - ser humano en Iberoamérica. Pp: 5. *En*: Actas XI Congreso Latinoamericano de Hidrogeología. Cartagena de Indias, Colombia.

Bocanegra, E., M. Manzano, E. Custodio, T. Betancur y G. Cardoso da Silva. 2014. Análisis de las acciones de gestión en humedales que brindan servicios altos al bienestar humano en Iberoamérica. Pp: 8. *En*: Actas V Congreso Colombiano de Hidrogeología. Medellín, Colombia.

Boyd, J. y S. Banzhaf. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63 (2-3): 616 - 626.

Custodio, E. 2010. Las aguas subterráneas como elemento básico de la existencia de numerosos humedales. *Ingeniería del Agua* 17 (2): 119-135.

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Suttonkk y M van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

Daily, G. C. 1997. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press. Washington, D.C. 375 pp.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA). 2005. *Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua*. Informe de síntesis. World Resources Institute, Washington, D.C. 68 pp.

Fisher, B., K. R. Turner y P. Morling. 2008. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68 (3): 643 - 653.

McEwan, K., I. Jolly y K. Holland. 2006. Groundwater-surface water interactions in arid/semi-arid wetlands and the consequences of salinity for wetland ecology. Informe Técnico. CSIRO Land and Water. Burnside. 36 pp.

Manzano, M., E. Bocanegra, E. Custodio, T. Betancur y G. Cardoso da Silva. 2013. Una aproximación a los servicios al bienestar humano de los humedales vinculados a las aguas subterráneas con Iberoamérica. Pp: 953-966. *En*: Libro de Resúmenes del X Simposio de Hidrogeología. Granada, España.

Margat J. y J. van der Gun. 2013. *Groundwater around the world: A geographic synopsis*. Unesco-PHI. IGRAC. CRC Press-Taylor and Francis Group, London, UK. 376 pp.

Mitsch, W. J. y J. G. Gosselink. 2000. *Wetlands*. Tercera Edición. John Wiley. New York. 920 pp.

Ramsar. 2010. *Ramsar handbooks for the wise use of wetlands*. Cuarta edición. Ramsar Convention Secretariat. Gland. 60 pp.

Schot, P. y T. Winter. 2006. Groundwater-surface water interactions in wetlands for integrated water resources management. *Journal of Hydrology* 320 (3-4): 261–263.

Townley, L. R. y M. G. Trefry. 2000. Surface water-groundwater interaction near shallow circular lakes:



- Flow geometry in three dimensions. *Water Resources Research* 36 (4): 935-948.
- Vilardy, S., U. Jaramillo, C. Flórez, J. Cortes-Duque, L. Estupiñán, J. Rodríguez, O. Acevedo, W. Samacá, A. Santo, S. Peláez y C. Aponte. 2014. Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales. Una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 86 pp.
- Wada, Y., L. P. H. van Beek y F. F. Bierkens. 2012. Nonsustainable groundwater sustaining irrigation: A global assessment. *Water Resources Research* 48 (6): 1-18.
- Winter, T. C., J. W. Harvey, O. L. Franke y W. M. Alley. 1998. Groundwater and surface water a single resource. Circular 1139. U.S. Geological Survey. Denver. 79 pp.

Teresita Betancur  
 Universidad de Antioquia,  
 Medellín, Colombia  
*teresita.betancur@udea.edu.co*

Emilia Bocanegra  
 Universidad Nacional de Mar del Plata,  
 Mar del Plata, Argentina  
*ebocaneg@mdp.edu.ar*

Emilio Custodio  
 Universidad Politécnica de Cataluña,  
 Barcelona, España  
*Emilio.Custodio@upc.edu*

Marisol Manzano  
 Universidad Politécnica de Cartagena,  
 Cartagena, España  
*marisol.manzano@upct.es*

Gerson Cardoso da Silva  
 Universidad Federal de Río de Janeiro,  
 Río de Janeiro, Brasil  
*gerson@acd.ufrj.br*

Estado y factores de cambio de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento en humedales relacionados con aguas subterráneas en Iberoamérica y España

**Citación del artículo.** Betancur, T., E. Bocanegra, E. Custodio, M. Manzano y G. Cardoso da Silva. 2016. Estado y factores de cambio de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento en humedales relacionados con aguas subterráneas en Iberoamérica y España. *Biota Colombiana* 16 (Suplemento 1- Humedales): 106-119. DOI: 10.21068/c2016s01a06.

