

---

# La integridad biológica como herramienta de valoración cuantitativa del estado de conservación del bosque seco en Colombia

Biological integrity as a tool for quantitative assessment of the conservation status of dry forest in Colombia

Wilmar Bolívar-García, Alan Giraldo y Ángela M. González-Colorado

---

## Resumen

El bosque seco tropical es un ecosistema críticamente amenazado en Colombia y se requiere incrementar el conocimiento sobre su dinámica, funcionamiento y salud, con el propósito de delinear estrategias de manejo para su conservación. En este trabajo se utilizó el Índice de Integridad Biológica (IIB) como herramienta analítica para establecer el estado de conservación de los fragmentos de bosque seco y ecosistemas naturales transformados en una localidad del valle medio del río Magdalena, Colombia. Se construyó un IIB de ocho niveles considerando atributos de composición, estructura y función del ecosistema, así como de biodiversidad y conectividad. En el área de estudio se registraron 615 especies de flora y fauna, de las cuales 10 se encuentran catalogadas en algún nivel de amenaza por la UICN. De acuerdo con el IIB, la zona de bosque fue clasificada como hábitat en estado regular, mientras que la zona silvopastoril sin manejo fue catalogada como hábitat en estado crítico y la zona de minería como hábitat en estado pobre. En conclusión, los grupos taxonómicos seleccionados representaron adecuadamente el grado de perturbación local y el IIB establecido podría ser utilizado como herramienta de análisis del estado de conservación de los fragmentos de bosque seco en Colombia.

**Palabras clave.** Bosque Tropical. Conectividad. Ecología del paisaje. Valle del Magdalena. Vulnerabilidad.

## Abstract

Tropical dry forest is a critically endangered ecosystem in Colombia and more information is required about its dynamics, functioning and health to create effective management strategies for conservation. In this study, we use the index of biological integrity as an analytical tool to establish the conservation status of dry forest fragments and transformed natural landscapes in the middle sector of the Magdalena River Valley. An eight level index of biological integrity was established, associated with attributes of composition, structure and ecosystem function, and biodiversity and connectivity within landscape units. 615 species of flora and fauna were recorded in the study area, of which 10 are cataloged by IUCN in some level of threat. The results of the IIB classify the fragment of dry forest as in fair condition, while the silvopastoril system without management was listed as a critical habitat and the sector with mining activity was listed as a habitat in poor condition. In conclusion, the ecological attributes of the selected taxonomic groups adequately represented the degree of local disturbance and the IIB established could be used as a tool for analysis of the conservation status of the dry forests fragments in Colombia.

**Key words.** Connectivity. Landscape. Magdalena Valley. Tropical Forest. Vulnerability.

## Introducción

El bosque seco tropical en Colombia, con un total de 720.000 hectáreas en todo el país, presenta un alto grado de fragmentación, correspondiendo las coberturas boscosas existentes a pequeños relictos en medio de matrices de otros usos. Incluso, en la mayoría de las zonas del país en donde persisten coberturas de bosque seco, estas corresponden a vegetación ribereña con poca conectividad (García *et al.* 2014). Bajo este escenario, es necesario incrementar los esfuerzos de investigación no solo para conocer la composición de la flora y fauna presente, sino establecer la dinámica, funcionamiento y estado de conservación de los fragmentos que aún persisten (Vargas y Ramírez 2014).

Para este propósito, diferentes grupos biológicos han sido propuestos como indicadores de cambios en la calidad e integridad biológica de un hábitat y, por ende, han sido utilizados como elementos para determinar el cambio en la estructura y función de los ecosistemas (Welsh y Ollivier 1998, Carignan y Villard 2002, Savilaakso *et al.* 2015). Entre los grupos taxonómicos que tradicionalmente han sido utilizados como indicadores biológicos se destacan las plantas, escarabajos estercoleros, invertebrados bentónicos, mariposas diurnas, anfibios, peces, aves y mamíferos (Carignan y Villard 2002). Sin embargo, generalmente se realiza el seguimiento temporal de una sola especie o grupo taxonómico como elemento indicador, por lo que el resultado obtenido solamente representará las condiciones del entorno asociadas al estrecho margen de elementos ecológicos utilizados por el indicador biológico seleccionado en un determinado hábitat (Landres *et al.* 1988, Medellín *et al.* 2000, Bryce *et al.* 2002, Medeiros y Torezan 2013, Oliveira-Junior *et al.* 2015).

De acuerdo con Simberloff (1998) y Dale y Bayeler (2001) el uso de una sola especie o grupo taxonómico como indicador biológico no permite generar la información técnica que se requiere para interpretar la dinámica o la respuesta de un ecosistema completo. Por esta razón, ha sido propuesto el uso de manera

simultánea de un mayor número de especies indicadoras en las investigaciones de integridad biológica y estado de conservación de los ecosistemas, de tal manera que se pueda fortalecer las estrategias de gestión de una localidad (Carignan y Villard 2002, Jørgensen *et al.* 2010, Lindenmayer y Likens 2011).

La formulación de indicadores de integridad biológica o del cambio de las condiciones de calidad de los ecosistemas basados en ensambles de grupos biológicos en coberturas naturales y transformadas ha sido impulsado desde el año 2005 por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM) (Welsh y Ollivier 1998, Simon *et al.* 2000, Borja *et al.* 2008, Vélez-Restrepo y Gómez-Sal 2008, Córdoba-Avalos *et al.* 2009). Estas investigaciones han prestado atención a los ecosistemas humanizados y a la particularidad de que algunos de ellos hayan logrado un nivel notable de autonomía ecológica, compatible con valores naturales y con la prestación continua de servicios para el bienestar humano (Vélez-Restrepo y Gómez-Sal 2008). Sin embargo, estos indicadores han sido generados con éxito principalmente para ecosistemas o regiones en las que el conocimiento de los aspectos biológicos y ecológicos de las especies presentes es amplio.

En términos generales, la construcción y formulación de un Índice de Integridad Biológica (IIB) se basa en supuestos y evidencias que exponen la interacción entre la actividad humana y los atributos biológicos de un sitio, los cuales se obtienen a través del monitoreo y análisis espacio-temporal de la interacción (Córdoba-Avalos *et al.* 2009). Es a partir de la información suministrada por estos análisis, que los IIBs miden la proporción en la cual la biota se ha desviado de un estado poco o nada intervenido por los humanos o desde un sistema menos alterado. Por lo tanto, las actividades humanas se convierten en un elemento importante del proceso de medición, lo que abre nuevas perspectivas para el análisis de integridad en los ecosistemas naturales (Vélez-Restrepo y Gómez-Sal 2008).

En este trabajo, se presentan los resultados de la implementación de un análisis de integridad biológica para un fragmento de bosque seco tropical del Magdalena medio colombiano, considerando el componente vegetal, diferentes grupos biológicos de vertebrados y las actividades humanas que se han desarrollado en la localidad. Se propone utilizar esta aproximación como herramienta práctica para establecer una medida cuantitativa del estado de conservación de los remanentes bosque seco en Colombia, de tal manera que se pueda consolidar una medida unificada de integridad que permita priorizar las acciones de conservación.

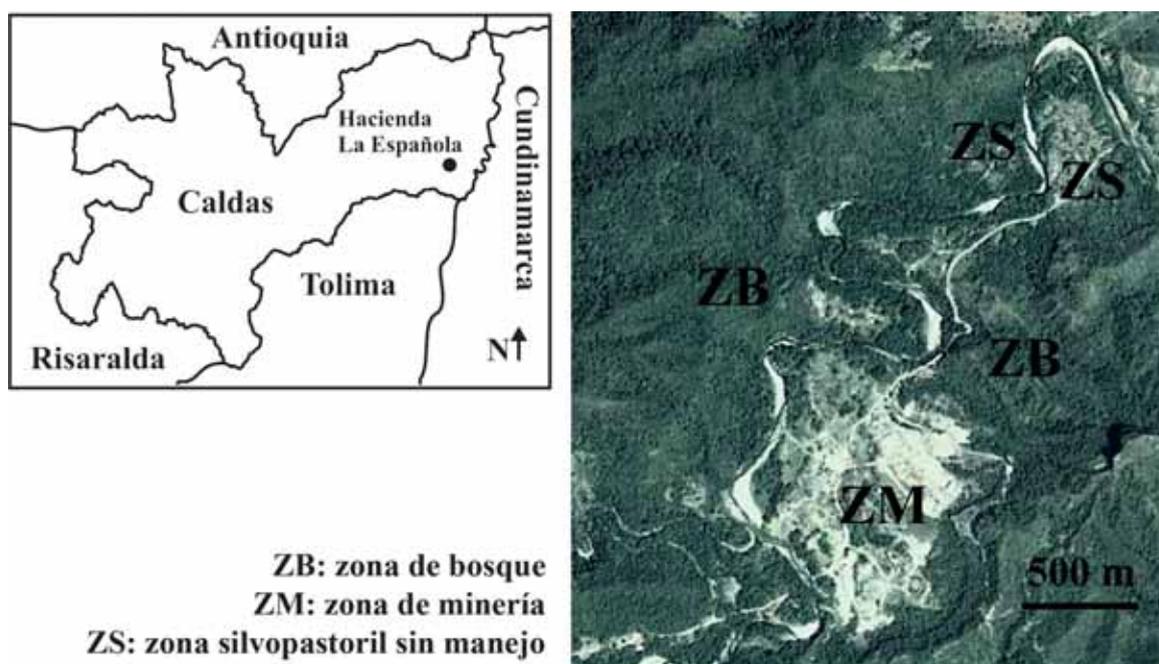
## Material y métodos

### Área de estudio

El estudio se desarrolló en un área de 413 ha, en predios de la hacienda La Española, entre los municipios de La Dorada y Victoria en el departamento de Caldas, Colombia (5°22'2,6"N-74°47'36,6"O, 255 m s.n.m.), que de acuerdo con Espinal y Montenegro (1963),

corresponde a la zona de vida Bosque seco tropical (bs-T) del valle del río Magdalena (Figura 1). La temperatura ambiente durante el año varía entre 26,8 °C (octubre) y 28,3 °C (agosto). La precipitación es de tipo bimodal, con máximos registros en abril (230 mm) y octubre (310 mm/mes), y dos periodos de menor precipitación en enero (56 mm/mes) y julio (80 mm/mes) (<http://en.climate-data.org/location/190076/>). La fuente principal de agua en la zona de estudio es el río Purnio, el cual nace en las inmediaciones de La Victoria (Caldas) y desemboca después de 35 km de recorrido en el río Magdalena, cerca de La Dorada (Caldas) (Corpocaldas 2001).

