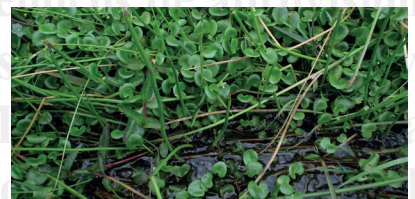
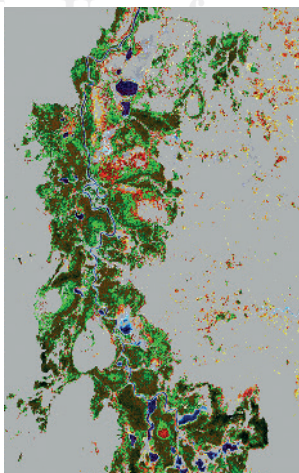
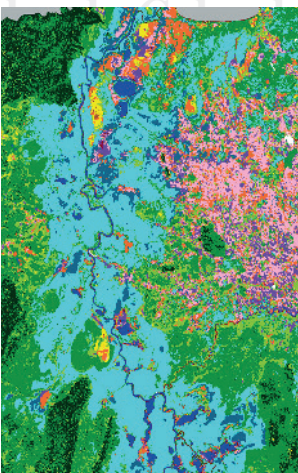
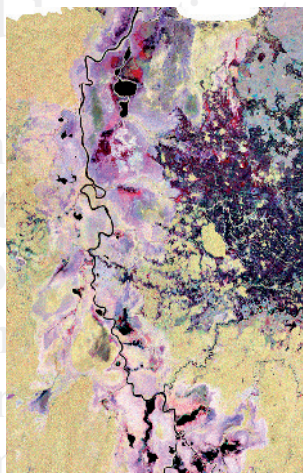
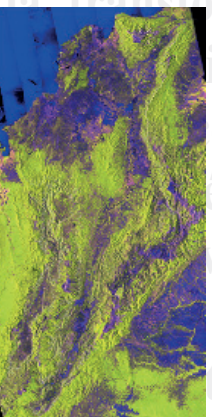
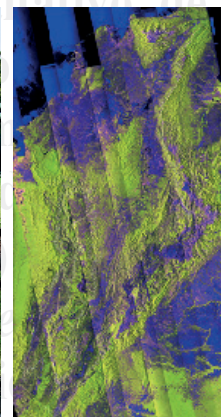
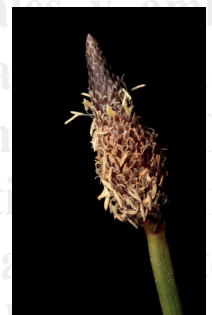


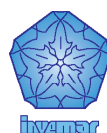
BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376
DOI 10.21068/c001

Volumen 17 • Suplemento 1 - Humedales • Julio de 2016



Comunidad de peces de la ciénaga de Paredes, Magdalena medio, Santandé (Colombia) y su asociación con variables ambientales temporales
Conservación *ex situ* de vegetación acuática de humedales de la Sabana de Bogotá
Identificación de la vegetación acuática de humedales de Bogotá, Colombia
Un enfoque de radiación adaptativa en la evolución de la morfología de los peces de la ciénaga de Paredes
de radiación adaptativa en la evolución de la morfología de los peces de la ciénaga de Paredes
de humedales de Bogotá, Colombia
servicio de agua variable
subterránea de la ciénaga de Paredes
Paredes
espacios acuáticos
de humedales de Bogotá, Colombia
humedales de Bogotá, Colombia
de una zona variable
de zonas acuáticas
cuantificación de temas de
Estado en humedales de Bogotá, Colombia
en humedales de Bogotá, Colombia
Comunidades de humedales de Bogotá, Colombia
(Colombia) y su asociación con variables ambientales temporales
Conservación *ex situ* de vegetación acuática de humedales de la Sabana de Bogotá



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

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

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

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

Biota Colombiana es indexada en Pubindex (Categoría A2), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Pubindex (Category A2), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

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

Información

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

Comité Directivo / Steering Committee

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

Editor / Editor

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

Editora invitada / Guest Editor

Úrsula Jaramillo Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Editor Datos / Data Papers Editor

