

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
biotacol@humboldt.org.co
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

Análisis espacial cuantitativo de la transformación de humedales continentales en Colombia

Quantitative spatial analysis of Colombian continental wetlands transformation

Jorge E. Patiño

Resumen

Los humedales están entre los ecosistemas más productivos del mundo, pero su importancia todavía no es ampliamente reconocida. Aunque son ecosistemas sujetos constantemente a cambios naturales, la acción humana ha acelerado las tasas de cambio de forma significativa y se estima que más de la mitad del área de humedales en el mundo se perdió durante el último siglo. En Colombia se verificó esta tendencia y se estimó que casi una cuarta parte de la superficie de humedales ha sido transformada a otro tipo de coberturas terrestres. Este estudio cuantifica las áreas de humedal que se han transformado por intervención antrópica, identifica los disturbios responsables de esa transformación y explora la asociación con otros factores socioeconómicos usando datos espaciales y métodos cuantitativos. Los resultados indican que la mayor parte de áreas de humedal transformadas en el país están dedicadas a la ganadería y la agricultura, y en menor medida a la minería, la urbanización, la construcción de vías y obras civiles. Las relaciones entre la transformación de humedales y los factores de cambio varían a lo largo del territorio, lo cual debe tenerse en cuenta para la gestión y conservación de los humedales del país.

Palabras clave. Cambio de humedales. Factores socioeconómicos. Impulsores de cambio. Regresión ponderada geográficamente.

Abstract

Wetlands are among the most productive ecosystems in the world, but its importance is not yet widely recognized. Although these ecosystems are constantly subject to natural changes, human activity has accelerated change rates significantly and it is estimated that more than half the area of wetlands in the world was lost during the last century. This trend was verified in Colombia and almost a quarter of wetlands surface has been converted to other land covers. Using spatial data and quantitative methods, this study quantifies the transformation of wetland areas in the country, identifies the drivers of this transformation and explores the association with other socioeconomic factors. Results indicate that cattle raising and agriculture are the main drivers of wetland change in the country, and to a lesser extent mining, urbanization, and infrastructure. The relationships of wetland transformation with change drivers vary throughout the territory, which should be considered for wetland management and conservation policies in the country.

Keywords. Change drivers. Geographical weighted regression. Socioeconomic factors. Wetland change.

Introducción

Un humedal es un tipo de ecosistema que se presenta donde las condiciones geomorfológicas e hidrológicas permiten la acumulación de agua durante un tiempo suficiente para la formación de suelos hídricos y la proliferación de vegetación hidrófila y de otros organismos adaptados a estas condiciones (Jackson *et al.* 2014, Vilarly *et al.* 2014). Los humedales están entre los ecosistemas más productivos del mundo, dan sustento directo a millones de personas y proveen bienes y servicios más allá del límite visible del cuerpo de agua, entre los que se destacan el mejoramiento de la calidad del agua, la regulación de crecientes y amortiguación de inundaciones, el soporte de altos valores de diversidad biológica y de productividad secundaria, y la provisión de hábitats para la vida silvestre (Yuan y Zhang 2010).

De acuerdo con Jackson *et al.* (2014), desde una perspectiva de tiempo geológico, los humedales se crean, cambian de lugar y desaparecen constantemente, y casi todos los humedales en el mundo tienen menos de 12000 años de antigüedad. Aunque algunas áreas de concentración de humedales, como la Amazonía, pueden ser más antiguas, los humedales en sí están en constante cambio debido a la dinámica fluvial y de sedimentos. Los principales impulsores del cambio natural de los humedales son la subsidencia, la sedimentación, la eutrofización, la erosión, la glaciación, el cambio climático, los cambios en el nivel freático, el aumento de la temperatura y los cambios en el nivel del mar.

A la dinámica natural de cambio en los humedales se le suma el impacto que tienen sobre ellos las actividades humanas. Los humedales son objeto de altas presiones ya que frecuentemente son considerados como áreas que prestan servicios de poco valor (Ideam 2010, Turner *et al.* 2000), y el cambio en ellos se ha acelerado significativamente en las últimas décadas como consecuencia de las actividades humanas (Ramachandra *et al.* 2005, Hussien Aragaw 2014). Para el año 2005 se estimaba que aproximadamente el 50 % de la superficie de humedales del mundo había desaparecido en el último siglo (Zedler y Kercher 2005), y esta degradación se considera un problema ambiental

grave, con impactos importantes en la sostenibilidad ambiental global (Chen y Liu 2015). Colombia no es ajena a esta tendencia; la Ciénaga Grande de Santa Marta, uno de los humedales más importantes del país y declarada humedal RAMSAR en 1998, reserva de la Biosfera en 2000 y área de importancia internacional para la conservación de aves en 2001, ha sido objeto de intervenciones importantes desde 1950 hasta el presente (Vilarly *et al.* 2011). Grandes áreas de humedal de las planicies inundables del valle medio del río Magdalena han sido transformadas por la expansión pecuaria (Márquez 2001, Garzón-Yepes y Gutiérrez-Camargo 2013); muchos humedales del valle del río Sinú se desecaron con el fin de desarrollar agricultura extensiva desde 1960 (Camargo 2012); para el valle del río Cauca se reportó una pérdida del 88 % de los humedales entre 1950 y 1980 (Restrepo y Naranjo 1987 citado en Beach y Luzzadder-Beach 2012); y en el Altiplano de Bogotá se reportó una pérdida del 97 % de área de humedales en el siglo XX (Wielgus y Franco 1997, Ramírez *et al.* 2013). Aunque la lista anterior no es exhaustiva, permite tener una idea de la tendencia general de la pérdida de áreas de humedal en el país, incentivada por los gobiernos nacionales de la segunda mitad del siglo XX con el apoyo de instituciones internacionales como el International Bank for Reconstruction and Development (hoy Banco Mundial) para estimular el desarrollo económico (Camargo 2012).

El estudio de la transformación de humedales es un tema que ha venido ganando importancia en las últimas décadas. El reconocimiento del impacto del cambio climático, y en particular del aumento del nivel de mar, sobre los humedales costeros, un número de documentos cada vez mayor acerca de la importancia ecológica de los humedales en general, así como el reciente aumento en la disponibilidad de herramientas de monitoreo basadas en percepción remota, han contribuido a la proliferación de estudios de cambio de humedales. En general, la evaluación de cambios en humedales involucra el uso de datos de una misma región en diferentes fechas para cuantificar el cambio observado en el paisaje (Klemas 2013). La mayoría de las veces este análisis se elabora a partir de cartografía temática de coberturas de la tierra,

obtenida a través de foto-restitución y levantamientos de campo, o a través del uso de sensores remotos y procesamiento de imágenes satelitales.

En Colombia el estudio de los humedales, su delimitación y estado actual, se vio impulsado por los graves efectos que causó la ola invernal en los años 2010 y 2011. A raíz de este fenómeno surgió la necesidad de conocer la ubicación de los humedales para apoyar las políticas de ordenamiento territorial y prevención de desastres en los departamentos y municipios del país. Por otro lado, Colombia, al ser signatario de la convención Ramsar, tiene el compromiso de elaborar el inventario nacional de humedales del país. El Instituto Humboldt, con el apoyo de las instituciones del SINA y el Fondo Adaptación construyó el mapa de identificación de humedales a partir de la información oficial disponible a escala 1:100.000 de suelos, geomorfología y coberturas de la tierra, y comenzó el estudio de las transformaciones a las que están siendo sometidos los humedales del país.

En 2014 se realizó una evaluación de impulsores de cambio de humedales en gran parte del territorio nacional (Ricaurte *et al.* 2014). Ese estudio abordó el análisis de las actividades con mayor impacto sobre los humedales e intentó un primer análisis de cambios a partir de mapas oficiales de coberturas del terreno en escala 1:100000 publicados en 2005 y 2012 (SIAC 2015). Sus resultados son muy importantes en lo referente al análisis y mapeo de impulsores de cambio. Sin embargo, el enfoque usado para la de detección de cambios tiene una limitación importante: el mapa de coberturas publicado en 2005 fue elaborado con un mosaico de imágenes satelitales capturadas entre los años 2000 a 2002 y el publicado en 2010 incluye información satelital de los años 2005 a 2009 (Ideam 2012). Así, algunas zonas del país tienen información separada tres años en el tiempo, mientras que otras pueden llegar a tener nueve años de diferencia, lo que dificulta el cálculo de la magnitud del cambio, puede enmascarar algunas tendencias y limita el periodo de tiempo analizado a menos de una década.

En este estudio se aborda la identificación de las zonas de humedal que han sido intervenidas en Colombia, usando información de la versión más actualizada

del mapa de humedales (Instituto Humboldt, versión de abril de 2015) y del mapa de coberturas del terreno de 2010 (Ideam 2010, 2012). A partir del análisis de la información cartográfica y el uso de análisis espacial cuantitativo (Fotheringham *et al.* 2002, Anselin 2003, Charlton y Fotheringham 2009), el presente estudio busca responder a las siguientes preguntas: ¿Cuánta superficie de humedales se ha perdido en la extensión continental del país? ¿Qué actividades económicas están aprovechando las áreas transformadas? ¿Qué otros factores socioeconómicos están relacionados con la transformación? ¿Cómo varía la importancia de los impulsores de cambio en el territorio nacional? Los resultados de este trabajo son útiles para entender la transformación de los humedales y los factores relacionados, además de ser una herramienta importante para mejorar su gestión en el país.