Para realizar el análisis de integridad biológica se diferenciaron tres unidades de paisaje en la zona de estudio: una zona boscosa (ZB), una zona con actividad minera (ZM) y una zona silvopastoril sin manejo (ZS) (Figura 2). Las condiciones florísticas y ambientales en las unidades de paisaje seleccionadas, durante el periodo en el que se realizó el presente estudio, están descritas ampliamente en Vargas-



**Figura 1.** Ubicación de la hacienda La Española en el departamento de Caldas, indicando la posición de las tres unidades de paisaje establecidas en la zona de estudio. Fuente Google Earth Pro ®. Imagen: CNES/Astrium. Fecha: febrero 15 de 2016. Altura: 3 km. Imagen centrada en 5° 22' 21,34" N – 74° 47' 37,77" W.



**Figura 2.** Panorámica de las unidades de paisaje establecidas en la Hacienda La Española para el desarrollo del estudio de integridad biológica. A) Zona de bosque (ZB). B) Zona silvopastoril sin manejo (ZS). C) Zona de minería (ZM).

Figuroa *et al.* (2016). En términos generales la zona boscosa (ZB) presentó vegetación arbórea y arbustiva con sitios de sotobosque parcialmente formado, hasta sitios con ausencia de un dosel y presencia de herbáceas heliófitas. En esta zona se identificaron varios cursos de agua que desembocan al río Purnio, siendo la temperatura media del aire de 29,3 °C, el porcentaje de humedad relativa medio de 74,0 % y la humedad media del suelo de 17,63 %. En la zona de actividad minera (ZM) el suelo estuvo totalmente desprovisto de vegetación, aunque en algunas cárcavas y bordes de caminos se ha desarrollado vegetación tipo arbustiva combinada con árboles de porte bajo a medio y algunos árboles aislados de porte alto, de crecimiento rápido. Además, se encontraron algunos crecimientos de pastizales inundables y pequeños cuerpos de agua que son utilizadas como piscinas de sedimentación en el proceso de extracción del material de arrastre. En esta zona la temperatura media del aire fue de 32,13 °C, el porcentaje de humedad relativa media fue de 67,0 % y el porcentaje de humedad media del suelo fue del 15,6 %. La zona silvopastoril sin manejo (ZS) estuvo conformada por un cultivo de palma de vino (*Attalea butyracea*, Arecaceae) aparentemente abandonado, mezclado con sitios de rastrojos bajos y altos de especies en su mayoría pioneras, y pequeños parches de bosque, con colonización invasiva de varias lianas de las familias Bignoniaceae y Sapindaceae. En esta zona la temperatura media fue de 31,35 °C, el porcentaje medio de humedad relativa fue de 73,2 % y la humedad media del suelo fue del 16,0 %.

### Métodos de campo

Se realizaron cuatro jornadas de muestreo biológico considerando los periodos de precipitación descritos para la zona, con el propósito de incluir en la información biológica posibles variaciones asociadas a las condiciones climáticas locales. Se realizaron dos jornadas de muestreo durante un periodo de alta precipitación (abril y mayo 2014) y dos jornadas de muestreo durante un periodo de menor precipitación (julio y agosto 2014). Cada jornada de muestreo tuvo una duración de 10 días, durante las cuales se realizó

en cada unidad de paisaje un inventario florístico, se estableció el porcentaje de cobertura vegetal y se realizaron registros estandarizados de abundancia de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos siguiendo técnicas estándar de muestreo.

El inventario florístico incluyó árboles, arbustos, lianas, y hierbas (incluyendo bejuco y hierbas acuáticas). Se siguió el método propuesto por Gentry (1982) con la modificación propuesta por Villarreal *et al.* (2004), realizando 20 trayectos de 50 x 2 m distribuidos al azar en cada una de las unidades de paisaje. En el caso de las especies leñosas, se registraron todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mínimo de 1 cm medido a 1,3 m desde la superficie del suelo. Se registró la altura total y el hábito de crecimiento para cada individuo. Para el muestreo de las hierbas terrestres se ubicaron cinco cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> cada 10 m dentro de cada trayecto y estableció el porcentaje de cobertura de cada especie vegetal tomando el trayecto como unidad de referencia.

Para realizar el muestreo de peces se utilizó el método de pesca eléctrica (modificado de Zamora *et al.* 2009) en las zonas donde la profundidad del cuerpo de agua fue menor a 1 m. Cuando la profundidad fue mayor a 1 m se utilizaron artes de pesca complementarias como chinchorro, atarraya, trasmallo y anzuelos. Los puntos de muestreo se ubicaron a lo largo del paso del río Purnio por el área de estudio, además en quebradas que drenan sus aguas al río y lagunas de sedimentación formadas en la zona de extracción de material de arrastre. La pesca eléctrica se realizó en 10 tramos de 100 m de longitud trazado sobre el cauce del río o quebrada, empezando desde la zona baja y haciendo el recorrido corriente arriba. El método de captura se estandarizó realizando faenas de 10 minutos al cabo de los cuales se detenía la electropesca para revisar la nasa y sacar los individuos capturados. Se realizaron tantas faenas como fueron necesarias hasta completar el recorrido de la distancia trazada y, luego, se relacionó con el tiempo total empleado. Para la pesca con chinchorro en lagunas y pozos se realizó un arrastre con una red de 4 m de largo, 1,5 m de alto y ojo de malla de 5 mm, se hicieron tres

arrastres por laguna o pozo. El muestreo con atarraya fue estandarizado a 10 lances por pozo, los anzuelos fueron estandarizados a 3 horas de pesca con anzuelo, por tres anzuelos en cada pozo. El trasmallo fue usado solo en tres pozos donde se dejó por 4 horas durante la noche.

Para el muestreo de anfibios y reptiles se realizaron trayectos limitados por distancia y tiempo, y se utilizaron trampas de caída y trampas cangrejeras. Los trayectos recorridos tuvieron una longitud de 300 m y un ancho de detección de 5 m. Se realizaron los recorridos en jornadas diurnas y nocturnas usando el método de relevamiento por encuentro visual (VES), abarcando así un área de 1.500 m<sup>2</sup> entre las 08:00 y 12:00 y las 18:00 a 22:00 horas. El método de trampas de caída consistió en combinar dos tipos de trampas en un solo montaje. Se usaron tres baldes de plástico de 74 l enterrados en el suelo en línea recta con la boca hacia la superficie en intervalos de 7,5 m. En el espacio disponible entre cada balde, se instaló un cercado con tela con una longitud total de 15 m, la cual pasaba encima del área abierta de cada balde cumpliendo la función de barrera para direccionar los individuos en su desplazamiento hacia las trampas de caída. En cada unidad de paisaje se realizó el montaje de sistema de trampa de caída, el cual fue abierto entre las 08:00 y 12:00 y las 18:00 a 22:00 horas. Además, se ubicaron 13 trampas cangrejeras para la captura de tortugas en los charcos presentes en las diferentes unidades de paisaje, cebadas con una mezcla de atún y sardinas, siendo remplazado cada 12 horas.

Para realizar el registro de aves, se usó el método de trayectos por puntos, definiendo de seis a ocho puntos de observación de aves con un radio de 30 metros y una distancia mínima de 80 metros entre ellos. Los registros visuales se complementaron con registros visuales de oportunidad y registros auditivos realizados durante 10 a 20 minutos en cada día de observación. Además, se instalaron ocho redes de niebla de 12 x 2,5 m cada una, por unidad de paisaje para realizar la captura de especies de difícil observación. Las redes fueron abiertas entre las 6:00 y las 10:00 horas y las 16:00 y 18:00 horas.