Dairo Escobar Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Coordinación y asistencia editorial / Coordination and Editorial assistance

Susana Rudas Ll. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Asistencia editorial / Editorial assistance

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

Traducción / Translation

Donald Taphorn Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela

Comité Científico - Editorial / Editorial Board

Adriana Prieto C. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
 Ana Esperanza Franco Universidad de Antioquia
 Arturo Acero Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe
 Cristián Samper WCS - Wildlife Conservation Society
 Donald Taphorn Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela
 Francisco de Paula Gutiérrez Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
 Gabriel Roldán Universidad Católica de Oriente, Colombia
 Germán I. Andrade Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
 Giuseppe Colonnello Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Venezuela
 Hugo Mantilla Meluk Universidad del Quindío, Colombia
 John Lynch Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
 Jonathan Coddington NMNH - Smithsonian Institution
 José Murillo Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
 Josefa Celsa Señaris Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
 Juan A. Sánchez Universidad de los Andes, Colombia
 Juan José Neif Centro de Ecología Aplicada del Litoral, Argentina
 Martha Patricia Ramírez Universidad Industrial de Santander, Colombia
 Monica Morais Herbario Nacional Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia
 Pablo Tedesco Muséum National d'Histoire Naturelle, Francia
 Paulina Muñoz Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
 Rafael Lemaitre NMNH - Smithsonian Institution, USA
 Reinhard Schnetter Universidad Justus Liebig, Alemania
 Ricardo Callejas Universidad de Antioquia, Colombia
 Steve Churchill Missouri Botanical Garden, USA
 Sven Zea Universidad Nacional de Colombia - Invemar

Impreso por JAVEGRAF
 Impreso en Colombia / Printed in Colombia

Revista *Biota Colombiana*
 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
 Teléfono / Phone (+57-1) 320 2767
 Calle 28A # 15 - 09 - Bogotá D.C., Colombia

Presentación

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

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

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

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

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

Brigitte L. G. Baptiste
Directora General IAvH

Carlos A. Lasso
Editor *Biota Colombiana*

Úrsula Jaramillo
Editora invitada

Conservación *ex situ* de la vegetación acuática de humedales de la sabana de Bogotá

Ex situ conservation of aquatic plants of wetlands of the sabana de Bogotá

Lina M. Camelo-Mendoza, Myriam L. Martínez-Peña, Hernando Ovalle-Serrano, Vilma I. Jaimes

Resumen

La vegetación acuática, soporte de gran parte de la biodiversidad y funciones de los humedales, es afectada por la intervención antrópica que promueve la disminución de la riqueza de la población de macrófitas. Una alternativa para la conservación de la diversidad florística es la conservación *ex situ* que depende de varios factores. El objetivo de la presente investigación fue identificar la fenología de especies seleccionadas y los factores ambientales que influyen en su crecimiento en condiciones artificiales. Durante 23 meses se realizaron mediciones de cobertura, longitud, altura y diámetro basal a 25 especies, 12 variables fisicoquímicas y cuatro variables climáticas. Los resultados mostraron que la variación en los niveles de agua es uno de los factores abióticos limitantes para la conservación *ex situ* de especies y que influye tanto en la calidad fisicoquímica del agua como en la técnica seleccionada. Se reportó un incremento en cobertura de las especies *Bidens laevis*, *Ludwigia hexapetala* y *Ludwigia peploides*, que contrastó con la alta mortalidad de las especies *Cotula coronopifolia* e *Hydrocotyle ranunculoides*. Así el establecimiento exitoso de una colección viva de plantas acuáticas depende de la dinámica hidráulica, que es afectada por variaciones temporales y espaciales en el cuerpo de agua.

Palabras clave. Colección viva. Factores abióticos. Fenología. Macrófita. Tasas de crecimiento.