Material y métodos

Las variables usadas con más frecuencia para cuantificar la transformación de los paisajes de humedal son el área de las coberturas de humedal y el porcentaje de la misma en todo el paisaje analizado, registradas en dos fechas diferentes, y el cambio se cuantifica en términos del área de humedal transformada a otras coberturas en el periodo de tiempo analizado (Song *et al.* 2011, Yu *et al.* 2011, Jiang *et al.* 2012, Ottinger *et al.* 2013). Debido a las limitaciones mencionadas de los mapas oficiales de coberturas del terreno, en este trabajo se analiza la transformación de todas las áreas que fueron mapeadas como zonas de humedal. Para estas zonas se cuantifica el área de coberturas del terreno de origen natural y el área de las coberturas del terreno asociada a la intervención humana o que ha sufrido procesos de degradación de tierras o incendios forestales.

Datos

Las hectáreas de humedal se tomaron del mapa de humedales del Instituto Humboldt (2015), que identificó cinco categorías de humedal: 1) Humedal permanente abierto: la presencia de agua es constante y no hay árboles. 2) Humedal permanente bajo dosel: la presencia de agua es constante pero la

lámina de agua está cubierta por el dosel de los árboles. 3) Humedal temporal: la presencia de agua no es constante pero ocurre con cierta periodicidad. 4) Potencial medio de humedal: características edafológicas o geomorfológicas identifican el área con una probabilidad media de ser humedal. La inundación tiene periodos de retorno interanuales. 5) Potencial bajo de humedal: características edafológicas o geomorfológicas identifican el área con una probabilidad baja de ser humedal. La inundación tiene periodos de retorno inter anuales. El mapa de coberturas de la tierra de 2010 (Ideam 2012) se usó para identificar las diferentes coberturas de la tierra en las zonas de humedal y cuantificar las áreas intervenidas por actividades humanas de forma agregada y diferenciada por categoría de humedal.

Se creó una malla cuadrada regular de 10 km que cubre todo el territorio continental del país para mapear el grado de transformación de una manera objetiva e independiente de los límites administrativos. Para cada celda de la malla se cuantificó el área de humedal, el área de coberturas intervenidas dentro de humedales y el porcentaje de área intervenida sobre el área total de la celda.

Los límites municipales se usaron como unidad espacial de análisis para la implementación de modelos de regresión lineal y explorar las posibles relaciones entre la magnitud de la transformación de humedales y algunos factores socioeconómicos. Los municipios son las unidades espaciales más pequeñas para las cuales se cuenta con información socioeconómica con cobertura nacional completa. Los límites municipales se tomaron de la cartografía base del país en escala 1:100.000 actualizada a 2014 cedida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac). Para las unidades municipales se calculó el área de humedal, el área transformada de humedal y el porcentaje del área del municipio que corresponde a humedal transformado.

Por otro lado, se procesó información espacial de índices de presión por ganadería, agricultura y minería de Ricaurte *et al.* (2014) para asociarla a los municipios; y se complementó con información de productividad, violencia, educación y desarrollo a partir de bases de datos oficiales del país producidas

en diferentes entidades, tales como el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (Dane), el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Igac entre otras, que fue compilada y organizada en el trabajo de Cusva-Verdugo (2014).

Métodos

La figura 1 muestra el diagrama de flujo general del análisis de transformaciones. El análisis se hizo en dos etapas: 1) cuantificación de las coberturas intervenidas en zonas de humedal y mapeo del grado de transformación en malla regular de 10 km de lado, y 2) análisis de regresión lineal multivariada teniendo en cuenta efectos espaciales para unidades municipales. Estas etapas se describen a continuación.

Cuantificación de áreas de humedal transformadas

La cuantificación de áreas de humedal transformadas se hizo a partir de la intersección del mapa de humedales con el mapa de coberturas de la tierra. El mapa de humedales fue generado en formato raster con un tamaño de celda de 25 m. Este fue vectorizado conservando el atributo de la clase de humedal y luego intersectado con el mapa de coberturas de la tierra. El resultado de la intersección se editó para seleccionar sólo las coberturas que pueden asociarse con alguna intervención de origen antrópico (Tabla 1), y se cuantificó el área de coberturas intervenidas para cada clase de humedal y para cada actividad.

El mapa de las áreas seleccionadas como intervenidas se intersectó nuevamente con la malla regular de 10 km de lado, para mapear el grado de transformación a lo largo del país de forma independiente de los límites administrativos. Por otro lado se hizo la intersección del mismo mapa con los límites municipales y se cuantificó el área de coberturas intervenidas dentro de humedales en cada municipio (área transformada) y el porcentaje de área transformada sobre el total del área municipal.

Análisis de regresión lineal

El análisis de regresión multivariada lineal se realizó usando los municipios como unidad espacial de análisis. Para esto se compiló información socioeconómica municipal de variables relacionadas

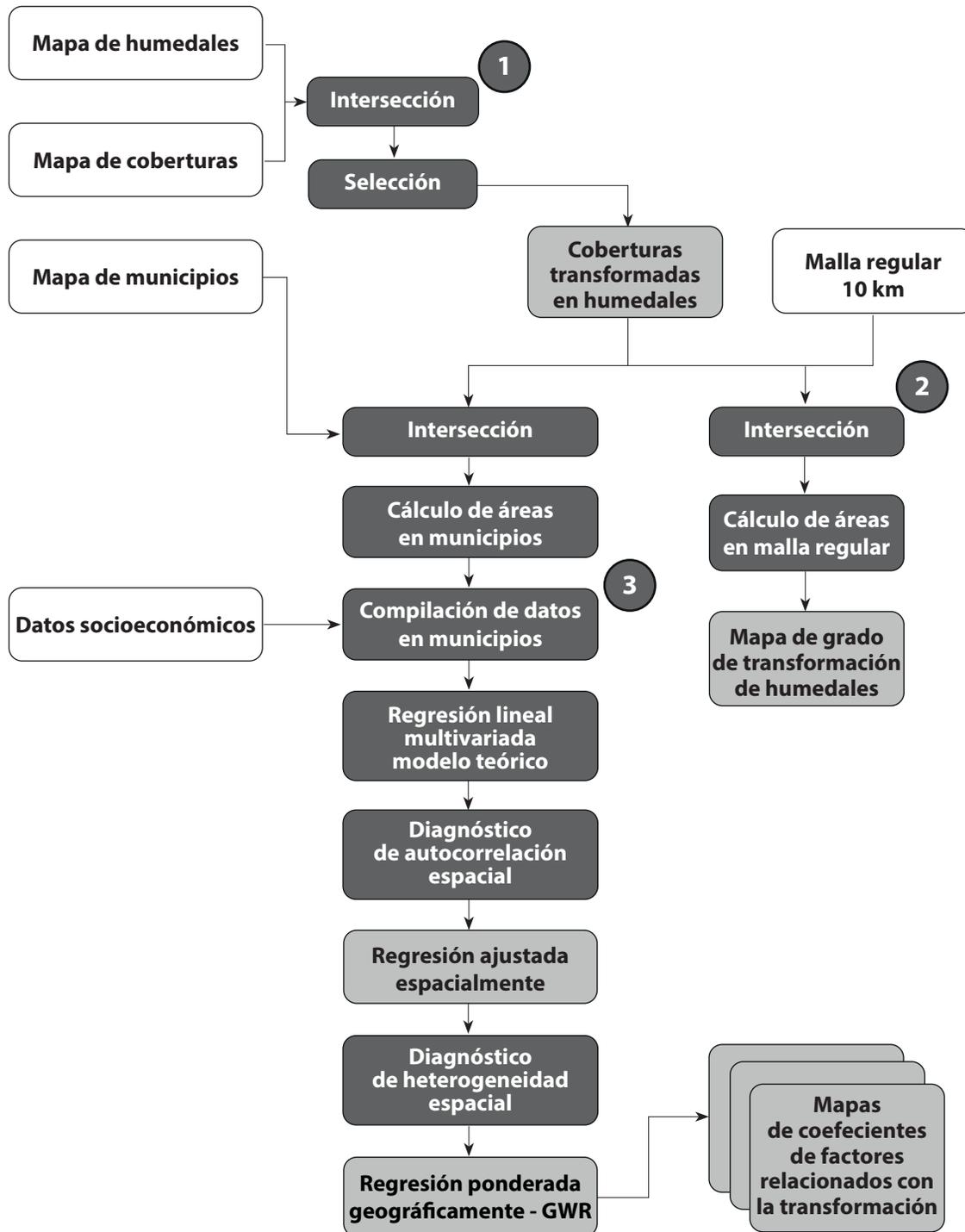


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología.

Tabla 1. Coberturas transformadas en humedal y actividades asociadas.

Leyenda en mapa de coberturas Ideam (2010)	Actividad asociada
1.1.1. Tejido urbano continuo	Urbanización
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	Urbanización
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	Urbanización
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Obras civiles
1.2.3. Zonas portuarias	Obras civiles
1.2.4. Aeropuertos	Obras civiles
1.2.5. Obras hidráulicas	Obras civiles
1.3.1. Zonas de extracción minera	Minería
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	Minería
1.3.1.6. Explotación de sal	Minería
1.4.1. Zonas verdes urbanas	Urbanización
1.4.2. Instalaciones recreativas	Urbanización
2.1.1. Otros cultivos transitorios	Agricultura
2.1.2.1. Arroz	Agricultura
2.1.2.2. Maíz	Agricultura
2.1.3.1. Algodón	Agricultura
2.1.4.1. Cebolla	Agricultura
2.1.4.2. Zanahoria	Agricultura
2.1.5.1. Papa	Agricultura
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	Agricultura
2.2.1.2. Caña	Agricultura
2.2.1.2.1. Caña de Azúcar	Agricultura
2.2.1.2.2. Caña Panelera	Agricultura
2.2.1.3. Platano y banano	Agricultura
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	Agricultura
2.2.2.2. Café	Agricultura
2.2.2.3. Cacao	Agricultura
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	Agricultura
2.2.3.2. Palma de aceite	Agricultura
2.2.4. Cultivos agroforestales	Agricultura
2.2.5. Cultivos confinados	Agricultura
2.3.1. Pastos limpios	Ganadería
2.3.2. Pastos arbolados	Ganadería
2.3.3. Pastos enmalezados	Ganadería
2.4.1. Mosaico de cultivos	Agricultura
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Agropecuaria
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Agropecuaria
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Ganadería
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	Agricultura

Cont. **Tabla 1.** Coberturas transformadas en humedal y actividades asociadas.