El muestreo de mamíferos incluyó el uso de redes de niebla, trampas cámara, trampas Sherman, trampas Havaharth, observación de rastros y búsqueda directa de individuos. Para el muestreo con redes de niebla se utilizaron diez redes de 12 x 2,5 m cada una, estas redes se ubicaron en lugares apropiados para la captura de murciélagos, como claros de bosque, sotobosque, senderos y cruce de ríos (Pérez-Torres 2000). Las redes permanecieron abiertas desde las 18:00 hasta las 24:00 horas y fueron revisadas cada hora. Se instalaron tres trampas cámara durante 36 días efectivos. Cada estación de trampa cámara estuvo compuesta por una cámara ubicada sobre un árbol a una altura promedio de 50 cm, las estaciones fueron distribuidas a lo largo de caminos dentro de la vegetación entre 1 y 3 km de senda, esta distancia en cada unidad de paisaje dependió de la cobertura, igualmente en todos los casos las estaciones fueron espaciadas garantizando la independencia de los registros.

Se dispusieron 48 trampas Sherman (10 x 10 x 30 cm) y 20 trampas Havahart en cada unidad de paisaje, a lo largo de un trayecto de 600 m en donde, cada 30 m se instaló una estación de trapeo compuesta por una trampa Havahart y una o dos trampas Sherman. Las trampas fueron instaladas en microhábitats a nivel del suelo, como bases de troncos en descomposición, troncos huecos, árboles caídos, entre hojarasca, matorrales, grietas y cerca de cursos de agua; y se cebó con cebo dulce y salado cada 24 horas. Para registrar especies de mamíferos elusivos, se realizaron jornadas de búsqueda intensiva de huellas y rastros a lo largo de los caminos de movilización identificados en cada unidad de paisaje. También se registraron todas las evidencias de alimentación o de actividad que permitan establecer la presencia de alguna especie de mamífero, tales como madrigueras, pelos, espinas, cadáveres, huellas, entre otras, siguiendo un protocolo estandarizado a partir de las técnicas descritas por Conroy (1996) y Sánchez *et al.* (2004).

Para cuantificar la representatividad de los muestreos biológicos, se calcularon los estimadores no paramétricos de riqueza de especies de Jackknife 1 para cada grupo taxonómico y se estableció el

porcentaje de riqueza registrada por el esfuerzo de muestreo en función del número total de especies establecido con los estimadores. Cuando el porcentaje de representatividad fue superior al 80 % se consideró que el esfuerzo de muestreo realizado representó adecuadamente la riqueza de especies del grupo taxonómico. De acuerdo con Gotelli y Colwell (2011) y Chao y Chiu (2016), el estimador de Jackknife de primer orden, es apropiado para establecer la riqueza potencial de especies en una localidad cuando se realiza un adecuado esfuerzo de muestreo.

### **Análisis de Integridad Biológica**

Se construyó una matriz de importancia para realizar el análisis y la valoración de los indicadores biológicos establecidos para cada unidad del paisaje. Para este propósito se tuvo en cuenta información primaria generada durante el esfuerzo de muestreo e información secundaria relacionada con los diferentes grupos taxonómicos utilizados. Básicamente los indicadores responden a tres atributos principales: composición, estructura y función, con base en los cuales se definen los valores de estado que alimentará el análisis de integridad biológica.

Se establecieron los valores de estado para la riqueza de especies con base en la representatividad (Tabla 1), el número de hábitats usados por una especie (Tabla 2), la abundancia de individuos de cada especie (Tabla 3), grado de vulnerabilidad de especies con referencia a las categorías de amenaza establecidas por la UICN (Tabla 4) y la exigencia primaria de hábitat (Tabla 5). Para incorporar en el análisis de integridad información relacionada sobre la estructura y funcionalidad espacio-temporal del área de estudio, se utilizaron los indicadores propuestos por Zambrano *et al.* (2003), a partir del número de fragmentos (Tabla 6), área núcleo efectiva (Tabla 7) y conectividad entre fragmentos (Tabla 8), establecidos a partir del análisis de la cartografía de cobertura de tierras de la zona a escala 1:50.000 proporcionada por la Corporación Autónoma Regional de Caldas, utilizando la herramienta computacional Fragstats 3.3® (McGarigal *et al.* 2002).

**Tabla 1.** Valores de estado para el nivel riqueza de especies en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
1	Plantas Mamíferos Anfibios Aves Reptiles Peces	Alta representatividad, entre el 60 y 100% de las especies registradas	3
		Moderada representatividad, entre el 40 y 60 % de las especies registradas	2
		Baja representatividad, entre el 1 y 40 % de las especies registradas	1
		Representatividad nula	0

**Tabla 2.** Valores de estado para el nivel hábitat utilizado por las especies en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
2	Plantas Mamíferos Anfibios Aves Reptiles Peces	Más del 25 % de las especies exclusivas a un tipo de hábitat	4
		Más del 25 % de las especies presentes en dos de los hábitats	2
		Más del 25 % de las especies presentes en los tres hábitats	1
		Ausencia	0

**Tabla 3.** Valores de estado para el nivel abundancia de individuos en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
3	Plantas Mamíferos Anfibios Aves Reptiles Peces	Al menos dos especies raras	4
		Menos del 50 % de las especies son abundantes	2
		Especies abundantes supera el 50 %	1
		Ausencia	0

Para definir la integridad biológica en la zona de estudio se tomó como referencia los valores de estado establecidos para cada indicador considerando cada unidad de paisaje, y se valoró con base en seis categorías de calidad de hábitat como: pobre (0 a 69), estado crítico (70 a 83), aceptable (84 a 97), regular (98 a 111), buena (112 a 124) y muy buena (mayor a 125). Además, se cuantificó el aporte porcentual de cada uno de los niveles de información que fueron

utilizados en la valoración de la integridad biológica de cada unidad de paisaje y el aporte para la valoración de la integridad biológica en la zona de estudio de cada uno de los grupos taxonómicos utilizados como indicador. Finalmente, se realizó un análisis de componentes principales para identificar los niveles de información que podrían generar diferencias en la medida de integridad biológica entre las unidades de paisaje que fueron delimitadas en la zona de estudio.

**Tabla 4.** Valores de estado para el nivel grado de vulnerabilidad de especies en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
4	Plantas Mamíferos Anfibios Aves Reptiles Peces	CR	6
		EN	5
		VU	4
		NT	3
		LC	2
		DD o NA	1
		Ausencia	0

**Tabla 5.** Valores de estado para el nivel exigencias primarias de hábitat en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
5	Plantas	La mayor proporción de especies endozoocoria	5
		La mayor proporción de especies ectozoocoria	4
		La mayor proporción de especies hidrocoria	3
		La mayor proporción de especies anemocoria	2
		La mayor proporción de especies autocooria	1
	Mamíferos	La mayor proporción de especies son carnívoros	5
		La mayor proporción de especies son frugívoros	4
		La mayor proporción de especies son nectarívoro	3
		La mayor proporción de especies son insectívoro	2
		Otros	1

Cont. **Tabla 5.** Valores de estado para el nivel exigencias primarias de hábitat en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
5	Anfibios	Modo reproductivo independiente de agua	4
		Modo reproductivo dependiente de agua lótico	2
		Modo reproductivo dependiente de agua lénticos	1
	Aves	La mayor proporción de especies son frugívoro	4
		La mayor proporción de especies son nectarívoro	3
		La mayor proporción de especies son insectívoro	2
		Otros	1
	Reptiles	Arbóreos	5
		Semiacuático	4
		Terrestre - arbóreo	3
		Fosoriales	2
		Terrestre	1
	Peces	Más del 50 % de los individuos de las especies indicadoras de buena calidad del agua	4
		Entre el 25 y el 50 % de los individuos de las especies indicadoras de buena calidad del agua	2
		Menos del 25 % de los individuos de las especies indicadoras de buena calidad del agua	1
		Ausencia	0

**Tabla 6.** Valores de estado para el nivel número de fragmentos en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Hábitat al cual aplica	Categorías	Valor
6	Zona Bosque Zona Minera Zona Silvopastoril	Entre 4 y 6 fragmentos	3
		Entre 2 y 4 fragmentos	2
		Entre 1 y 2 fragmentos	1
		Ausencia	0

**Tabla 7.** Valores de estado para el nivel área núcleo efectiva en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Hábitat al cual aplica	Categorías	Valor
7	Zona Bosque Zona Minera Zona Silvopastoril	Entre 48,7 y 73,1 ha de Área núcleo efectiva	3
		Entre 24,4 y 48,7 ha de Área núcleo efectiva	2
		Entre 0 y 24,4 ha de Área núcleo efectiva	1
		Ausencia	0

**Tabla 8.** Valores de estado para el nivel conectividad entre fragmentos en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Hábitat al cual aplica	Categorías	Valor
8	Zona Bosque Zona Minera Zona Silvopastoril	Entre 0 y 39,6 m de distancia entre fragmentos	3
		Entre 39,6 y 79,2 m de distancia entre fragmentos	2
		Entre 79,2 y 118,8 m de distancia entre fragmentos	1
		Ausencia	0

## Resultados

Del área total de la zona de estudio, 313,8 ha correspondieron a ZB, 56,6 ha a ZS y 43,2 ha a ZM. Las ZB y ZM están compuestas por un solo fragmento, mientras que ZS la componen seis fragmentos, siendo la mayor área núcleo efectiva la del ZB con 73,1 ha y la distancia promedio entre los fragmentos de la ZS de 118,8 m. Se registraron 615 especies en la zona de estudio para los seis grupos biológicos evaluados (listados de especies alojados en SIB Colombia, IPT Valle: <http://ipt.sibcolombia.net/valle/>) (Figura 3). Del total de especies registradas en la zona de estudio el 51,2 % fueron plantas, mientras que el 25 % fueron especies de aves. Los peces, anfibios, reptiles y mamíferos presentaron un aporte porcentual menores

al 10 % del total de las especies registradas en la zona de estudio. El mayor registro de especies se realizó en la ZB (71,1 % del total de las especies registradas en la zona de estudio), seguido por la ZS (52,2 % del total de las especies registradas en la zona de estudio) y la ZM (49,6 % del total de las especies registradas en la zona de estudio).