Abstract

An alternative for conservation of floristic diversity of region is the *ex situ* conservation, which depends on various environmental factors such as physical and chemical water conditions, local climate and the selected propagation technique. The objective of this research was to assess propagation technique of best performance by species, and identify environmental factors that influence growth rates, and phenology of selected species. The relationship between growth of 25 species selected and abiotic factors were examined in a term of 23 months. We measured once a month the cover percentage, length, height and basal diameter. Also, we analyzed 12 physical and chemical variables of the water of lake, and daily weather variables. The variation of water levels was main limiting factor for conservation of species *ex situ*. The species *Bidens laevis*, *Ludwigia hexapetala* and *Ludwigia peploides* showed high rates of growth in contrast to the high mortality of *Cotula coronopifolia* and *Hydrocotyle ranunculoides*. The phenological stages of some species were associated with the local climate pattern. Results suggest that the successful establishment of aquatic plants is determined by physical and chemical quality of water, and selected technique. Each technique depends on hydraulic, which is affected by temporal and special variations.

Key words. Abiotic factors. Growth rates. Live collection. Macrophyte. Phenology.

Introducción

La vegetación acuática se constituye el productor primario más importante de los humedales continentales, siendo un componente biológico indispensable para el soporte de la biodiversidad de aves (locales y migratorias), mamíferos, reptiles, peces, macroinvertebrados e incluso algas, brindando hábitat y alimento (Wissinger 1999, Gibbons 2003, Mitsch y Gosselink 2007), además de otras funciones como la regulación, transporte y retención de contaminantes y sedimentos, control de la erosión y regulación de los nutrientes (Brix 1978, Woodward y Wui-Suhk 2001). Por tal razón se han considerado las macrófitas como promotoras de los servicios ecosistémicos que provee los humedales al ser humano (Engelhardt y Ritchie 2001).

La presión de las diferentes actividades antrópicas como la ganadería, agricultura, minería, pesquería, represamientos y urbanización sobre los humedales ha conllevado a la pérdida de diversidad de la biota, incluyendo las macrófitas, las cuales para su sobrevivencia no solo dependen de la calidad misma del hábitat sino de otros organismos que facilitan su dispersión (Gibbs 2000). En Colombia se registra el 26% del territorio nacional cubierto por humedales, con más de 30 millones de hectáreas y más de 48 mil humedales inventariados (Andrade 2015, Jaramillo *et al.* 2015). En Bogotá D.C. existen 725,01 ha en 15 áreas de Parques Ecológicos Distritales de Humedal reconocidos por la Secretaría Distrital de Ambiente 2016 (<http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/humedales>). La vulnerabilidad de estos ecosistemas y el riesgo de la pérdida de biodiversidad por las actividades antrópicas antes mencionadas es alta (Naranjo *et al.* 1999, Ministerio de Medio Ambiente 2002, Franco 2012) y las macrófitas no son la excepción. Además, han sido excluidas por especies invasoras como *Eichhornia crassipes*, *Egeria densa*, *Pistia stratiotes* y al menos otras 53 especies que ponen en riesgo no solo la flora nativa sino también la fauna (Cárdenas *et al.* 2010, Díaz *et al.* 2012).

En los humedales de la Sabana de Bogotá y el Valle de Ubaté se han desarrollado varias investigaciones que abordan el estudio de la vegetación (Rangel-Ch.

y Aguirre 1983, Schmidt-Mumm 1998, Rodríguez 2000, Hernández y Rangel-Ch. 2009, Chaparro 2003, Rangel-Ch. 2003, van der Hammen *et al.* 2008, Guzmán 2012, Díaz *et al.* 2012); a nivel regional se estima la presencia de 98 especies (Schmidt-Mumm 1998), y en el Distrito Capital 81 especies (van der Hammen *et al.* 2008). Sin embargo, aunque hay una alta incertidumbre del estado de las poblaciones de macrófitas nativas de los humedales, ya existen reportes de especies con poblaciones reducidas en los humedales de la Sabana de Bogotá (Rodríguez 2000), y especies con riesgo de extinción local debido a la degradación de estos ecosistemas (Calvachi 2002). Una alternativa para la protección de estas poblaciones es la implementación de programas de conservación *ex situ* a través de las colecciones vivas de los jardines botánicos, lo que además permite generar conocimiento mediante la identificación y reconocimiento de las diferentes especies presentes en estos ecosistemas, con características o atributos funcionales específicos, que hacen posible la generación de servicios ecosistémicos (MEA 2005). Uno de los principales retos identificados en los programas de conservación *ex situ* es garantizar el establecimiento de las poblaciones y que estas a su vez sean viables en el tiempo, por lo cual se deben estudiar los factores bióticos y abióticos que determinan el ajuste adaptativo de las especies seleccionadas (Moulder *et al.* 2004).