Leyenda en mapa de coberturas Ideam (2010)	Actividad asociada
3.1.3. Bosque fragmentado	Deforestación
3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	Deforestación
3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Deforestación
3.1.5. Plantación forestal	Forestal
3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	Forestal
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	Deforestación
3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	Deforestación
3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	Deforestación
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	Desertificación
3.3.4. Zonas quemadas	Zonas quemadas

con producción, violencia, educación y desarrollo, además de variables relacionadas a la presión sobre los humedales por ganadería, agricultura y minería. El análisis de regresión se hizo siguiendo el procedimiento recomendado por Anselin (2005) para verificar y corregir efectos espaciales, que consta de los siguientes pasos: implementación de un modelo de regresión multivariada con mínimos cuadrados ordinarios (MCO); verificación de normalidad de los errores y diagnóstico de dependencia espacial (autocorrelación); implementación de un modelo de regresión ajustada espacialmente: verificación de presencia de autocorrelación residual y de heterogeneidad espacial; e implementación de un modelo de regresión ponderada geográficamente (GWR, por sus siglas en inglés) para explorar la variación espacial en las relaciones.

El porcentaje de área transformada de humedal en cada municipio se modeló en función de las variables territoriales y socioeconómicas usando un modelo de regresión lineal multivariada con MCO. Con este modelo se indaga si la transformación de humedales en el país también podría estar relacionada con otros factores socioeconómicos, y también se usó para explorar si las relaciones son estacionarias, es decir, que se explican de la misma forma a lo largo del territorio, o si presentan variación espacial. El porcentaje de área de humedal transformada en cada municipio se usó como variable de respuesta en el modelo. A esta variable se le aplicó una transfor-

mación logarítmica para mejorar el comportamiento del modelo y cumplir con una de las suposiciones básicas de una regresión lineal: la normalidad de los errores, que indica que el modelo no está sesgado. Todo el análisis de regresión lineal, tanto la regresión lineal por MCO como la ajustada espacialmente y la GWR, se implementaron en el programa de análisis estadístico R (R Core Team 2013).

Para la identificación de variables relacionadas a los factores mencionados se usó una estrategia de selección con base en regresiones paso a paso de un conjunto grande de variables. Se consideró que una variable es una buena candidata para entrar al modelo si: 1) tiene soporte teórico o un comportamiento coherente con lo reportado en la literatura académica e informes técnicos, 2) la relación con la transformación es estadísticamente significativa, y 3) que la información que aporta al modelo no es redundante.

Las variables explicativas incluidas y su comportamiento esperado en el modelo teórico son las siguientes:

IPA_p: índice de presión por agricultura (Ricaurte *et al.* 2014) ponderado por el área del municipio. Se espera una asociación positiva que indique que a mayor presión por agricultura, mayor incidencia de la transformación.

IPG_p: índice de presión por ganadería (Ricaurte *et al.* 2014) ponderado por el área del municipio. Se

espera una relación positiva que indique que a mayor presión por ganadería, mayor transformación.

IPM_p: índice de presión por minería (Ricaurte *et al.* 2014) ponderado por el área del municipio. Se espera también una relación positiva.

IRCA: índice de riesgo de calidad de agua por municipio. Fuente: DNP 2012 (Cusva-Verdugo 2014). También se espera una asociación positiva.

DV₂: densidad de vías sin pavimentar de dos carriles que son transitables todo el año. Fuente: cartografía básica IGAC 1:100.000. También se espera una asociación positiva: a mayor densidad de vías de este tipo, mayor transformación.

IncUR: incidencia (en porcentaje) del índice de pobreza multidimensional en la zona urbana del municipio, datos de 2005. Fuente: Cusva-Verdugo (2014). Se espera una relación positiva que indique que a mayor pobreza, mayor depredación de los recursos y por lo tanto mayor transformación.

IncRU: incidencia (en porcentaje) del índice de pobreza multidimensional en la zona rural del municipio, datos de 2005. Fuente: Cusva-Verdugo (2014). La relación esperada es igual a la descrita para la variable anterior.

Ln_DF: Desplazamiento forzado, datos de personas expulsadas del municipio desde 2000 hasta 2010. Se aplicó transformación logarítmica para reducir el rango y asegurar un mejor comportamiento del modelo. Fuente: Acción Social, Presidencia de la República de Colombia (2011). Reporte General por Ubicación Geográfica: Total de hogares y personas incluidas en el RPUD según lugar de expulsión - Datos por municipio, citado por Cusva-Verdugo (2014). Según reportes de prensa el desplazamiento forzado es a veces una de las etapas iniciales de la transformación de humedales, por lo que se espera también una asociación positiva.

Ln_PIB: Producto Interno Bruto municipal. Se aplicó transformación logarítmica para reducir el rango y asegurar un mejor comportamiento del modelo. Fuente: Dane (2014). Valor agregado de grandes ramas de actividad económica año 2011 y 2012, citado por Cusva-Verdugo (2014). También se espera una asociación positiva con la transformación.

Variables de régimen espacial. Se incluyeron variables tipo *dummy* (que pueden tomar sólo dos valores: 1 para cuando se expresa pertenencia a una región y 0 para lo contrario) para dar cuenta de la posible variación espacial de las relaciones en el modelo. Para este efecto se usó la división en vertientes hidrográficas del país del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Ideam 2015). Luego de la exploración con la regresión paso a paso se identificaron como estadísticamente significativas las variables de pertenencia a las vertientes del Caribe (V_Caribe), Cauca (V_Cauca), Amazonia (V_Amazonia), Pacífico (V_Pacífico) y Magdalena Medio (V_Magd).

El modelo teórico de regresión lineal por MCO se analizó para verificar que no hubiera problemas de multicolinealidad o redundancia, verificar la normalidad de los errores y determinar la presencia de autocorrelación espacial. Para el chequeo de multicolinealidad se calculó el factor de incremento de la varianza para cada variable explicativa. La normalidad de los errores se analizó con un gráfico Cuantil-Cuantil y se usaron los tests de la I de Moran y de los Multiplicadores de Lagrange para determinar la presencia de autocorrelación espacial (Anselin, 2005), y se implementó un modelo de retardo espacial para dar cuenta de este efecto. El modelo de retardo espacial se analizó para determinar la presencia de heterogeneidad espacial usando el test de Breusch-Pagan (Anselin 2005). La presencia de heterogeneidad espacial indicaría que las relaciones entre la variable de respuesta y las variables explicativas del modelo no son homogéneas en el espacio, sino que la magnitud y el sentido de esas relaciones varían en el espacio.

La regresión ponderada geográficamente permite verificar si las relaciones entre la variable de respuesta y las variables explicativas varían en el espacio, y lo hace por medio del cálculo y ajuste de los coeficientes de la regresión para cada unidad espacial de análisis usando un número de vecinos más próximos determinados por un ancho de banda (Fotheringham *et al.* 2002). Esta regresión se implementó usando un ancho de banda determinado automáticamente en el programa R con la función *gwr.sel* del paquete *spgwr* (Bivand 2013) y una

ponderación de tipo Gaussiana. Esta función encuentra un ancho de banda para la selección de unidades usadas para el ajuste local optimizando el error de las regresiones y selecciona el ancho de banda que minimiza el error cuadrado medio del modelo. Los resultados de la regresión ponderada geográficamente se exportaron a formato *shapefile* para crear los mapas de variación de los coeficientes del modelo con el programa QGIS (QGIS Development Team 2015).

Resultados

Áreas de humedal transformado

La tabla 2 muestra el área total de humedales del país por tipos y el área transformada, y la tabla 3 muestra las áreas de humedal transformado en el país, diferenciando por clase de humedal. Las actividades asociadas a la transformación de áreas de humedal que tienen mayor incidencia son la ganadería, la

Tabla 2. Áreas de humedal “mapeadas” y transformadas por categorías de humedal.

Categorías de humedal	Área total (ha)	Área transformada (ha)	(%)
Humedal permanente abierto	2.560.791	9.645	0,38
Humedal permanente bajo dosel	1.588.211	109.361	6,89
Humedal temporal	17.816.934	2.075.535	11,65
Potencial medio	5.010.178	2.206.798	44,05
Potencial bajo	3.717.808	2.931.317	78,85
Todos los humedales	30.361.266	7.332.656	24,15

Tabla 3. Áreas de humedal “mapeadas” y transformadas por tipo de humedal.

Actividad	Todos los humedales		Humedal permanente abierto		Humedal permanente bajo dosel		Humedal temporal		Potencial medio		Potencial bajo	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Agricultura	560.123	7,6	130	1,3	8.551	7,8	156.282	7,5	131.570	6	263.591	9
Agropecuaria	1.127.612	15,4	982	10,2	18.811	17,2	311.874	15	402.080	18,2	393.865	13,4
Deforestación	1.086.996	14,8	726	7,5	51.053	46,7	456.495	22	339.887	15,4	238.836	8,1
Desertificación	81.112	1,1	52	0,5	104	0,1	19.285	0,9	3.534	0,2	58.138	2
Forestal	14.232	0,2	1	0	343	0,3	7.195	0,3	1.224	0,1	5.468	0,2
Ganadería	4.099.134	55,9	3.938	40,8	29.506	27	1.023.674	49,3	1.268.717	57,5	1.773.298	60,5
Infraestructura	7.824	0,1	3	0	1	0	967	0	1.334	0,1	5.518	0,2
Minería	20.861	0,3	2.544	26,4	75	0,1	4.460	0,2	6.060	0,3	7.722	0,3
Urbanización	164.206	2,2	5	0,1	60	0,1	7.307	0,4	7.899	0,4	148.934	5,1
Zonas quemadas	170.555	2,3	1.264	13,1	857	0,8	87.996	4,2	44.492	2	35.947	1,2
Total	7.332.656	100	9.645	100	109.361	100	2.075.535	100	2.206.798	100	2.931.317	100
(%) del total de humedal intervenido		100		0,1		1,5		28,3		30,1		40

agricultura y la deforestación, en ese orden. Esta última refleja el comienzo de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria.