El esfuerzo de muestreo realizado en la zona de estudio registró el 83,8 % de la riqueza de especies de plantas esperadas para esta localidad, el 92,6 % de las especies peces, el 88,4 % de las especies de anfibios, el 87,9 % de las especies de reptiles, 88,7 % de las especies de aves y el 88,5 % de las especies

de mamíferos. De las 615 especies registradas en la zona de estudio, solamente 10 especies se encontraban en alguna categoría de amenaza de la UICN (CR-En Peligro Crítico, EN-En Peligro y VU-Vulnerable); cuatro especies de plantas, *Herrania laciniifolia* (CR) (Calderon 1998a), *Astrocaryum malybo* (EN) (Galeano y Bernal 2005), *Cedrela odorata* (EN) (Montero *et al.* 2007) y *Rinorea ulmifolia* (VU) (Calderon 1998b), tres especies de peces, *Prochilodus magdalenae* (VU), *Leporinus muyscorum* (VU), y *Salminus affinis* (VU) (Mojica *et al.* 2012), una especie de ave, *Agamia agami* (VU) (BirdLife International 2012) y dos especies de mamíferos, *Saguinus leucopus* (EN) (Morales-Jiménez *et al.* 2008) y *Aotus griseimembra* (VU) (Morales-Jiménez y Link 2008.).

El tipo de dispersión con mayor porcentaje de ocurrencia en las especies de plantas registradas en la zona de estudio fue la zoocoria (47,6%), seguida de autocoria (20,8%), anemocoria (13,7%) e hidrocoria (1,0%). De estos tipos de dispersión, la zoocoria fue el tipo con mayor porcentaje de ocurrencia en la ZB y la ZS, mientras que la autocoria fue el tipo de reproducción vegetal con mayor porcentaje de ocurrencia en la ZM. Se encontraron tres especies de peces indicadoras de buena calidad de agua, *Chaetostoma fischeri*, *Chaetostoma marginatum* y *Cetopsorhamdia nasus* (Mojica *et al.* 2006). Siendo registrada la mayor abundancia de estas especies indicadoras de buena calidad del agua en la ZB (51,9% del total de peces registrados), seguida ZS (25,9% del total de peces registrados) y ZM (22,2% del total de peces registrados).

El 65% de las especies de anfibios capturadas en la zona de estudio tuvieron modo reproductivo dependiente de cuerpos de agua léntico, mientras que el 17,3% de las especies de anfibios exhibieron modo reproductivo independiente de cuerpos de agua y el 17,2% de las especies exhibieron modos reproductivos dependientes de cuerpos de agua lóticos. Para los reptiles, el tipo de microhábitat con mayor representatividad fue el terrestre (31,0%), seguido de terrestre – arbóreo (24,1%) y arbóreos (17,2%), esta tendencia fue similar en todas las unidades de paisaje.

El 51% de las especies de aves registradas en la zona de estudio fueron insectívoras, mientras que el 20% fueron frugívoras y el 15% carnívoras. La dominancia de aves insectívoras fue una constante en las tres unidades de paisaje evaluadas. Para el grupo de mamíferos la mayor representatividad la tuvieron los frugívoros (36,4%), seguida de carnívoros e insectívoros con el 18,2% del total de las especies registradas. La dominancia de especies insectívoras fue una constante en las tres unidades de paisaje evaluadas.

### Índice de Integridad Biológica (IIB)

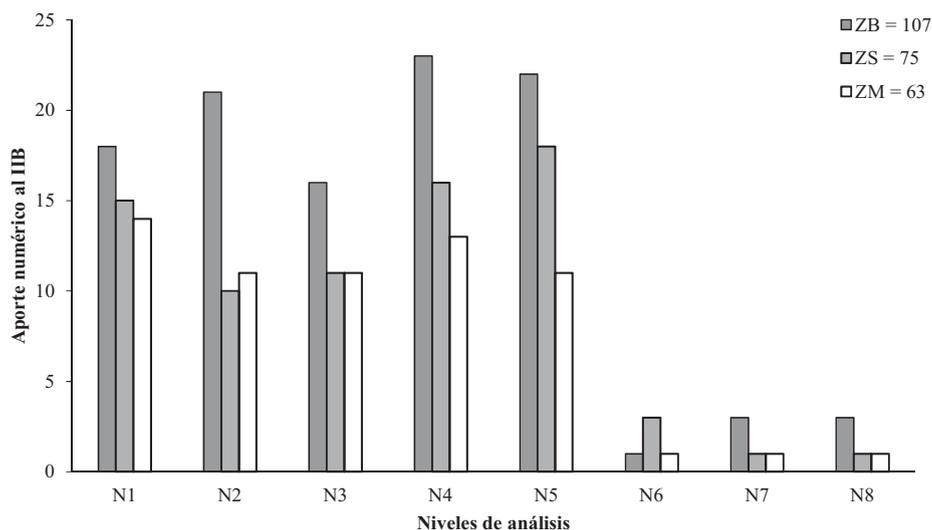
La evaluación de las variables de estado en la matriz de integridad, catalogaron a la ZB como un hábitat regular (107 puntos), la ZS como un hábitat en estado crítico (75 puntos) y ZM como un hábitat pobre (63 puntos). Los estimados para todos los niveles de análisis fueron mayores en la ZB que en la ZS y la ZM, con excepción del número de fragmentos (nivel 6), nivel que tuvo un mayor aporte al IIB en la ZS (Figura 4).

El grupo biológico que más aportó al índice de integridad en ZB fueron las plantas, seguida de mamíferos y anfibios (Figura 4). En ZS, las plantas y los peces aportaron en igual proporción al índice de integridad, seguidos de anfibios, mientras que en la ZM el grupo biológico que mayor aporte hizo al índice de integridad fueron los peces, seguidos de plantas (Figura 5).

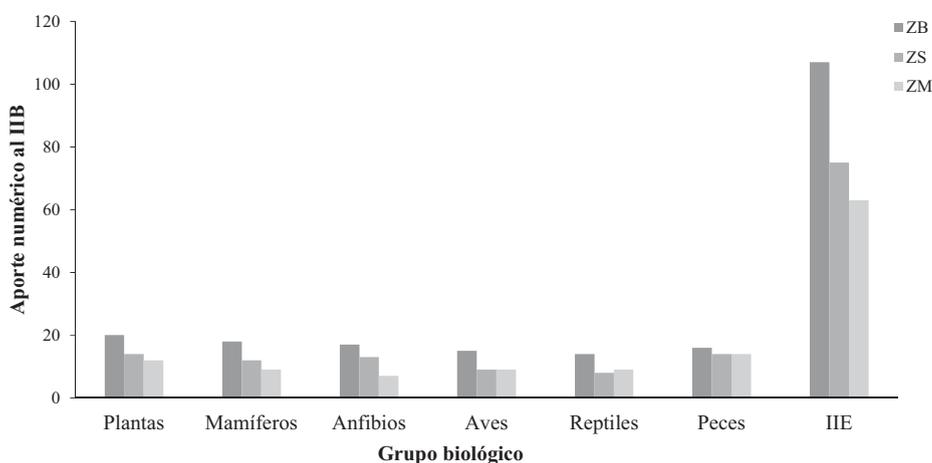
La riqueza de especies (Nivel 1), hábitat utilizado por las especies (número de especies exclusivas en cada hábitat) (Nivel 2) y grado de vulnerabilidad (número de especies en categoría de amenaza Vulnerable, En Peligro y En Peligro Crítico) (Nivel 4), fueron las fuentes de diferencias entre las unidades de paisaje. Particularmente, la información sobre especies exclusivas de plantas (N2PP) y anfibios (N2AA) y la riqueza de especies de anfibios (N1AA), fueron los indicadores biológicos que tuvieron mayor influencia en el estimado del IIB para la ZB (Figura 6).