En un humedal natural, la interacción entre especies es uno de los factores que interviene en la regulación de la dominancia de especies con altas tasas de crecimiento y estrategias de reproducción agresivas; así la presencia de asociaciones ayuda a desarrollar dinámicas de auto regulación (Peet 1992, Rial *et al.* 1992, Caffrey *et al.* 1999, Tsimilli *et al.* 1996, Moreira *et al.* 1999). Este tipo de dinámicas no se han monitoreado en las colecciones vivas de plantas acuáticas de los jardines botánicos de Colombia porque el establecimiento de la especie prima sobre la réplica de su ecosistema o el estudio de su ecología; en estas colecciones las especies crecen aisladas en sistemas cerrados y controlados.

Actualmente el proyecto de “Conservación de flora alto andina del Colombia” del Jardín Botánico de Bogotá “José Celestino Mutis” (JBB), está implementando la colección viva «Jardín de Humedales», en donde se representan plantas acuáticas presentes de la Sabana de Bogotá y Valle de Ubaté dentro del lago principal del JBB. Uno de los principales desafíos es lograr el establecimiento de vegetación acuática en un lago que carece de la interface agua –tierra y en donde solo se representan ambientes terrestres en el borde del cuerpo de agua y ambientes acuáticos al interior del espejo de agua. Para lograr el objetivo se desarrollaron técnicas de siembra teniendo en cuenta el diseño del lago, el cual se basó en el diseño clásico de humedales artificiales empleados en la depuración de aguas residuales (Uribe 2012), sin embargo, es claro que el lago no tiene dicha función, sino la de establecer en este una colección *ex situ* de plantas acuáticas. El objetivo del presente estudio, fue identificar y evaluar como los factores abióticos, las técnicas y los diseños de vegetación se relacionan con el establecimiento de

las diferentes especies de macrófitas seleccionadas, mediante el estudio del crecimiento y la fenología; con el fin de generar información que favorezca la conservación y la preservación de su germoplasma.

Material y métodos

Área de estudio

El lago principal del Jardín Botánico se encuentra en la zona noroccidental de Bogotá (Colombia), localizado entre las coordenadas 04°40'5,46"N - 74°05'55,32"O extremo noroeste y 04°40'3,12"N - 74°05'54,89"O extremo sureste, a una altitud de 2557 m s.n.m. Tiene un área superficial aproximada de 2733 m², profundidad promedio de 0,85 m y un volumen neto de 1581,98 m³ (Figura 1). El lago fue construido en el año 2012; el fondo y las paredes laterales están cubiertas por una membrana de impermeabilización sobre la cual se instalaron celdas de drenaje de 30 mm de espesor en las cuatro zonas del lago con el objetivo de asegurar la circulación y aireación del agua.



Figura 1. Ubicación de las especies y zonas de monitoreo fisicoquímico en el lago del Jardín Botánico de Bogotá.

Sobre las celdas, una capa compuesta por gravas de 14 cm de espesor (esta es la capa visible del lago) (Figura 2). El diseño y materiales utilizados fueron seleccionados con el objetivo de garantizar en el tiempo el valor paisajístico del lago y soportar la introducción de vegetación acuática. El llenado y mantenimiento del volumen mínimo de agua durante los periodos de baja precipitación se realiza con agua proveniente de la Empresa de Acueducto de Bogotá.

Variables físico-químicas del lago y climáticas

Fueron colectadas muestras de agua para la caracterización fisicoquímica en las cuatro zonas del lago -A, B, C y D- (Figura 1), y de manera simultánea se hizo la medición de los parámetros de crecimiento de la vegetación acuática. *In situ* fueron medidas las variables conductividad, pH, sólidos suspendidos, temperatura y oxígeno disuelto, con un equipo multiparámetros Thermo Scientific serie Orion Start A329 ®; la profundidad y transparencia fueron medidas con cinta métrica y disco Secchi, respectivamente. En el laboratorio multipropósitos del JBB fueron analizadas los parámetros turbidez, demanda biológica de oxígeno, demanda química

de oxígeno, fosfatos, fósforo total, nitritos, nitratos y nitrógeno total utilizando un colorímetro Hach DR 900® Hach. Las condiciones fisicoquímicas del lago están resumidas en la tabla 1.