Grado de transformación de humedales

La figura 2 muestra el grado de transformación de humedales en el territorio colombiano de forma independiente de los límites administrativos. El valor asignado a cada celda es el porcentaje de área de humedal que fue transformado a otras coberturas con respecto al área total de la celda.

De acuerdo con estos resultados, se observa mayor incidencia de transformación de humedales en la costa pacífica en los departamentos de Nariño y Cauca; a lo largo de las llanuras aluviales del río Cauca a lo largo del departamento del Valle del Cauca; en la zona de la Sabana de Bogotá; a lo largo del piedemonte oriental de la cordillera Oriental; y en la región de Urabá, la Depresión Momposina y parte de los departamentos de la costa atlántica.

Implementación de modelos de regresión

Con respecto a la selección de variables incluidas en los modelos de regresión, Ricaurte *et al.* (2014) afirma que las actividades productivas como la ganadera, la agricultura y la minera generan altos impactos sobre la estabilidad ecológica de los humedales en Colombia, por lo que estas variables no deben faltar en un modelo teórico de transformación de humedales en el país. En cuanto a la inclusión de otras variables asociadas a factores socioeconómicos que inciden en la transformación de humedales, en la literatura académica el cambio en las áreas de humedal también se ha relacionado con el incremento en el producto interno bruto (PIB) y la densidad de población (Lin *et al.* 2007, Song *et al.* 2010, Zhao *et al.* 2010, Jiang *et al.* 2014, Yuan *et al.* 2014) así como al desarrollo de infraestructura vial y la construcción de otras obras civiles (Nielsen *et al.* 2008, Jiang *et al.* 2012, Klemas 2013).

En la implementación del modelo de regresión el gráfico Cuantil-Cuantil no indicó problemas de normalidad en los errores, pero el resultado de los

tests de la I de Moran y de los Multiplicadores de Lagrange indicó la presencia de autocorrelación espacial en la variable dependiente, por lo que se corrió una regresión ajustada espacialmente del tipo retardo espacial con una matriz de contigüidad tipo *Rook*, en la que se considera que dos polígonos son vecinos si comparten un borde.

El resultado del test de Breusch-Pagan sobre el modelo de retardo espacial indicó la presencia de heterogeneidad espacial en los datos que aún no había sido capturada por las variables *dummy* de régimen espacial. Lo anterior justificó el uso de una regresión ponderada geográficamente para explorar la variación espacial en las relaciones entre los factores usados en el modelo teórico y la incidencia de transformación de humedales.

Modelos de regresión lineal

La tabla 4 presenta los coeficientes e indicadores de ajuste de los modelos MCO y de retardo espacial implementados. La tabla 5 presenta los resultados del modelo GWR. La figura 3 muestra el histograma de los residuales del modelo MCO, así como el gráfico Cuantil-Cuantil, donde se observa que los residuales de este modelo se ajustan aproximadamente a una distribución normal. Los indicadores de ajuste del R^2 ajustado (modelo MCO), el pseudo- R^2 (modelo de retardo espacial) y el R^2 global (GWR), así como el criterio de información de Akaike (AIC) indican el mejor ajuste del modelo GWR en comparación con los otros modelos. La figura 4 presenta los mapas de variación del R^2 local y de los coeficientes de las variables del modelo GWR.

Discusión

El análisis de transformaciones presentado en este estudio se basa en la cuantificación de áreas de humedal transformadas a otras coberturas. Otros cambios que son muy importantes en cuanto a los servicios ecosistémicos que proveen los humedales no se analizan en este trabajo por no contar con datos suficientes de cobertura nacional que permitan cuantificar esos aspectos de la transformación.

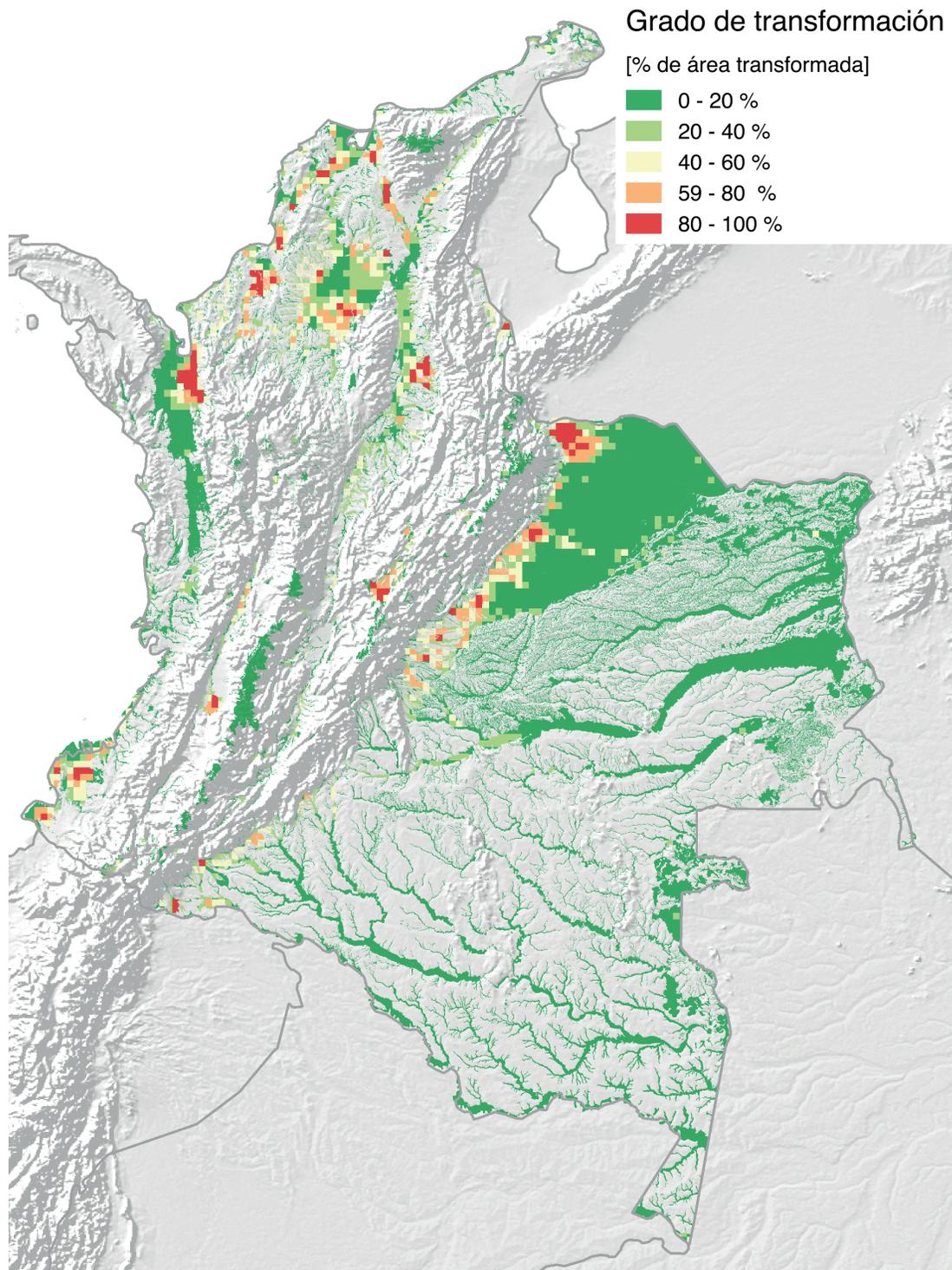


Figura 2. Mapa del grado de transformación de humedales en Colombia. Clasificación en intervalos con el método de intervalos iguales.

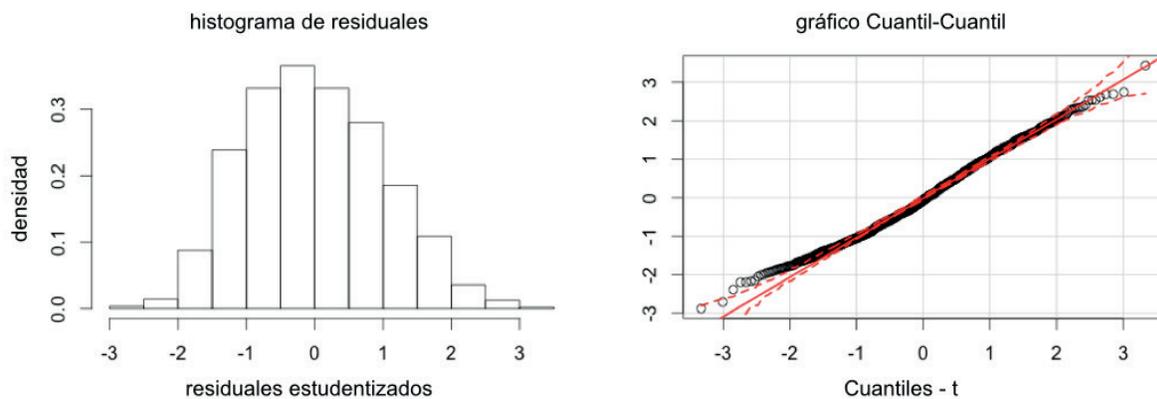
Tabla 4. Coeficientes de los modelos de regresión lineal multivariada y del modelo de regresión con retardo espacial. Variable de respuesta: Logaritmo natural del porcentaje de área de humedal transformada. Unidad espacial de análisis: municipios, N = 1120.