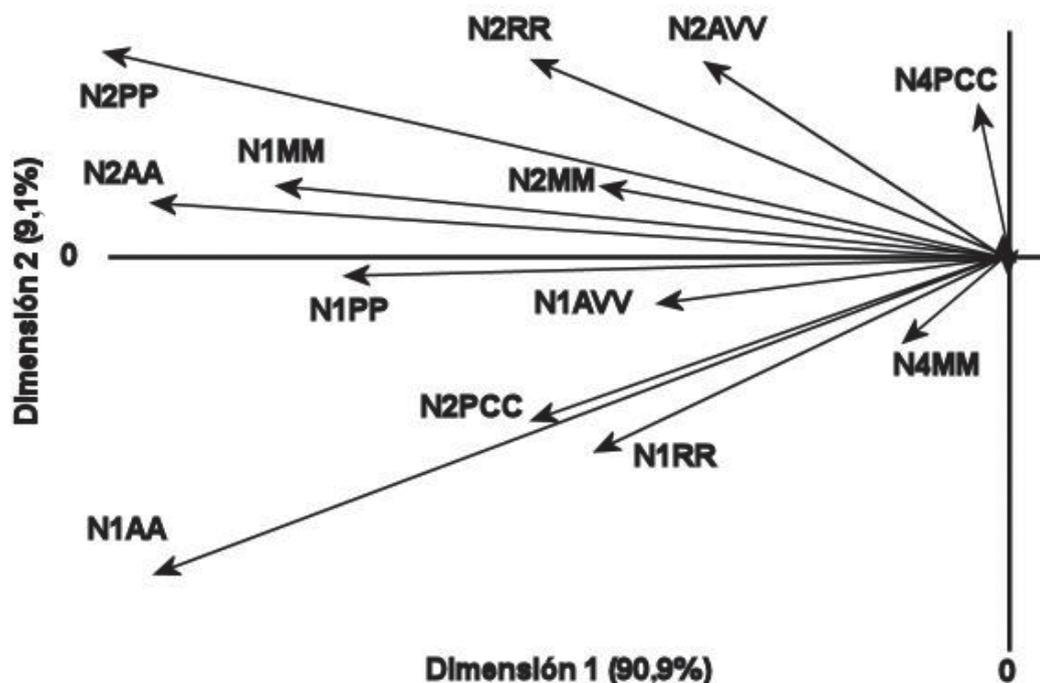
**Figura 3.** Algunas especies de flora y fauna registradas en la Hacienda la Española durante el desarrollo del muestreo. A) *Astrocaryum malybo*; B) *Attalea cohune*; C) *Prochilodus magdalenae*; D) *Pristimantis gaegei*; E) *Chelonoides carbonaria*. F) *Tupinambis teguixin*. G) *Erythrolamprus melanotus*.



**Figura 4.** Aporte numérico de cada nivel de análisis al Índice de Integridad Biológica considerando cada unidad de paisaje establecido en la zona de estudio. Se indica el valor del índice para cada unidad del paisaje. ZB: zona de bosque, ZS: zona silvopastoral sin manejo, ZM: zona de minería.



**Figura 5.** Aporte numérico de cada grupo biológico utilizado como indicador de estado en el análisis de integridad biológica considerando cada unidad de paisaje establecido en la zona de estudio. ZB: zona de bosque, ZS: zona silvopastoral sin manejo, ZM: zona de minería.



**Figura 6.** Aporte a la varianza entre unidades de paisaje de los niveles de riqueza de especie (N1), hábitat utilizado por las especies (N2) y grado de vulnerabilidad (N4). (N1PP = Nivel 1 – Plantas; N1PCC = Nivel 1 – Peces; N1AA = Nivel 1 – Anfibios; N1RR = Nivel 1 – Reptiles; N1AVV = Nivel 1 – Aves; N1MM = Nivel 1 – Mamíferos; N2PP = Nivel 2 – Plantas; N2PCC = Nivel 2 – Peces; N2AA = Nivel 2 – Anfibios; N2RR = Nivel 2 – Reptiles; N2AVV = Nivel 2 – Aves; N2MM = Nivel 2 – Mamíferos; N4PP = Nivel 4 – Plantas; N4PCC = Nivel 4 – Peces; N4AA = Nivel 4 – Anfibios; N4RR = Nivel 4 – Reptiles; N4AVV = Nivel 4 – Aves; N4MM = Nivel 4 – Mamíferos).

### Discusión

El uso de vertebrados como indicadores biológicos fue propuesto inicialmente por Merriam (1898) y Hall y Grinnell (1919) para caracterizar zonas térmicas o zonas de vida. En los años 80, el uso de vertebrados como indicadores biológicos se incrementó de manera notable en la literatura científica, como elementos para evaluar efectos de contaminantes ambientales (Wren 1986), sostenibilidad del hábitat (Verner *et al.* 1986) o calidad del ecosistema (Cairns 1986). Incluso, han sido usados como elementos para generar índices de medición de carácter global, como el índice del planeta viviente (Collen *et al.* 2009).

En la zona de estudio, la mayor riqueza de especies aún permanece en las coberturas boscosas (71,1 % de las especies), lo que confirma su importancia para

la conservación de la biodiversidad local. Aunque la mayoría de especies de los distintos grupos biológicos considerados para el desarrollo del presente trabajo pueden ser clasificadas como especies generalistas, ya que pueden estar presentes en zonas como minería y el sistema silvopastoril sin manejo, la zona de bosque alojó a las especies que tienen mayores requerimientos de hábitat.

De acuerdo con Law y Dickman (1998), la fauna de vertebrados terrestres tiende a utilizar los recursos ofrecidos por diferentes tipos de hábitat que confluyen en una localidad en particular, e incluso el aprovechamiento puede variar temporalmente o ser dependiente de la edad. Sin embargo, el fácil acceso de individuos a hábitat de menor calidad

aledaños a la zona de bosque (e.g. zona de minería o zona silvopastoril sin manejo), podrían promover el desarrollo de una trampa ecológica local (Schlaepfer *et al.* 2005, Robertson *et al.* 2013), condición que podría llegar incluso a eliminar poblaciones localmente (Battin 2004, Rotem *et al.* 2013, Hale *et al.* 2015) y se convierte en un desafío para los planes de manejo y acciones de conservación.

En la zona de estudio, el paisaje estuvo dominado por un fragmento de bosque seco tropical en recuperación de más de 300 ha, cuya presencia estaría promoviendo una alta riqueza de especies de flora y fauna en esta localidad. Ha sido ampliamente demostrado que un hábitat estructuralmente heterogéneo, como el que se observa en un bosque seco, incrementa significativamente la riqueza de especies de flora y fauna presentes en una localidad (Gascon *et al.* 1999, Hill y Hamer 2004, Ruiz *et al.* 2005, Chazdon *et al.* 2007, Hernández-Stefanoni *et al.* 2011).

El uso de un indicador de integridad biológica, como el desarrollado en el presente trabajo, permite con un valor numérico, representar información estandarizada sobre la estructura y composición del hábitat, y la composición, diversidad y función de las especies presentes, la cual puede ser relacionada con la variación natural histórica del ecosistema o las perturbaciones causadas por las actividades humanas (Tierney *et al.* 2009). Incluso, permite hacer un seguimiento a su dinámica, de tal manera que se puedan detectar de manera temprana los momentos de variación espacio-temporal del sistema para identificar las causas potenciales del mismo, y poder generar acciones de respuesta para su mitigación (Karr 1991, Cairns *et al.* 1993, Noss 1999, Dale y Beyeler 2001). Aunque el uso de vertebrados como especies indicadoras ha sido frecuentemente cuestionado (Landres *et al.* 1988, Pearsons 1994, Carignan y Villard 2002, Larsen *et al.* 2009), recientemente, Brown y Williams (2016) destacaron la importancia de los vertebrados como indicadores biológicos en procesos de evaluación de la integridad biológica del ecosistema, calidad del hábitat y procesos de restauración ecológica.

En la zona de estudio los atributos ecológicos de los grupos taxonómicos (plantas y vertebrados) seleccionados como indicadores del estado del ecosistema, estuvieron relacionados con el grado de perturbación de las unidades de paisaje establecidas. Siendo las plantas, anfibios y mamíferos los grupos biológicos que generaron una mayor diferencia en el valor de integridad entre las unidades de paisaje evaluadas, mientras peces, reptiles y aves, aportaron en igual proporción para el estimador de integridad biológico, en todas las unidades de paisaje de la zona de estudio. Particularmente, atributos como riqueza, hábitat utilizado y estado de amenaza de las especies fueron los niveles de análisis que más efecto tuvieron sobre el valor alcanzado por el Índice de Integridad Biológica en la zona de estudio.

De acuerdo con Andreasen *et al.* (2001), un índice de integridad biológico terrestre que incorpore información de diferentes escalas espacio-temporales, esté fundamentado en aspectos de la historia natural de los grupos taxonómicos seleccionados, integre elementos ecológicos terrestres y acuáticos, y sea flexible y medible, como el desarrollado en la presente investigación, sería una herramienta de gran utilidad para los administradores ambientales y tomadores de decisiones. Por lo tanto, análisis de integridad biológica descrito en el presente trabajo para ser usado como referente y herramienta de comparación de la integridad biológica entre diferentes fragmentos de bosque seco del país.

Específicamente, el IIB desarrollado para la hacienda La Española, podría ser utilizado para priorizar localidades del valle del Magdalena o a nivel nacional, en donde persisten fragmentos de bosque seco tropical, y de esta manera direccionar los recursos y acciones de conservación, buscando en el mediano plazo incrementar la representatividad de este tipo de ecosistema en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP. Particularmente, para la región del valle del río Magdalena no se tiene registro en el SINAP de áreas naturales protegidas del orden nacional, regional o reservas de la sociedad civil que incluyan fragmentos de bosque seco tropical (García *et al.* 2014).