Las variables climáticas temperatura, humedad relativa, precipitación y evaporación fueron obtenidas de la estación climática código 21205710 del Ideam ubicada en el JBB.

Selección de especies

De las 98 especies reportadas por (Schmidt-Mumm 1998) para la Sabana de Bogotá y el Valle de Ubaté, se seleccionaron 25, teniendo en cuenta cinco criterios: 1) las forma de vida: pradera emergente graminoide, juncoide, herbácea y pradera de hojas flotantes; 2) especies amenazadas o con distribución reducida en el Distrito Capital; 3) especies nativas o endémicas, 4) plantas con potencial ornamental y 5) plantas que provean hábitat a la fauna de los humedales (Rodríguez 2000, Morales-Rozo y De la Zerda 2004, Robinson 2004, Leal y Biondi 2006, van der Hammen *et al.* 2008, Osbahr y Gómez 2011, Martínez-Peña 2013, Martínez-Peña y Jaimes-Sánchez 2015) (Figura 3).

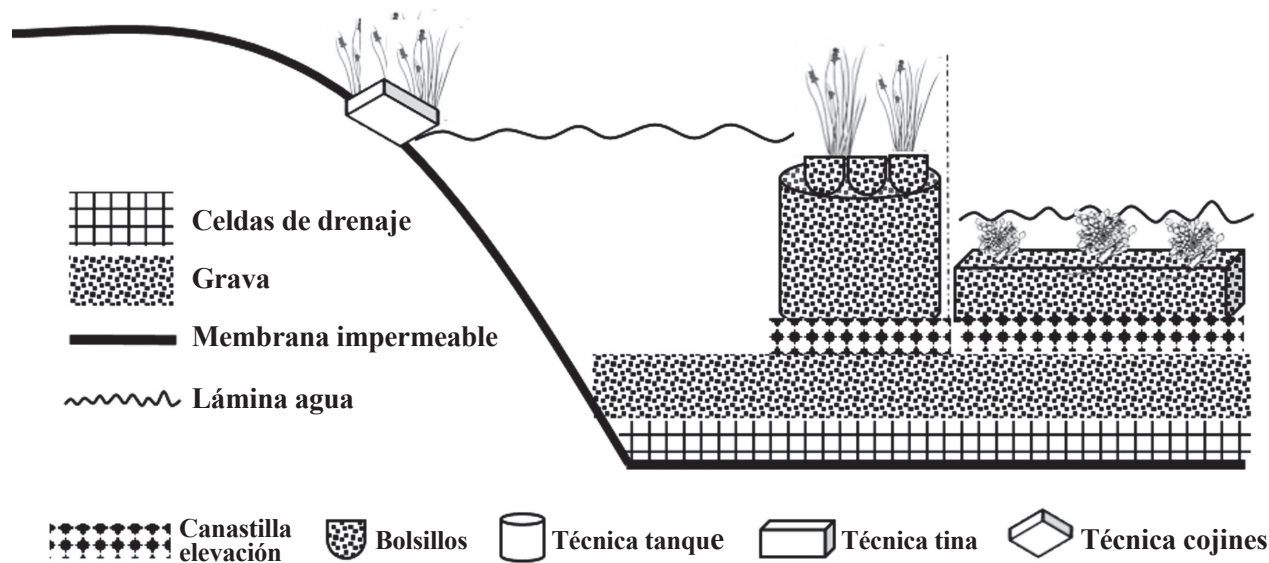


Figura 2. Perfil del lago del Jardín Botánico y representación esquemática de las técnicas de siembra. Los tamaños y escalas no están ajustados a la realidad.

Tabla 1. Promedio de las variables físicas y químicas registradas mensualmente por zona durante el periodo de monitoreo (23 meses).