	Modelo MCO	Modelo de retardo espacial
Constante	-1,8730 ***	-1,6175 ***
IPA_p	0,3760 ***	0,2813 ***
IPG_p	0,6868 ***	0,4160 ***
IPM_p	5,1192 **	4,2513 ***
IRCA	0,0036 ***	0,0026 **
DV_2	1,8120 *	0,9625 •
IncUR	0,0191 ***	0,0077 ***
IncRU	-0,0136 ***	-0,0054 **
Ln_DF	-0,1009 ***	-0,0670 ***
Ln_PIB	0,2597 ***	0,1525 ***
V_Caribe	1,2203 ***	0,4536 ***
V_Cauca	-0,7087 ***	-0,3896 ***
V_Amazonia	0,6832 ***	0,5519 ***
V_Pacifico	0,3857 ***	0,3222 ***
V_Magd	0,2276 **	0,1821 **
Rho ¹		0,6522 ***
R ² ajustado	0,52	
Pseudo R ²		0,66
AIC	2981,3	2596,1
Estadístico F	86,11 ***	
Estadístico Wald		647,08 ***
Test LM para autocorrelación residual		2,19 (no significativo)
Test Breusch-Pagan para heterogeneidad espacial		35,69 ***

Nota: Códigos de significancia estadística, valores-p: *** = 0,001; ** = 0,01; * = 0,05; • = 0,1. ¹Rho: retardo espacial de la variable dependiente, valor promedio de los vecinos en cada observación.

Tabla 5. Coeficientes estimados para el modelo GWR. Variable de respuesta: logaritmo natural del porcentaje de área de humedal transformada. Unidad espacial de análisis: municipios, n = 1120. Ancho de banda: 65638,35. Kernel tipo Gauss.

	Mínimo	1er Cuantil	Mediana	3er Cuantil	Máximo	Global
Constante	-4,86E+00	-1,54E+00	-8,83E-01	-1,20E-01	1,52E+01	-1,6325
IPA_p	-1,97E+00	6,29E-02	2,57E-01	4,91E-01	1,54E+00	0,1938
IPG_p	-1,92E+00	1,95E-01	5,82E-01	1,08E+00	2,28E+00	0,7492
IPM_p	-9,98E+03	-1,29E+00	3,17E+00	5,20E+00	5,32E+03	2,5768
IRCA	-2,02E-02	-6,55E-04	2,51E-03	4,31E-03	1,59E-02	0,0021
DV_2	-8,49E+01	-3,47E+00	3,37E-02	2,18E+00	5,22E+02	0,8453
IncUR	-4,36E-02	7,51E-03	1,56E-02	1,96E-02	7,41E-02	0,0318
IncRU	-7,93E-02	-2,89E-02	-1,62E-02	-4,36E-03	1,74E-02	-0,0175
Ln_DF	-4,16E-01	-1,35E-01	-5,25E-02	1,15E-02	4,93E-01	-0,1042
Ln_PIB	-2,14E-01	7,04E-02	2,52E-01	3,59E-01	5,07E-01	0,2699
R ² global	0,72					
AIC	2537,2					

**Figura 3.** Histograma y gráfico Cuantil-Cuantil de los residuales del modelo MCO.

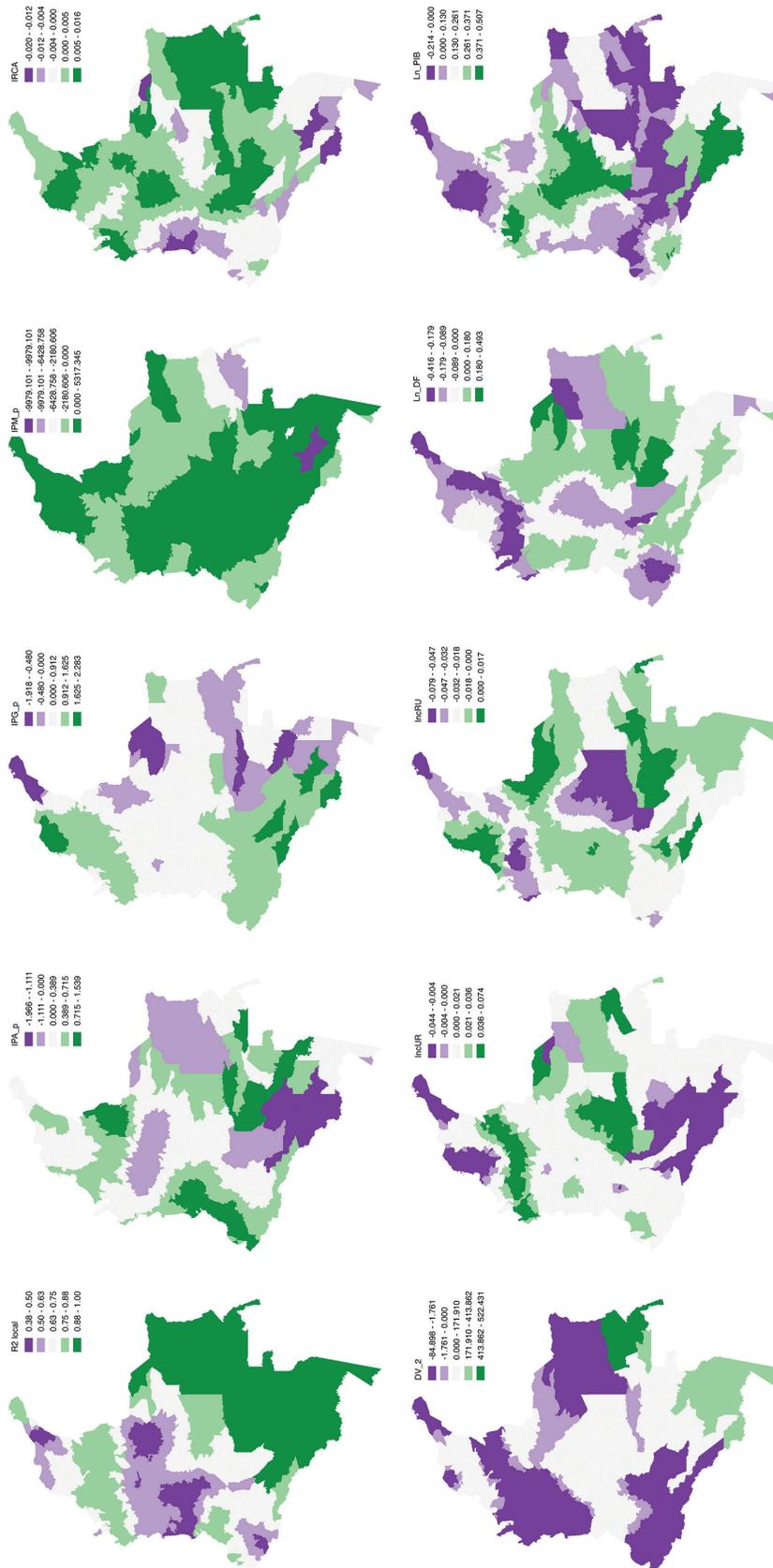


Figura 4. Mapas de los resultados del modelo GWR. Muestran la variación del R² local (esquina superior izquierda) y de los coeficientes de las variables explicativas del modelo. Clasificación en intervalos con el método de quiebres naturales.

Éstos incluyen la alteración de la calidad del agua, la disminución de la biodiversidad, y los efectos acumulativos de procesos de transformación e intervención en el gradiente altitudinal de las cuencas, como la construcción de diques y embalses, que impactan sobre la capacidad de regulación de inundaciones de los humedales localizados aguas abajo de las zonas intervenidas. Sin embargo, la cuantificación de áreas de humedal transformadas es el aspecto más usado alrededor del mundo para cuantificar el cambio en humedales (Li *et al.* 2010, Carle 2011, Disperati y Pasquale Viridis 2015), y permite obtener resultados comparables con otras regiones del mundo.

Alrededor del 24 % de las zonas que tienen características de humedal o evidencias de que fueron humedal en el pasado reciente han sido transformadas en el país. Casi la totalidad de la transformación ha afectado a las clases de humedal temporal, potencial medio y potencial bajo, con más del 98 % del total de la superficie de humedal transformada. Las principales actividades humanas responsables de la pérdida de áreas de humedal en Colombia están relacionadas a la actividad agropecuaria: ganadería, agricultura y deforestación para ampliación de la frontera agrícola. La suma de las áreas intervenidas por estas actividades alcanza más del 90 % de toda el área transformada de los humedales del país. Esto concuerda en gran medida con los principales impulsores de cambio de los humedales en otras partes del mundo (Rebelo *et al.* 2009, Niu *et al.* 2012, Rodríguez-Eraso *et al.* 2013), aunque en Colombia sobresale la ganadería, que da cuenta por sí sola del aprovechamiento de más del 50 % de las áreas de humedal transformadas en el país, con más de cuatro millones de hectáreas de humedal transformado que hoy tienen coberturas asociadas al pastoreo.