## Agradecimientos

John A. Vargas, Angélica M. Prado, Diego F. Córdoba, Carlos Burbano, Luz A. Flórez, Elkin Tenorio, Andrés Quintero-Ángel, Natalia Cuellar, Mario F. Garcés, Juranny M. Astorquiza, Estefanía Alzate, Santiago Arboleda, Eliana Barona, Isabel C. Calle, Natalia Ferro, Natalia Rivera, Andrés Gómez, Mónica Gómez, Cristian A. Hernández, Martín Llano, Rodrigo Lozano, Diana Motta, Laura Obando, Sebastián Orjuela, Juan Pablo Ospina, Jorge Torres, Daniel Vásquez y David A. Velásquez, por su valioso apoyo durante las jornadas de muestreo. A Mario A. Velasco propietario de la hacienda La Española por permitir el desarrollo de esta investigación en su propiedad. Este trabajo se realizó en el marco del proyecto de investigación “Implementación de indicadores biológicos como herramienta para evaluar cambios en la integridad ecológica de los fragmentos de bosque seco tropical en Victoria, La Dorada, Caldas”, co-financiado por la Universidad del Valle, la Corporación Autónoma Regional de Caldas y Ecopetrol a través de la tercera convocatoria nacional a la Biodiversidad - 2013.

## Bibliografía

- Andreasen, J. K., R. V. O'Neill, R. Noss y N. C. Slosser. 2001. Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. *Ecological indicators* 1 (1): 21-35.
- Battin, J. 2004. When good animals love bad habitats: ecological traps and the conservation of animal populations. *Conservation Biology* 18 (6): 1482-1491.
- BirdLife International. 2012. *Agamia agami*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T22697200A40244589. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22697200A40244589.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Borja, A., S. B. Bricker, D. M. Dauer, N. T. Demetriades, J. G. Ferreira, A. T. Forbes, P. Hutchings, J. Xiaoping, R. Kenchington, J. C. Marques y C. Zhu. 2008. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. *Marine Pollution Bulletin* 56: 1519-1537.
- Brown, E. D., y B. K. Williams. 2016. Ecological integrity assessment as a metric of biodiversity: are we measuring what we say we are?. *Biodiversity and Conservation* 25 (6): 1011-1035.
- Bryce, S. A., R. M. Hughes y P. R. Kaufmann. 2002. Development of a bird integrity index: using bird assemblages as indicators of riparian condition. *Environmental management* 30 (2): 294-310.
- Cairns, J. Jr. 1986. The myth of the most sensitive species. *BioScience* 36: 67-72.
- Cairns, J., P. V. McCormick y B. R. Niederlehner. 1993. A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia* 236: 1-44.
- Calderon, E. 1998a. *Herrania laciniifolia*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T38906A10154681. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T38906A10154681.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Calderon, E. 1998b. *Rinorea ulmifolia*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T35991A9967737. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T35991A9967737.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Carignan, V. y M. A. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental monitoring and assessment* 78 (1): 45-61.
- Chao, A. y C-H. Chiu. 2016. Nonparametric estimation and comparison of species richness. *eLS*: 1-11.
- Chazdon, R. L., S. G. Letcher, M. V. Breugel, M. Martínez-Ramos, F. Bongers y B. Finegan. 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 362: 273-289
- Collen, B. E. N., J. Loh, S. Whitmee, L. McRAE, R. Amin y J. E. Baillie. 2009. Monitoring change in vertebrate abundance: the Living Planet Index. *Conservation Biology* 23 (2): 317-327.
- Conroy, M. 1996. Techniques for estimating abundance and species richness. Pp: 177-234. *En*: Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y M. S. Foster (Eds.). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington D. C.
- Córdoba-Avalos, A., J. L. Alcántara-Carbajal, R. Guzmán-Plazola, G. D. Mendoza-Martínez y V. González-Romero. 2009. Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Universidad y ciencia trópico húmedo* 25 (1): 1-22.
- Corpocaldas. 2001. Plan de gestión ambiental regional para Caldas. Corporación Autónoma Regional de Caldas – Corpocaldas. Subdirección de Planeación y Sistemas. Manizales, Caldas. 209 p.
- Dale, V. H. y S. C. Beyeler. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological indicators* 1 (1): 3-10.

- Espinal, S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia: memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, D. C. 220 pp.
- Galeano, G. y R. Bernal. 2005. Palmas. Pp. 59-224. *En*: Calderón, E., G. Galeano y N. García (Eds.). Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, Frailejones y Zamias. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia, Instituto Alexander von Humboldt - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- García, H., G. Corzo, P. Isaacs y A. Etter. 2014. Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: insumos para su gestión. Pp: 229-251. *En*: Pizano, C. y H. García (Eds.) El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C.
- Gascon, C., T. E. Lovejoy, R. O. Bierregaard Jr., J. R. Malcolm, P. C. Stouffer, H. L. Vasconcelos, W. F. Laurance, B. Zimmerman, M. Tocher y S. Borges. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91 (2): 223-229.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84.
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2011. Estimating species richness. Pp. 39-54. *En*: Magurran, A. E. y B. J. McGill (Eds.). Biological diversity: frontiers in measurement and assessment Oxford Press. Oxford, U.K.
- Hale, R., E. A. Treml y S. E. Swearer. 2015. Evaluating the metapopulation consequences of ecological traps. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 282 (1804): 20142930.
- Hall, H. y J. Grinnell. 1919. Life-zone indicators in California. *Proceedings of the California Academy of Science* 9:37-67
- Hernández-Stefanoni, J. L., J. M. Dupuy, F. Tun-Dzul y F. May-Pat. 2011. Influence of landscape structure and stand age on species density and biomass of a tropical dry forest across spatial scales. *Landscape Ecology* 26 (3): 355-370.
- Hill, J. K. y K. C. Hamer. 2004. Determining impacts of habitat modification on diversity of tropical forest fauna: the importance of spatial scale. *Journal of Applied Ecology* 41 (4): 744-754.
- Jørgensen, S. E., L. Xu y R. Costanza. 2010. Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. CRC press, Taylor and Francis, Group. United States of America. 467 pp.
- Karr, J. R. 1991. Biological integrity: a long neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications* 1:66-84.
- Larsen, F. W., J. Bladt y C. Rahbek, 2009. Indicator taxa revisited: useful for conservation planning? *Diversity and Distributions* 15 (1): 70-79.
- Landres, P. B., J. Verner y J. W. Thomas. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation biology* 2 (4): 316-328.
- Law, B. S. y C. R. Dickman. 1998. The use of habitat mosaics by terrestrial vertebrate fauna: implications for conservation and management. *Biodiversity & Conservation* 7 (3): 323-333.
- Lindenmayer, D. B. y G. E. Likens. 2011. Direct measurement versus surrogate indicator species for evaluating environmental change and biodiversity loss. *Ecosystems* 14 (1): 47-59.
- McGarigal, K., S. A. Cushman, M. C. Neel y E. Ene. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponible en el siguiente sitio Web: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Medeiros, H. R. y J. M. Torezan. 2013. Evaluating the ecological integrity of Atlantic forest remnants by using rapid ecological assessment. *Environmental monitoring and assessment* 185 (5): 4373-4382.
- Medellín, R. A., M. Equihua, y M. A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14 (6): 1666-1675.
- Merriam, C. H. 1898. Life Zones and Crop Zones of the United States. U.S. Department of Agriculture, Division of Biological Survey, Bulletin 10. Government Printing Office, Washington, D. C., 79 pp.
- Mojica, J. I., G. Galvis, P. Sánchez-Duarte, C. Castellanos y F. A. Villa-Navarro. 2006. Peces del valle medio del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 7 (1):23-38.
- Mojica, J. I., J. S. Usma, R. Álvarez-León y C. A. Lasso. 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., 319 pp.
- Montero, I., R. López Camacho, D. Cárdenas López y N. R. Salinas. 2007. Cedro: *Cedrela odorata*. Pp. 127-132. *En*: Cárdenas, D. L. y N. R. Salinas (Eds.). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Morales-Jiménez, A. L. y A. Link. 2008. *Aotus griseimembra*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T1807A7650460. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T1807A7650460.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Morales-Jiménez, A. L., A. Link y P. Stevenson. 2008. *Saguinus leucopus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T19819A9019454. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T19819A9019454.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Noss, R. F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest ecology and management* 115: 135-146.
- Oliveira-Junior, J. M. B., Y. Shimano, T. A. Gardner, R. M. Hughes, P. Marco Júnior y L. Juen. 2015. Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the eastern Amazon. *Austral Ecology* 40 (6): 733-744.
- Pearson, D. L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 345 (1311): 75-79.
- Pérez-Torres, J. 2000. Estructura y composición de la comunidad de murciélagos: Comparación entre fragmentos y áreas continuas de bosque andino. Fundación para la Promoción de la investigación y la tecnología. Proyecto No. 915. Bogotá, D. C.
- Robertson, B. A., J. S. Rehage y A. Sih, 2013. Ecological novelty and the emergence of evolutionary traps. *Trends in ecology & evolution* 28 (9): 552-560.
- Rotem, G., Y. Ziv, I. Giladi y A. Bouskila. 2013. Wheat fields as an ecological trap for reptiles in a semiarid agroecosystem. *Biological conservation* 167: 349-353.
- Ruiz, J., M. C. Fandiño y R. L. Chazdon. 2005. Vegetation structure, composition, and species richness across 56-year chronosequence of dry tropical forest on Providencia Island, Colombia. *Biotropica* 37: 520-530.
- Sánchez, F., P. Sánchez-Palomino y A. Cadena. 2004. Inventario de mamíferos en un Bosque de los Andes Centrales de Colombia. *Caldasia* 26:291-309.
- Savilaakso, S., E. Meijaard, M. R. Guariguata, M. Boissiere y L. Putzel. 2015. A review on compliance and impact monitoring indicators for delivery of forest ecosystem services. Center for International Forestry Research, CIFOR. Vol. 188. Bogor, Indonesia. 52 pp.
- Schlaepfer, M. A., P. W. Sherman, B. Blossey y M. C. Runge. 2005. Introduced species as evolutionary traps. *Ecology Letters* 8 (3): 241-246.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era?. *Biological conservation* 83 (3): 247-257.
- Simon, T. P., R. Jankowski y C. Morris. 2000. Modification of an index of biotic integrity for assessing vernal ponds and small palustrine wetlands using fish, crayfish, and amphibian assemblages along southern Lake Michigan. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 3: 407-418.
- Tierney, G. L., D. Faber-Langendoen, B. R. Mitchell, W. G. Shriver y J. P. Gibbs. 2009. Monitoring and evaluating the ecological integrity of forest ecosystems. *Frontiers in Ecology and Environment* 7: 308-316.
- Vargas-Figueroa, J. A., A. M. González-Colorado, E. Barona-Cortés, W. Bolívar-García y A. Giraldo-López. 2016. Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical y de dos zonas con actividad antrópica en La Dorada-Victoria, Caldas. *Revista de Ciencias* 20 (2): 13-60.
- Vargas, W. y W. Ramírez. 2014. Lineamientos para la restauración del Bosque Seco Tropical en Colombia. Pp: 252-291. En: Pizano, C. y H. García. (Eds.). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C.
- Vélez-Restrepo, L. A. y A. Gómez-Sal. 2008. Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. *Arbor* 184 (729): 31-44.
- Verner, J., M. L. Morrison y C. J. Ralph. 1986. *Wildlife 2000: Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin. 470 pp.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 236 pp.
- Welsh, H. H. y L. M. Ollivier. 1998. Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: a case study from California's redwoods. *Ecological Applications* 8 (4): 1118-1132.
- Wren, C. D. 1986. Mammals as biological monitors of environmental metal levels. *Environmental Monitoring and Assessment* 6: 127-144.
- Zambrano, H., P. Marco y L. Naranjo. 2003. Evaluación de integridad ecológica propuesta metodológica. WWF – Parques Nacionales Naturales de Colombia – Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 30 pp.
- Zamora, L. L., A. Vila y J. Naspledá. 2009. La biota de los ríos: Los Peces. Pp: 271-291. En: Elosegui, A. y S. Sabater. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA. España.