Variable/Zona	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
	Promedio			
Temperatura (°C)	18,1	17,30	17,9	17,80
(SD)	(0,86)	(1,15)	(1,12)	(1,33)
pH	6,7	6,84	6,8	6,80
(SD)	(0,28)	(0,35)	(0,35)	(0,36)
Conductividad (µScm-1)	99,7	100,4	100,4	101,1
(SD)	(7,21)	(6,73)	(7,24)	(7,73)
Oxígeno disuelto (mgL-1)	5,7	5,7	5,6	5,7
(SD)	(0,5)	(0,7)	(0,8)	(0,8)
DBO (mgL-1)	3,7	4,8	3,8	3,4
(SD)	(0,97)	(3,77)	(2,0)	(1,0)
DQO (mgL-1)	14,88	11,80	10,60	11,63
(SD)	(6,66)	(6,76)	(5,96)	(6,07)
Fosfatos (mgL-1)	0,06	0,07	0,10	0,05
(SD)	(0,09)	(0,14)	(0,13)	(0,06)
Fosforo total (mgL-1)	0,41	0,37	0,35	0,47
(SD)	(0,59)	(0,54)	(0,54)	(0,74)
Nitritos (mgL-1)	0,0047	0,0045	0,0044	0,0049
(SD)	(0,0028)	(0,0029)	(0,0031)	(0,0029)
Nitratos (mgL-1)	0,22	0,24	0,20	0,23
(SD)	(0,23)	(0,27)	(0,16)	(0,19)
Nitrógeno total (mgL-1)	3,80	1,88	1,79	3,33
(SD)	(3,02)	(2,17)	(1,21)	(2,81)
Solidos suspendidos	3,16	3,33	4,83	3,91
(SD)	(1,94)	(1,77)	(2,12)	(1,83)
Turbidez (NTU)	2,25	2,15	3,46	2,45
(SD)	(1,35)	(1,49)	(2,69)	(1,69)



Figura 3. Especies de plantas acuáticas. a) *P. punctata*, b) *S. californicus*, c) *J. ramboi*, d) *J. effusus*, e) *C. coronopifolia*, f) *T. latifolia*, g) *E. palustris*, h) *L. peploides*, i) *C. luridiformis*, j) *B. fischeri*, k) *C. rufus*, l) *H. umbellata*, m) *H. ranunculoides*, n) *R. flagelliformis*, o) *M. ancylopoda*, p) *C. mexicana*, q) *B. laevis*, r) *L. peruviana*, s) *P. acuminata*, t) *G. bogotensis*, u) *J. microcephalus*, v) *E. bogotense*, w) *L. hexapetala* y x) *J. densiflorus*. Fotos tomadas de Martínez-Peña y Jaimes-Sánchez (2015).

Técnicas y diseños florísticos

Los diseños florísticos artificiales tuvieron como referencia las asociaciones y las formas de vida referenciados en los humedales por varios autores (Rangel-Ch. y Aguirre 1983, Schmidt-Mumm 1998, Chaparro 2003, Hernández y Rangel-Ch. 2009, Guzmán 2012). Empleando las especies inicialmente seleccionadas.

Se evaluaron cuatro técnicas de establecimiento y siembra en ambientes artificiales teniendo como referencia el diseño de islotes artificiales propuestos por Uribe (2012). Las técnicas evaluadas son diseños originales desarrollados por el JBB teniendo en cuenta las características específicas del lago. Para su realización se utilizaron contenedores y canastillas plásticas geotextil. Localizándose en las zonas C y D del lago (Figuras 1 y 2, Tabla 2).

1. Técnica de siembra directa. Siembra tradicional. Se realizó en la isla y el borde terrestre del lago, con plantas emergentes (Figura 4a).

2. Técnica de cojín. Contenedor cerrado de geotextil y polisombra de 30 x 70 cm con una extensión de geotextil de 150 cm. Se emplea sustrato semiarcilloso y se mantiene bajo el agua, la extensión del geotextil queda debajo de la tierra como mecanismo de sujeción al borde con estacas metálicas (Figura 4b). Se empleó en el sector de borde, con plantas emergentes.