Al analizar los humedales diferenciando por clase se repite la misma tendencia, excepto en el caso de los humedales permanentes bajo dosel, que presentan su mayor afectación por deforestación: 47 % (51.053 ha de 109.361 ha transformadas). Esto se explica en parte por la demanda que tienen los productos maderables de los bosques inundables, que han sido sometidos a

la explotación no controlada durante varias décadas en las selvas húmedas del Chocó y la región de Urabá. Se resalta también la afectación por minería en la clase de humedal permanente abierto, la cual es la segunda actividad con mayor impacto en la pérdida de área de esta clase de humedal: 2544 ha (26 %).

Lo anterior supone grandes retos políticos para el país, ya que en Colombia la ganadería y la minería son actividades económicas con una rentabilidad muy alta (Gómez-Vivas 2013, Superintendencia de Sociedades 2013). La ganadería se ha extendido a zonas donde, a pesar de no ser aptas para la actividad, se cree que es más rentable que la conservación de los espacios naturales. Así, las evaluaciones ecológicas-económicas de los humedales cobran importancia, y es necesario que sean evaluaciones de largo plazo y que en la valoración se incluyan todos los servicios que estos ecosistemas proveen para tener una idea realista de lo que se puede perder al inducir el cambio hacia otras actividades que se suponen con alta rentabilidad en el corto plazo (Ramachandra *et al.* 2005).

El mapa del grado de transformación de humedales muestra mayor incidencia de este fenómeno en la zona del piedemonte llanero, en la cuenca del Magdalena-Cauca y en la costa Caribe. Esto indica que los humedales de la Amazonia y Orinoquia son los que han sufrido menor transformación, lo que podría atribuirse en parte a la baja densidad de población en esas zonas y a la ausencia de infraestructura vial, que dificulta el acceso a las mismas, y podría haber ayudado a mantenerlas al margen de los impulsores de transformación. La accesibilidad de la población a los paisajes naturales ha sido usada frecuentemente para explicar el impacto antrópico en los ecosistemas en otras partes del mundo (Sheng *et al.* 2012).

Los resultados del análisis de regresiones deben ser leídos con cuidado. Los modelos implementados no pretenden predecir la intensidad del fenómeno, sino más bien ayudar a explicar sus posibles causas y la variación de las relaciones a lo largo del territorio. Los modelos implementados (Tablas 4 y 5) indican que existen relaciones estadísticamente significativas entre la intensidad de la transformación y las variables

asociadas a la agricultura, ganadería, minería, calidad del agua y densidad de vías, como se esperaba de acuerdo con la cuantificación de áreas transformadas y a la literatura académica sobre el tema. La intensidad de la transformación también presenta relaciones estadísticamente significativas con indicadores de pobreza (incidencia de pobreza multidimensional urbana y rural), violencia (desplazamiento forzado) y desarrollo (producto interno bruto), pero la intensidad de esas relaciones, así como la dirección, no son homogéneas a lo largo del territorio. El hecho de que estas relaciones sean estadísticamente significativas no implica que exista relación causa-efecto, pero sí ayuda a comprender mejor el fenómeno.

En la estrategia de selección de variables para el modelo se incluyeron variables de temperatura media y precipitación media en el municipio, pero ninguna de estas dos variables mostró relaciones significativas con la pérdida de área de humedal. Varios autores han relacionado también el cambio de humedales con el cambio climático global reflejado en cambios de temperatura y precipitación (Zhang *et al.* 2011, Jiang *et al.* 2014, Wang *et al.* 2014). Sin embargo, los datos climáticos para Colombia no indican que haya habido un cambio significativo de la temperatura media en las zonas rurales durante los años de los que se tiene registro.

Los indicadores de ajuste de los modelos, el R^2 ajustado del modelo MCO, el pseudo- R^2 del modelo de retardo espacial y el R^2 global del modelo GWR, que varían entre 0,5 y 0,7, indican que las variables usadas explican más de la mitad de la variabilidad del porcentaje de área de humedal transformada en cada municipio, pero todavía dejan un porcentaje importante de la variabilidad del fenómeno sin explicar. El modelo GWR intenta dar cuenta de la heterogeneidad espacial del fenómeno y la variación de las relaciones con las variables explicativas a lo largo del territorio. El criterio de información de Akaike (AIC) indica también un mejor ajuste del modelo GWR comparado con los otros modelos.

De acuerdo con los resultados del modelo GWR, las relaciones con todas las variables explicativas son no estacionarias, es decir, en algunos lugares tienen

signo positivo, lo que indica que a mayor valor de la variable, mayor incidencia de transformación; mientras que en otros lugares tienen signo negativo, indicando una relación opuesta entre la variable explicativa y la variable de respuesta. Al examinar los mapas de coeficientes, es interesante la relación casi opuesta de las variables de incidencia de pobreza urbana y rural (IncUR e IncRU, respectivamente). La pobreza urbana tiene relación positiva con la transformación de humedales en la mayor parte del territorio nacional, mientras que la pobreza rural muestra una relación negativa en la mayor parte del país. Estas relaciones, aparentemente contradictorias, podrían ser explicadas por la forma como se mide el fenómeno de la pobreza y las grandes diferencias que existen entre ser catalogado como pobre en las zonas urbanas y rurales del país. Estos resultados estarían indicando que la población rural pobre se relaciona con el entorno natural de una forma distinta que la población urbana, siendo esta última la que tiene mayor impacto negativo sobre los humedales.

La relación con la variable de desplazamiento forzado, indicativa de la incidencia del conflicto armado en el país, también tiene resultados contrarios a lo esperado. En algunas zonas del país el desplazamiento forzado es una de las etapas iniciales de la transformación de los humedales, como ha sido reportado para el caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta (www.semana.com/nacion/articulo/destruccion-de-la-cienaga-grande-no-se-detiene/423477-3). Pero el modelo indica que la relación entre desplazamiento forzado y transformación de humedales no es igual en todo el país. En gran parte del territorio la relación es negativa, lo que podría indicar que en muchas zonas lo que ha ocurrido es que la violencia ha expulsado a campesinos y colonos de muchas áreas naturales y ha ayudado a disminuir la presión sobre los ecosistemas. Rodríguez-Eraso *et al.* (2013) mencionan que la emigración es una de las causas de recuperación del bosque de transición. Este fenómeno en particular merece una investigación más profunda para ser explicado satisfactoriamente.

Otro resultado interesante del modelo es la relación entre el PIB municipal y la transformación de humedales. Si se supone que un PIB alto indica mayor

desarrollo, este resultado indica que en gran parte del territorio nacional el desarrollo ha impactado de manera negativa los humedales: valores más altos de transformación relacionados con valores altos de PIB. El modelo indica esta situación en gran parte del centro del país, que incluye casi la totalidad de la zona andina (excepto algunos municipios del sur occidente del país), buena parte de la costa atlántica y de la costa pacífica, y áreas muy extensas al sur de la Amazonía y en parte de la Orinoquía. Lo anterior puede ser el reflejo de la forma tradicional como se han gestionado los humedales y del poco entendimiento que se tiene sobre los servicios que aportan a la sociedad (Ramachandra *et al.* 2005).

Conclusiones

Este análisis permitió verificar que la ganadería y la agricultura son las actividades con mayor impacto negativo sobre los humedales en el país. La mayor parte de la transformación se ha dado sobre los humedales temporales, los de potencial medio y los de potencial bajo, que da cuenta del 98 % de la transformación. Se verificó también el impacto de la minería, en particular sobre los humedales permanentes abiertos. Otras actividades humanas responsables de la transformación, aunque en menor medida, están relacionadas con la construcción de obras civiles y de infraestructura, la urbanización, y las plantaciones forestales. Áreas con procesos de degradación de tierras avanzados, así como las zonas quemadas, que pueden ser producto de fenómenos naturales o de la actividad antrópica, también hacen parte de las áreas mapeadas como humedal que hoy no tienen coberturas naturales.

El mapa del grado de transformación de humedales es una herramienta útil para el monitoreo y la gestión de los humedales a escala nacional. Éste puede considerarse como la línea base o la foto de la transformación actual. Este mapa podrá ser actualizado cada vez que se genere una nueva versión del mapa de coberturas de la tierra y compararse con el resultado aquí presentado para estimar tendencias y velocidades de transformación a lo largo del país.

El análisis cuantitativo y los resultados de los modelos de regresión implementados son una herramienta útil de cara a la gestión diferenciada de los humedales del país. Este ejercicio indica que las relaciones de la transformación con los impulsores de cambio y otros factores correlacionados no es estacionaria, sino que cambia a lo largo del territorio. Una política inteligente de gestión y conservación de humedales deberá tener en cuenta esta realidad y proponer diferentes acciones en diferentes partes del territorio de acuerdo con el comportamiento local del fenómeno.

También se resalta el hecho de que la transformación de humedales está relacionada con variables asociadas a pobreza, violencia y al desarrollo, aún después de controlar los otros factores relacionados al fenómeno. Más desarrollo no implica *per sé* una mejor gestión de los recursos naturales, como lo indica la asociación positiva entre el PIB y el área transformada en gran parte del país. Las relaciones entre pobreza y violencia con la disminución del área de humedales son complejas y merecen ser estudiadas con mayor profundidad.

Agradecimientos

Este estudio fue realizado en el marco del convenio interadministrativo suscrito entre el Fondo Adaptación y el Instituto Alexander von Humboldt (No. 008 de 2012). Los insumos usados para el análisis aquí presentado son el resultado del gran esfuerzo de cooperación y coordinación institucional que se dio en el marco del convenio mencionado entre el Igac, el Ideam, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto Alexander von Humboldt.

Bibliografía

- Anselin, L. 2003. Spatial externalities, spatial multipliers, and spatial econometrics. *International Regional Science Review* 26: 153-166.
- Anselin, L. 2005. Exploring spatial data with GeoDa: A Workbook (Revised). Center for Spatially Integrated Social Science. Urbana, IL. 226 pp.
- Beach, T., y S. Luzzadder-Beach. 2012. Pre-Columbian People and the Wetlands in Central and South America. Pp: 83-103. *En*: F. Menotti & A. O'Sullivan (Eds.).