Wilmar Bolívar-García  
Grupo de Investigación en Ecología Animal,  
Departamento de Biología,  
Universidad del Valle,  
Cali, Colombia.  
[wilmar.bolivar@correounivalle.edu.co](mailto:wilmar.bolivar@correounivalle.edu.co)

Alan Giraldo  
Grupo de Investigación en Ecología Animal,  
Departamento de Biología,  
Universidad del Valle,  
Cali, Colombia  
[alan.giraldo@correounivalle.edu.co](mailto:alan.giraldo@correounivalle.edu.co)

Ángela M. González-Colorado  
Grupo de Investigación en Ecología Animal,  
Departamento de Biología,  
Universidad del Valle  
Cali, Colombia  
[angelamgonzalez@gmail.com](mailto:angelamgonzalez@gmail.com)

La integridad biológica como herramienta de valoración  
cuantitativa del estado de conservación del bosque seco  
en Colombia

**Citación del artículo:** Bolívar-García, W., A. Giraldo y  
Á. M. González-Colorado. 2017. La integridad biológica  
como herramienta de valoración cuantitativa del estado de  
conservación del bosque seco en Colombia. *Biota Colombiana*  
18 (1): 352-370. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a21

Recibido: 17 de junio de 2016  
Aprobado: 16 de mayo de 2017

# Guía para autores

(humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota)

## Preparación del manuscrito

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

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

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

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

## Evaluación del manuscrito

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

## Texto

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

- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en archivos separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en *cursiva* (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 °C). Para medidas relativas como m/seg., use m.seg<sup>-1</sup>.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- 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. Ordénalas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

## ARTÍCULO EN REVISTAS

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

## LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

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

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

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

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

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

## PÁGINAS WEB

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

---

# Guidelines for authors

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

---

## Manuscript preparation

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

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

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

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

### Evaluation

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

### Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40 pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).
- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e sensu, *et al.*). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 °C). For relative measures such as m/sec, use m.sec<sup>-1</sup>.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to separate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53" N-56°28'53" O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.

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

### Pictures, Figures, Tables and Annex

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

### Bibliography

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

#### JOURNAL ARTICLE

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

#### BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

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

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

*Technical reviews:* Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe

Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 80 pp.

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

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

#### WEB PAGES

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

---

## Guía para autores - Artículos de Datos

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

[www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net) - [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co)

---

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

### ¿Qué es un artículo de datos?

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

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

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

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

### ¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

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

### Preparación de los datos

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

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

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

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

## Preparación del manuscrito

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

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1. Solicite al correo [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co) el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.
2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato “AcrónimoDeLaInstitución\_año\_tipoDeConjuntoDeDatos”, p.e. ABC\_2010\_avestinije y dar clic en el botón crear.
3. En la vista general del editor seleccione “editar” en la pestaña *Metadatos* (por favor, no manipule ningún otro elemento), allí encontrará diferentes secciones (panel derecho) que lo guiarán en la creación de su manuscrito. Guarde los cambios al finalizar cada sección, de lo contrario perderá la información. Recuerde usar el manual GMP. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la construcción del manuscrito. Las secciones se indican en MAYUSCULAS y los elementos de dichas secciones en **negrilla**.
  - En PARTES ASOCIADAS incluya únicamente aquellas personas que no haya incluido en INFORMACIÓN BÁSICA.
  - Los DATOS DEL PROYECTO y DATOS DE LA COLECCIÓN son opcionales según el tipo de datos. En caso de usar dichas secciones amplíe o complemente información ya suministrada, p. ej. no repita información de la **descripción** (COBERTURA GEOGRÁFICA) en la **descripción del área de estudio** (DATOS DEL PROYECTO).
  - De igual manera, en los MÉTODOS DE MUESTREO, debe ampliar o complementar información, no repetirla. La información del **área de estudio** debe dar un contexto específico a la metodología de muestreo.
  - Es indispensable documentar el **control de calidad** en MÉTODOS DE MUESTREO. Acá se debe describir que herramientas o protocolos se utilizaron para garantizar

la calidad y coherencia de los datos estructurados con el estándar DwC.

- Para crear la **referencia del recurso**, en la sección REFERENCIAS, utilice uno de los dos formatos propuestos (Anexo 2). No llene el **identificador de la referencia**, este será suministrado posteriormente por el EC-SiB.
  - Para incluir la bibliografía del manuscrito en **referencias**, ingrese cada una de las citas de manera individual, añadiendo una nueva referencia cada vez haciendo clic en la esquina inferior izquierda.
4. Rectifique que el formato de la información suministrada cumpla con los lineamientos de la revista (p. ej. abreviaturas, unidades, formato de números etc.) en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.
  5. Una vez incluida y verificada toda la información en el editor electrónico notifique al EC-SiB al correo electrónico [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co), indicando que ha finalizado la edición del manuscrito. Adicionalmente adjunte la plantilla de Excel con los datos estructurados (elimine todas las columnas que no utilizó). El EC-SiB realizará correcciones y recomendaciones finales acerca de la estructuración de los datos y dará las instrucciones finales para que usted proceda a someter el artículo.

## Someter el manuscrito

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

Recuerde adjuntar:

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

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

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

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

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

La referencia del recurso es aquella que acompañará los datos descritos por el artículo, públicos a través de las redes SiB Colombia y GBIF. Tenga en cuenta que esta referencia puede diferir de la del artículo. Para mayor información sobre este elemento contacte al EC-SiB. Aquí se sugieren dos formatos, sin embargo puede consultar otros formatos establecidos por GBIF<sup>4</sup>.

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

## Guidelines for authors - Data Papers

[www.humboldt.org.co/es/biblioteca/publicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co/es/biblioteca/publicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co) | [www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co](http://www.sibcolombia.net-sib+iac@humboldt.org.co)

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

### What is a Data Paper?

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

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

known as the *GBIF Metadata Profile* (GMP)<sup>5</sup>. The structuring of the manuscript based on this standard enables the community of authors publishing datasets globally, with presence in networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and other related networks, to publish data easily while getting proper recognition for their work and to encourage the authors of this type of data sets that have not yet published in these global information networks to have the necessary incentives to do so.