Recibido: 25 de mayo de 2015

Aprobado: 1 de marzo de 2016

# Guía para autores

(humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/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 completo 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 archivos 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<sup>-1</sup>.
- 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.

## Fotografías, 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 fotografías y 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

([humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota](http://humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/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 indicate s:

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 Titulo, 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<sup>-1</sup>.
- 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.

### Pictures, 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, periods, 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.

---

## Guía para autores - Artículos de Datos

[www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co)

[www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net) - [sib+iac@humboldt.org.co](mailto: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)*<sup>1</sup>. 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)<sup>2</sup>.

### ¿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*<sup>3</sup> (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](mailto:sib+iac@humboldt.org.co).

<sup>1</sup> Wiczorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. *En:* Wiczorek, 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>.

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

<sup>3</sup> 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>

## 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](mailto: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 “AcronimoDeLaInstitucion\_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 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 MAYUSCULAS 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](mailto: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](mailto: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 <b>título</b> .
AUTORES	Derivado de los elementos <b>creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas</b> .
AFILIACIONES	Derivado de los elementos <b>creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas</b> . De estos elementos, la combinación de <b>organización, dirección, código postal, ciudad, país y correo electrónico</b> , constituyen la afiliación.
AUTOR DE CONTACTO	Derivado de los elementos <b>creador del recurso</b> y proveedor de los metadatos.
CITACIÓN	Para uso de los editores.
CITACIÓN DELE RECURSO	Derivada del elemento <b>referencia del recurso</b> .
RESUMEN	Derivado del elemento <b>resumen</b> . Máximo 200 palabras.
PALABRAS CLAVE	Derivadas del elemento <b>palabras clave</b> . Máximo seis palabras.
ABSTRACT	Derivado del elemento <b>abstract</b> . Máximo 200 palabras.
KEY WORDS	Derivadas del elemento <b>key words</b> . Máximo seis palabras.
INTRODUCCIÓN	Derivado del elemento <b>propósito</b> (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.
Datos del proyecto	Derivada de los elementos de la sección Datos del proyecto: <b>título, nombre, apellido, rol, fuentes de financiación, descripción del área de estudio y descripción del proyecto</b> .
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: <b>descripción, nombre científico, nombre común y categoría</b> .
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: <b>descripción, latitud mínima, latitud máxima, longitud mínima, longitud máxima</b> .
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: <b>tipo de cobertura temporal</b> .
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: <b>nombre de la colección, identificador de la colección, identificador de la colección parental, método de preservación de los especímenes y unidades curatoriales</b> .
MATERIAL Y MÉTODOS	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: <b>área de estudio, descripción del muestreo, control de calidad, descripción de la metodología paso a paso</b> .
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: <b>nivel de jerarquía, fecha de publicación y derechos de propiedad intelectual</b> .
DISCUSIÓN	Se deriva del elemento <b>discusión</b> . 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 <b>agradecimientos</b> .
BIBLIOGRAFÍA	Derivado del elemento <b>bibliografía</b> .

**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 GBIF<sup>4</sup>.

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, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> , 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, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> . Publicado el 01/09/2001.

## *Guidelines for authors - Data Papers*

[www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co) | [www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co](http://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)<sup>5</sup>. 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)<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> 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](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1)

<sup>5</sup> GBIF (2011). GBIF Metadata Profile, Reference Guide, Feb 2011, (contributed by O Tuama, E., Braak, K., Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 19 pp. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_metadata\\_profile\\_how-to\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_metadata_profile_how-to_en_v1).

<sup>6</sup> Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.



### Which manuscripts are suitable for publication as data paper?

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin Core Darwin Core*<sup>7</sup> (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](mailto: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](mailto: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**.

- 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](mailto: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](mailto: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.