- The Oxford Handbook of Wetland Archaeology. Oxford University Press.
- Bivand, R. 2013. Package "spgwr". Geographically weighted regression. CRAN Repository.
- Camargo, A. 2012. Landscapes of Fear: Water Grabbing, Wetland Conservation, and the Violence of Property in Colombia. *En: International Conference on Global Land Grabbing II. Land Deals Politics Initiative.*
- Carle, M. V. 2011. Estimating wetland losses and gains in Coastal North Carolina: 1994-2001. *Wetlands* 31: 1275-1285.
- Charlton, M. y A. S. Fotheringham. 2009. Geographically weighted regression. Maynooth, Co Kildare, Ireland. 14 pp.
- Chen, M. y J. Liu. 2015. Historical trends of wetland areas in the agriculture and pasture interlaced zone: A case study of the Huangqihai Lake Basin in northern China. *Ecological Modelling* 318: 168-176.
- Cusva-Verdugo, A. 2014. Informe de gestión referente a la actualización y análisis de información socioeconómica municipal, diseño y desarrollo de indicadores que permitan realizar los análisis relacionales descriptivos con información cartográfica disponible de humedales a escala 1:100.000. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 89 pp.
- Disperati, L. y S. G. Pasquale Viridis. 2015. Assessment of land-use and land-cover changes from 1965 to 2014 in Tam Giang-Cau Hai Lagoon, central Vietnam. *Applied Geography* 58: 48-64.
- Fotheringham, A. S., C. Brunsdon y M. Charlton. 2002. Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. Wiley. 284 pp.
- Garzón-Yepes, N. V. y J. C. Gutiérrez-Camargo. 2013. Deterioro de humedales en el Magdalena Medio: un llamado para su conservación. Fundación Alma. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 145 pp.
- Gómez Vivas, M. 2013. Costos y los indicadores de productividad en la ganadería Colombiana. *En: Foro Empresarialización y Competitividad Ganadera. Oficina de Investigaciones Económicas de Fedegan. Bogotá, D. C., Colombia.*
- Hussien Aragaw, K. 2014. Assessment of spatio-temporal changes of wetlands using GIS and RS techniques in Dawa Chefa Area in the Northern Central Ethiopian Highlands. Trabajo de grado. Mekelle University, College of Social Sciences and Languages, Department of Geography and Environmental Studies, Post Graduate Study Programm. 81 pp.
- Ideam. 2010. Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D. C., Colombia. 72 pp.
- Ideam. 2012. Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000, Periodo 2005-2009. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., Colombia.
- Ideam. 2015. Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá D.C., Colombia. 496 pp.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2015. Mapa de Humedales Interiores de Colombia, Avances en la Identificación. Escala de trabajo 1: 100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
- Jackson, C. R., J. A. Thompson y R. K. Kolka. 2014. Wetland Soils, Hydrology and Geomorphology. Pp. 23-60. *En: D. Batzer & R. Sharitz (Eds.). Ecology of Freshwater and Estuarine Wetlands (2nd Ed.). University of California Press. Berkeley, CA.*
- Jiang, W., W. Wang, Y. Chen, J. Liu, H. Tang, P. Hou y Y. Yang. 2012. Quantifying driving forces of urban wetlands change in Beijing City. *Journal of Geographical Sciences* 22: 301-314.
- Jiang, P., L. Cheng, M. Li, R. Zhao y Q. Huang. 2014. Analysis of landscape fragmentation processes and driving forces in wetlands in arid areas: A case study of the middle reaches of the Heihe River, China. *Ecological Indicators* 46: 240-252.
- Klemas, V. 2013. Remote sensing of emergent and submerged wetlands: an overview. *International Journal of Remote Sensing* 34: 6286-6320.
- Li, X., X. Deng, y S. Huang. 2010. Evolution of land use policies and its effects on wetlands change in Tianjin Binhai New Area, China. *Procedia Environmental Sciences* 2: 945-952.
- Lin, T., X. Z. Xue y C. Y. Lu. 2007. Analysis of coastal wetland changes using the DPSIR model: A case study in Xiamen, China. *Coastal Management* 35: 289-303.
- Márquez, G. 2001. De la abundancia a la escasez: la transformación de ecosistemas en Colombia. Pp. 321-452. *En: G. Palacio (Ed.). La Naturaleza en Disputa. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C.*
- Nielsen, E. M., S. D. Prince y G. T. Koeln. 2008. Wetland change mapping for the U.S. mid-Atlantic region using an outlier detection technique. *Remote Sensing of Environment* 112: 4061-4074.
- Niu, Z., H. Zhang, X. Wang, W. Yao, D. Zhou, K. Zhao, N. Li, H. Huang, C. Li, J. Yang, C. Liu, L. Wang, Z. Li, Z. Yang, F. Qiao, Y. Zheng, Y. Chen, Y. Sheng, X. Gao,

- W. Zhu, W. Wang, H. Wang, Y. Weng, D. Zhuang, J. Liu, Z. Luo, X. Cheng, Z. Guo y P. Gong. 2012. Mapping wetland changes in China between 1978 and 2008. *Chinese Science Bulletin* 57: 2813-2823.
- Ottinger, M., C. Kuenzer, G. Liu, S. Wang y S. Dech. 2013. Monitoring land cover dynamics in the Yellow River Delta from 1995 to 2010 based on Landsat 5 TM. *Applied Geography* 44: 53-68.
- QGIS Development Team. 2015. QGIS 2.8 Wien. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Recuperado a partir de <http://www.qgis.org>
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. Recuperado a partir de <http://www.r-project.org/>
- Ramachandra, T. V., R. Rajinikanth y V. G. Ranjini. 2005. Economic valuation of wetlands. *Journal of Environmental Biology* 26: 439-447.
- Ramírez, F., T. L. Davenport y J. Kallarackal. 2013. Bogotá's Urban Wetlands: Environmental Issues. Pp. 1-8. En: G. Lavigne & C. Cote (Eds.). Colombia: Social, Economic and Environmental Issues. Nova Science Publishers.
- Rebelo, L. M., C. M. Finlayson y N. Nagabhatla. 2009. Remote sensing and GIS for wetland inventory, mapping and change analysis. *Journal of Environmental Management* 90: 2144-2153.
- Ricaurte, L. F., J. Gutiérrez, S. M. Borja, J. Cepeda-Valencia, L. J. Arroyave, M. H. Olaya-Rodríguez, y D. Lara. 2014. Evaluación y mapeo de los impulsores de cambio directos sobre los humedales a escala 1:100.000 en las cuencas priorizadas por el Fondo Adaptación. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 100 pp.
- Rodríguez-Eraso, N., D. Armenteras-Pascual y J. R. Alumbrosos. 2013. Land use and land cover change in the Colombian Andes: dynamics and future scenarios. *Journal of Land Use Science* 8: 154-174.
- Semana. 2015. Destrucción de la Ciénaga Grande no se detiene. *Revista Semana*. Recuperado a partir de <http://www.semana.com/nacion/articulo/destruccion-de-la-cienaga-grande-no-se-detiene/423477-3>
- Sheng, S., C. Xu, S. Zhang, S. An, M. Liu y X. Yang. 2012. Hot spots of wetland vegetation reduction in relation to human accessibility: Differentiating human impacts on natural ecosystems at multiple scales. *Environmental Earth Sciences* 65: 1965-1975.
- SIAC. 2015. Mapa de Coberturas Nacionales. Recuperado 29 de abril de 2015, a partir de <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=905&conID=1450>
- Song, K., J. Zhao, W. Ouyang, X. Zhang y F. Hao. 2010. LUCC and landscape pattern variation of wetlands in warm-rainy Southern China over two decades. *Procedia Environmental Sciences* 2: 1296-1306.
- Song, G., C. Fu y E. Yong. 2011. The analysis of ecosystem service value's change in Yueqing Bay wetland based on RS and GIS. *Procedia Environmental Sciences* 11: 1365-1370.
- Superintendencia de Sociedades. 2013. Desempeño del sector de minería e hidrocarburos 2008 - 2012. Informe técnico. Superintendencia de Sociedades. Bogotá D.C., Colombia. 32 pp.
- Turner, R. K., J. C. J. M. van den Bergh, T. Soderqvist, A. Barendregt, J. van der Straaten, E. Maltby y E. C. van Ierland. 2000. Ecological-economic analysis of wetlands: Scientific integration for management and policy. *Ecological Economics* 35: 7-23.
- Vilardy, S. P., J. A. González, B. Martín-López y C. Montes. 2011. Relationships between hydrological regime and ecosystem services supply in a Caribbean coastal wetland: a social-ecological approach. *Hydrological Sciences Journal* 56: 1423-1435.
- Vilardy, S. P., Ú. Jaramillo, C. Flórez, J. Cortés-Duque, L. Estupiñán, J. Rodríguez, O. Acevedo, W. Samacá, A. C. Santos, 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 (1ª ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 100 pp.
- Wang, Y., J. Knight, L. P. Rampi y R. Cao. 2014. Mapping wetland change of Prairie Pothole region in Bigstone County from 1938 year to 2011 year. Pp. 4343-4346. En: IEEE (Ed.). 2014 IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium Quebec City, QC, Canadá.
- Wielgus, J. y A. M. Franco. 1997. Development pressures on waterbird habitat in high-Andean wetlands. En W. (Giesen (Ed.), Wetlands International. *Wetlands, Biodiversity and Development* 1: 2-78.
- Yu, Y., A. Suo y N. Jiang. 2011. Response of ecosystem service to landscape change in Panjin coastal wetland. *Procedia Earth and Planetary Science* 2: 340-345.
- Yuan, H. y R. Zhang. 2010. Changes in wetland landscape patterns on Yinchuan Plain, China. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 17: 236-243.
- Yuan, L. H., W. G. Jiang, Z. L. Luo, X. H. He y Y. H. Liu. 2014. Analysis of wetland change in the Songhua River Basin from 1995 to 2008. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 17: 012125.