A data paper should describe in the best possible way the Whom, What, Where, When, Why and How of documenting and recording of data, without becoming the instrument to make a detailed analysis of the data, as happens in other academic publications. To deepen this publishing model, it is recommended to consult Chavan & Penev (2011)<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_best\\_practice\\_data\\_citation\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1)

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

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

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

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin Core* (DwC). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

### Dataset preparation

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

### Manuscript preparation

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

Steps required for the manuscript preparation:

- 1 Request access to the electronic writing tool at [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co). The EC-SiB will assign a username and password.
2. Login to the electronic writing tool, then go to the tab Manage Resources and create a new resource by assigning a short name for your manuscript and clicking on the Create button. Use the format: "InstitutionAcronym\_Year\_DatasetFeature", e.g. NMNH\_2010\_rainforestbirds.
3. In the overview of the writing tool click on edit in Metadata section (please, do not use any other section), once there you will find different sections (right panel) that will guide you creating your manuscript. Save the changes at the end of each section, otherwise you will lose the information. Remember to use the GMP manual. Here are some recommendations for editing the metadata, sections are indicated in CAPS and the elements of these sections in **bold**.

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

### Submit the manuscript

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

Remember to attach:

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

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

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

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

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

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

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

Here two formats are suggested; however you can consult other formats established by GBIF<sup>8</sup>.

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

<sup>8</sup> GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan). Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_best\\_practice\\_data\\_citation\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1)

Una publicación del /A publication of: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

En asocio con /In collaboration with:

Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar

Missouri Botanical Garden

## TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia. Groundwater, wetlands and ecosystem services in Colombia. <i>Teresita Betancur-Vargas, Daniel A. García-Giraldo, Angélica J. Vélez-Duque, Angélica M. Gómez, Carlos Flórez-Ayala, Jorge Patiño y Juan Á. Ortiz-Tamayo</i> .....	1
Efecto del CaCl <sub>2</sub> sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de <i>Aloe vera</i> expuesta a salinidad por NaCl. CaCl <sub>2</sub> effect on protein, proline, titratable acidity, chlorophyll and relative water content from <i>Aloe vera</i> exposed to salinity by NaCl. <i>Selwin Pérez-Nasser</i> ....	29
Efecto del Ca <sup>2+</sup> sobre algunas variables de crecimiento de <i>Aloe vera</i> cultivada con NaCl. Effect of Ca <sup>2+</sup> on some growth variables from <i>Aloe vera</i> grown on NaCl. <i>Selwin Pérez-Nasser</i> .....	41
Charophyta, Chlorophyta y Cryptophyta del embalse Riogrande II (Antioquia), Colombia. Charophyta, Chlorophyta and Cryptophyta in Riogrande II reservoir (Antioquia), Colombia. <i>Mónica T. López Muñoz, Carlos E. De Mattos-Bicudo, Ricardo O. Echenique, John J. Ramírez-Restrepo y Jaime A. Palacio</i> .....	50
Diferencias del contenido nutricional de hojas jóvenes y maduras de dos especies de puya ( <i>Puya santosii</i> Cuatrec., <i>Puya goudotiana</i> Mez; Bromeliaceae), en la región del Guavio, Cundinamarca, Colombia. Differences in the nutritional content of mature and young Puya leaves ( <i>Puya santosii</i> Cuatrec., <i>Puya goudotiana</i> Mez; Bromeliaceae) in the Guavio region, Cundinamarca, Colombia. <i>Luis J. Romero-Puentes, Brayan L. Torres-Clavijo y Ángela Parrado-Rosselli</i> .....	68
Características físicas y germinativas de semillas de la orquídea <i>Prosthechea</i> sp. de la zona andina, Fusagasugá, Colombia. Physical and germinative characteristics of <i>Prosthechea</i> sp. (Orchidaceae) native to Fusagasugá – Colombia. <i>Laguandio del C. Banda-Sánchez, Yeison H. Pinzón-Ariza y Luis E. Vanegas-Martínez</i> .....	80
Especies vegetales colonizadoras de áreas perturbadas por la minería en bosques pluviales del Chocó, Colombia. Colonizer plant species of sites disturbed by mining in the Chocó rain forests, Colombia. <i>Hamleth Valois-Cuesta y Carolina Martínez-Ruiz</i> .....	88
Catálogo de la flora vascular de los Parques Nacionales de Colombia: Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento. Catalog of the vascular flora of the National Parks of Colombia: Iguaque Fauna and Flora Sanctuary and buffer zone. <i>Humberto Mendoza-Cifuentes</i> .....	105
Cambios estructurales del mesozooplankton en relación a las condiciones hidrográficas en el golfo de Cariaco, Venezuela. Structural changes of mesozooplankton in relation to hydrographic conditions in the Gulf of Cariaco, Venezuela. <i>Brightdoom Márquez-Rojas, Evelyn Zoppi de Roa, Luis Troccoli y Edy Montiel</i> .....	148
Chinchas patinadoras marinas (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha): diversidad de los hábitats oceánicos del Neotrópico. Marine water striders (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha): diversity of ocean habitats in the Neotropics. <i>Fredy Molano-Rendón e Irina Morales</i> .....	172
Descripción de una nueva especie de mariposa del género <i>Wahydra</i> Steinhauser (Lepidoptera: Hesperidae: Hesperinae: Anthoptini) para Colombia. Description of a new species of butterfly of the genus <i>Wahydra</i> Steinhauser (Lepidoptera: Hesperidae: Hesperinae: Anthoptini) from Colombia. <i>Efraín R. Henao-Bañol, Fabián G. Gaviria y Julián A. Salazar-Escobar</i> .....	192
Pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) del nororiente andino de Colombia. Pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones) in the northeastern Andean region of Colombia. <i>Catalina Romero-Ortiz</i> .....	198
Primer registro de cuatro especies de camarones de agua dulce (Palaemonidae) para Colombia. First records of four species of freshwater shrimp (Palaemonidae) from Colombia. <i>Ada Acevedo y Carlos A. Lasso</i> .....	206
Lista anotada de los tipos de peces en la colección del Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia (IUQ). Annotated list of types of fishes in the collection of the Laboratory of Ichthyology, University of Quindío, Armenia, Colombia (IUQ). <i>César Román-Valencia, Donald C. Taphorn, Carlos A. García-Alzate, Sebastián Vásquez-P. y Raquel I. Ruiz-C.</i> .....	217
<i>Pterygoplichthys undecimalis</i> (Siluriformes: Loricariidae): una especie trasplantada en la cuenca del río Patía, vertiente Pacífico, Colombia. <i>Pterygoplichthys undecimalis</i> (Siluriformes: Loricariidae): a species transplanted to the Basin of the Patía River, Colombia. <i>Alberto Moncayo-Fernández, Ofelia Mejía-Egas y Héctor E. Ramírez-Chaves</i> .....	243
Lista anotada de la herpetofauna del departamento del Quindío, Colombia. Checklist of the herpetofauna of the department of Quindío, Colombia. <i>Cristian Román-Palacios, Sara Fernández-Garzón, Alejandro Valencia-Zuleta, Andrés F. Jaramillo-Martínez y Ronald A. Viáfara-Vega</i> .....	251
Batracauna de los bosques de niebla y estribaciones del piedemonte en el municipio de Yopal (Casanare), Orinoquia colombiana. Frogs and toads of cloud forests and foothills in the Yopal municipality (Casanare), Colombia. <i>Andrés R. Acosta-Galvis</i> .....	282
Jagüeyes y su papel potencial en la conservación de tortugas continentales en el golfo de Morrosquillo, Sucre, Caribe colombiano. Cattle ponds and their potential role in conservation of freshwater turtles in the Gulf of Morrosquillo, Sucre, Colombia. <i>Jaime De La Ossa-V., Merly Ardila-Marulanda, Alejandro De La Ossa-Lacayo</i> .....	316
Aspectos poblacionales de primates diurnos simpátricos que habitan parches de bosque seco tropical en los Montes de María, Sucre, Colombia. Populational aspects of diurnal sympatric primates inhabiting patches of tropical dry forest in the Montes de María, Sucre, Colombia. <i>Jaime De La Ossa-V. y Silvia Galván-Guevara</i> .....	325
Diversidad de pequeños mamíferos no voladores (Didelphimorphia, Paucituberculata y Eulipotyphla) en Áreas de Protección Estricta de Venezuela. Diversity of non-volant small mammals (Didelphimorphia, Paucituberculata and Eulipotyphla) in the Strictly Protected Areas in Venezuela. <i>Franger J. García, Mariana I. Delgado-Jaramillo y Marjorie Machado</i> .....	335
La integridad biológica como herramienta de valoración cuantitativa del estado de conservación del bosque seco en Colombia. Biological integrity as a tool for quantitative assessment of the conservation status of dry forest in Colombia. <i>Wilmar Bolívar-García, Alan Giraldo y Ángela M. González-Colorado</i> .....	352
<b>Nota</b> Ampliación de la distribución geográfica de <i>Microgenys minuta</i> Eigenmann 1913 (Characiformes, Characidae) en la cuenca del río Magdalena, Colombia. Expansion of distribution of <i>Microgenys minuta</i> Eigenmann 1913 (Characiformes, Characidae) in the Magdalena River basin, Colombia. <i>Lina M. Mesa-S. y Juan G. Albornoz</i> .....	371
<b>Artículo de datos</b> Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander, Colombia. Ichthyology Collection of the Industrial University of Santander, Colombia. <i>Mauricio Torres, Eгна Mantilla-Barbosa, Federico Rangel-Serpa</i> .....	375
Guía para autores. Guidelines for authors .....	382