<sup>7</sup> Biodiversity Information Standards – TDWG. Accesible at <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/>

**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 <b>title</b> element.
AUTHORS	Derived from the <b>resource creator</b> , <b>metadata provider</b> , and <b>associated parties</b> elements.
AFFILIATIONS	Derived from the <b>resource creator</b> , <b>metadata provider</b> and <b>associated parties</b> elements. From these elements combinations of <b>organization</b> , <b>address</b> , <b>postal code</b> , <b>city</b> , <b>country</b> and <b>email</b> constitute the <b>affiliation</b> .
CORRESPONDING AUTHOR	Derived from the <b>resource contact</b> , <b>metadata provider</b> elements.
CITATION	For editors use.
RESOURCE CITATION	Derived from the <b>resource citation</b> element.
RESUMEN	Derived from the <b>resumen</b> element. 200 words max.
PALABRAS CLAVE	Derived from the <b>palabras clave</b> element. 6 words max.
ABSTRACT	Derived from the <b>abstract</b> element. 200 words max.
KEY WORDS	Derived from the <b>key words</b> element. 6 words max.
INTRODUCTION	Derived from the <b>purpose</b> (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 <b>title</b> , <b>personnel first name</b> , <b>personnel last name</b> , <b>role</b> , <b>funding</b> , <b>study area description</b> , and <b>design description</b> .
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: <b>description</b> , <b>scientific name</b> , <b>common name</b> and <b>rank</b> .
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: <b>description</b> , <b>west</b> , <b>east</b> , <b>south</b> , <b>north</b> .
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: <b>temporal coverage type</b> .
Collection data	Derived from the collection data elements: <b>collection name</b> , <b>collection identifier</b> , <b>parent collection identifier</b> , <b>specimen preservation method</b> and <b>curatorial units</b> .
MATERIALS AND METHODS	Derived from the sampling methods elements: <b>study extent</b> , <b>sampling description</b> , <b>quality control</b> and <b>step description</b> .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata: <b>hierarchy level</b> , <b>date published</b> and <b>ip rights</b> .
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 <b>acknowledgments</b> element.
BIBLIOGRAPHY	Derived from the <b>citations</b> 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 GBIF<sup>8</sup>.

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, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> , 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, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> , published on 01/09/2001

<sup>8</sup> 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](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1)

Una publicación del /A publication of: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt  
En asocio con /In collaboration with:  
Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar  
Missouri Botanical Garden

## TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Presentación .....	1
Conservación <i>ex situ</i> de la vegetación acuática de humedales de la sabana de Bogotá. <i>Ex situ</i> conservation of aquatic plants of wetlands of the sabana de Bogotá. <i>Lina M. Camelo-Mendoza, Myriam L. Martínez-Peña, Hernando Ovalle Serrano, Vilma I. Jaimes</i> .....	3
Comunidad de peces de la ciénaga de Paredes, Magdalena medio, Santander (Colombia) y su asociación con variables espacio temporales y ambientales. The fish community of the Paredes floodplain lake, Magdalena medio (Santander) and its association with spacio-temporal and environmental variables. <i>Beatriz H. Mojica-Figueroa y John J. Díaz-Olarte</i> .....	27
Identificación espacial de los sistemas de humedales continentales de Colombia. Identification and mapping of Colombian inland wetlands. <i>Carlos Flórez, Lina M. Estupiñán-Suárez, Sergio Rojas, César Aponte, Marcela Quiñones, Óscar Acevedo, Sandra Vilardy y Úrsula Jaramillo</i> .....	44
Un enfoque ecosistémico para el análisis de una serie densa de tiempo de imágenes de radar Alos PALSAR, para el mapeo de zonas inundadas en el territorio continental colombiano. Time series analysis of the Alos PALSAR radar data using an ecosystem approach for the detection and mapping of flooded areas in Continental Colombia. <i>Marcela Quiñones, Martín Vissers, Ana María Pacheco-Pascaza, Carlos Flórez, Lina M. Estupiñán-Suárez, César Aponte, Úrsula Jaramillo, Claudia Huertas y Dirk Hoekman</i> .....	63
Análisis espacial cuantitativo de la transformación de humedales continentales en Colombia. Quantitative spatial analysis of Colombian continental wetlands transformation. <i>Jorge E. Patiño</i> .....	85
Estado y factores de cambio de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento en humedales relacionados con aguas subterráneas en Iberoamérica y España. Provisioning ecosystem services and direct drivers change in wetlands related to groundwater in Iberoamerica and Spain. <i>Teresita Betancur, Emilia Bocanegra, Emilio Custodio, Marisol Manzano y Gerson Cardoso da Silva</i> .....	106
<b>Guía para autores.</b> Guidelines for authors .....	120