- Zedler, J. B. y S. Kercher. 2005. Wetland Resources: Status, Trends, Ecosystem Services, and Restorability. *Annual Review of Environment and Resources* 30: 39-74.
- Zhang, R., C. Tang, S. Ma, H. Yuan, L. Gao, y W. Fan. 2011. Using Markov chains to analyze changes in wetland trends in arid Yinchuan Plain, China. *Mathematical and Computer Modelling* 54: 924-930.
- Zhao, H., B. Cui, H. Zhang, X. Fan, Z. Zhang y X. Lei. 2010. A landscape approach for wetland change detection (1979-2009) in the Pearl River Estuary. *Procedia Environmental Sciences* 2 (5): 1265-1278. doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.137

Jorge E. Patiño
Grupo “Research in Spatial Economics”
Universidad EAFIT
Medellín, Colombia.
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt
jpatinoq@eafit.edu.co

Análisis espacial cuantitativo de la transformación de humedales continentales en Colombia

Cítese como: Patiño, J. E. 2016. Análisis espacial cuantitativo de la transformación de humedales continentales en Colombia. *Biota Colombiana* 17 (Suplemento 1 - Humedales): 85-105. DOI: 10.21068/c2016s01a05

Recibido: 14 de mayo de 2015
Aprobado: 20 de febrero 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⁻¹.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Expresé los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53''N-56°28'53''O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l.).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

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

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)

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⁻¹.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to separate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53"N-56°28'53"W. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.

- When quoting references in the text mentioned author's last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- ABSTRACT: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- KEY WORDS: six key words maximum, complementary to the title.

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

www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

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

¿Qué es un artículo de datos?

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

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

Un artículo de datos debe describir de la mejor manera posible el quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo de la toma y almacenamiento de los datos, sin llegar a convertirse en el medio para realizar un análisis exhaustivo de los mismos, como sucede

en otro tipo de publicaciones académicas. Para profundizar en este modelo de publicación se recomienda consultar a Chavan y Penev (2011)².

¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

Manuscritos que describan conjuntos de datos primarios y originales que contengan registros biológicos (captura de datos de la presencia de un(os) organismo(s) en un lugar y tiempo determinados); información asociada a ejemplares de colecciones biológicas; listados temáticos o geográficos de especies; datos genómicos y todos aquellos datos que sean susceptibles de ser estructurados con el estándar *Darwin Core*³ (DwC). Este estándar es utilizado dentro de la comunidad de autores que publican conjuntos de datos sobre biodiversidad para estructurar los datos y de esta manera poder consolidarlos e integrarlos desde diferentes fuentes a nivel global. No se recomienda someter manuscritos que describan conjuntos de datos secundarios, como por ejemplo compilaciones de registros biológicos desde fuentes secundarias (p.e. literatura o compilaciones de registros ya publicados en redes como GBIF o IABIN).

Preparación de los datos

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

¹ 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>.

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

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

Preparación del manuscrito

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

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1. Solicite al correo sib+iac@humboldt.org.co el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.
2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato “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, indicando que ha finalizado la edición del manuscrito. Adicionalmente adjunte la plantilla de Excel con los datos estructurados (elimine todas las columnas que no utilizó). El EC-SiB realizará correcciones y recomendaciones finales acerca de la estructuración de los datos y dará las instrucciones finales para que usted proceda a someter el artículo.

Someter el manuscrito

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

Recuerde adjuntar:

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

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

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

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
TÍTULO	Derivado del elemento título .
AUTORES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas .
AFILIACIONES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas . De estos elementos, la combinación de organización, dirección, código postal, ciudad, país y correo electrónico , constituyen la afiliación.
AUTOR DE CONTACTO	Derivado de los elementos creador del recurso y proveedor de los metadatos.
CITACIÓN	Para uso de los editores.
CITACIÓN DELE RECURSO	Derivada del elemento referencia del recurso .
RESUMEN	Derivado del elemento resumen . Máximo 200 palabras.
PALABRAS CLAVE	Derivadas del elemento palabras clave . Máximo seis palabras.
ABSTRACT	Derivado del elemento abstract . Máximo 200 palabras.
KEY WORDS	Derivadas del elemento key words . Máximo seis palabras.
INTRODUCCIÓN	Derivado del elemento propósito (de las secciones Introducción y Antecedentes). Se sugiere un breve texto para introducir las siguientes secciones. Por ejemplo, historia o contexto de la colección biológica o proyecto en relación con los datos descritos, siempre y cuando no se repita información en las subsecuentes secciones.
Datos del proyecto	Derivada de los elementos de la sección Datos del proyecto: título, nombre, apellido, rol, fuentes de financiación, descripción del área de estudio y descripción del proyecto .
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: descripción, nombre científico, nombre común y categoría .
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: descripción, latitud mínima, latitud máxima, longitud mínima, longitud máxima .
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: tipo de cobertura temporal .
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: nombre de la colección, identificador de la colección, identificador de la colección parental, método de preservación de los especímenes y unidades curatoriales .
MATERIAL Y MÉTODOS	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: área de estudio, descripción del muestreo, control de calidad, descripción de la metodología paso a paso .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derivado de los elementos de las secciones Discusión y Agradecimientos, contiene información del formato de los datos y metadatos: nivel de jerarquía, fecha de publicación y derechos de propiedad intelectual .
DISCUSIÓN	Se deriva del elemento discusión . Un texto breve (máximo 500 palabras), que puede hacer referencia a la importancia, relevancia, utilidad o uso que se le ha dado o dará a los datos en publicaciones existentes o en posteriores proyectos.
AGRADECIMIENTOS	Se deriva del elemento agradecimientos .
BIBLIOGRAFÍA	Derivado del elemento bibliografía .

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

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

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

Guidelines for authors - Data Papers

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

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

What is a Data Paper?

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

A data paper contains the basic sections of a traditional scientific paper. However, these are structured according to an international standard for metadata (information that gives context to the data)

known as the *GBIF Metadata Profile* (GMP)⁵. 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)⁶.

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

⁵ 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.

⁶ 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*⁷ (DwC). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

Dataset preparation

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

Manuscript preparation

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

Steps required for the manuscript preparation:

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

- In ASSOCIATED PARTIES include only those who are not listed in BASIC INFORMATION.
 - PROJECT DATA and COLLECTION DATA are optional depending on the data type. When using these sections extend or complement information already provided, i.e. do not repeat the same information describing the **description** (GEOGRAPHIC COVERAGE) in the **study area description** (PROJECT DATA).
 - Likewise, in SAMPLING METHODS, you must expand or complete the information, not repeat it. The information in **study extent** should give a specific context of the sampling methodology.
 - It is essential to document the **quality control** in SAMPLING METHODS. Here you should describe what tools or protocols were used to ensure the quality and consistency of data structured with DwC standard.
 - To create the **resource citation** in the CITATIONS section, follow one of the two formats proposed (Annex 2). Do not fill out the **citation identifier**, this will be provided later by the EC-SiB.
 - To include the manuscript bibliography in **citations**, enter each of the citations individually, adding a new citation each time by clicking in the bottom left.
4. Check that the format of the information provided meets the guidelines of the journal (e.g. abbreviations, units, number formatting, etc.) in the *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.
 5. Once included and verified all information in the writing tool, notify to EC-SiB at sib+iac@humboldt.org.co, indicating that you have finished editing the manuscript. Additionally attach the Excel template with structured data (remove all columns that were not used). The EC-SiB will perform corrections and final recommendations about the structure of the data and give you the final instructions to submit the paper.

Submit the manuscript

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

Remember to attach:

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

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

⁷ 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 title element.
AUTHORS	Derived from the resource creator , metadata provider , and associated parties elements.
AFFILIATIONS	Derived from the resource creator , metadata provider and associated parties elements. From these elements combinations of organization , address , postal code , city , country and email constitute the affiliation .
CORRESPONDING AUTHOR	Derived from the resource contact , metadata provider elements.
CITATION	For editors use.
RESOURCE CITATION	Derived from the resource citation element.
RESUMEN	Derived from the resumen element. 200 words max.
PALABRAS CLAVE	Derived from the palabras clave element. 6 words max.
ABSTRACT	Derived from the abstract element. 200 words max.
KEY WORDS	Derived from the key words element. 6 words max.
INTRODUCTION	Derived from the purpose (Introduction and Background section). A short text to introduce the following sections is suggested. For example, history or context of the biological collection or project related with the data described, only if that information is not present in subsequent sections.
Project data	Derived from elements title , personnel first name , personnel last name , role , funding , study area description , and design description .
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: description , scientific name , common name and rank .
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: description , west , east , south , north .
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: temporal coverage type .
Collection data	Derived from the collection data elements: collection name , collection identifier , parent collection identifier , specimen preservation method and curatorial units .
MATERIALS AND METHODS	Derived from the sampling methods elements: study extent , sampling description , quality control and step description .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata: hierarchy level , date published and ip rights .
DISCUSSION	Derived from the discussion element. A short text (max 500 words), which can refer to the importance, relevance, usefulness or use that has been given or will give the data in the published literature or in subsequent projects.
ACKNOWLEDGMENTS	Derived from the acknowledgments element.
BIBLIOGRAPHY	Derived from the citations element.

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

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

Here two formats are suggested; however you can consult other formats established by GBIF⁸.

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

⁸ 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

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
Guía para autores. Guidelines for authors	120