3. Técnica de tanques. Contenedor circular plástico de tres capacidades diferentes 500 L., 1000 L. y 1500 L. Con ocho perforaciones en los costados de 6,5 cm de diámetro. En su interior se ubican canastillas plásticas de 25 cm de alto, 40 cm de ancho y 60 cm de ancho y los espacios entre ellas se completan con grava lavada de peña, sobre esta capa se instalan los “bolsillos” contenedores de geotextil con extremo abierto de 40 x 70 cm. Los tanques se encuentran sobre una plataforma de canastillas plásticas apoyadas en el fondo del lago (Figuras 4c). Se implementó en la zona D.

4. Técnica de tinas. Contenedor plástico rectangular de 150 L, con unas dimensiones de 158 cm x 61 cm x 31 cm. Con ocho perforaciones en los costados

de 6,5 cm de diámetro. En su interior se ubica una capa de grava, sobre ésta una pieza de geotextil rectangular de 190 cm x 90 cm, sobre la cual se colocaba sustrato semiarcilloso y se sembraron los núcleos de vegetación. Estas tinas descansan sobre una plataforma de grava delimitada con canastillas de grava (Figura 4d). Se sembraron plantas emergentes y de hojas flotantes. Se implementó en la zona C.

VARIABLES EVALUADAS, FORMA DE REGISTRO E INDICADOR GENERADO PARA CALCULAR TASAS DE CRECIMIENTO Y FENOLOGÍA DE LAS ESPECIES

Para el seguimiento de la vegetación de todas las especies, se registraron las siguientes variables de crecimiento con una frecuencia mensual, estas a su vez se relacionan con los indicadores generados para el monitoreo (Tabla 3).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

VARIABLES AMBIENTALES Y COBERTURA VEGETAL

La relación entre la cobertura y las variables fisicoquímicas del agua se evaluaron en las técnicas asociadas al cuerpo de agua: tanques, tinas y cojines, y fueron examinados usando primero a través de un acercamiento univariado con un análisis de correlación bivariado entre las variables ambientales y las coberturas vegetales. El segundo fue un acercamiento multivariado utilizando un análisis de redundancia canónica, el cual es útil cuando el gradiente ambiental que se examina es corto. Para seleccionar las variables significativas en la explicación de la variación de la cobertura, se utilizó el método de selección hacia delante -forward selection- basado en un test de aleatorización de Monte Carlo (Legendre y Legendre 2012), además para establecer el porcentaje de varianza explicada por el grupo de variables fisicoquímicas y climáticas se realizó un análisis de partición de la varianza aplicado al RDA (Zuur *et al.* 2007). Las coberturas de las réplicas en cada tiempo fueron promediadas y transformados con la fórmula. Para evaluar las técnicas más efectivas de establecimiento por especie, se realizó un análisis estadístico no paramétrico longitudinal, dadas las condiciones del diseño experimental (Anderson 2001).

Tabla 2. Ensayos por técnicas y zonas para las 25 especies monitoreadas en el lago del Jardín de humedales por forma de crecimiento y criterio de selección.

Pradera enraizada emergente herbácea						
Criterios de selección						
Especie	Amenazadas	Nativas y endémicas	Hábitat Fauna	Potencial ornamental	Técnica	Zona
1	<i>B. fischeri</i>	X		X	Talud_tierra Bolsillo	Borde Tanque
2	<i>B. laevis</i>		X	X	Cojín Tina	Borde Puente
3	<i>C. mexicana</i>		X		Talud_tierra	Borde
4	<i>C. coronopifolia</i>			X	Bolsillo	Tanque
5	<i>G. bogotensis</i>	X	X		Cojín Bolsillo	Borde Tanque
6	<i>H. ranunculoides</i>		X		Talud_tierra Cojín Bolsillo	Isla Borde Tanque
7	<i>H. umbellata</i>		X		Bolsillo	Tanque
8	<i>L. hexapetala</i>		X	X	Cojín	Borde
9	<i>L. peploides</i>		X	X	Talud_tierra Cojín Bolsillo	Isla Borde Tanque
10	<i>L. peruviana</i>		X	X	Talud_tierra	Borde
11	<i>P. punctata</i>		X		Talud_tierra Talud_tierra	Isla Borde
12	<i>P. acuminatum</i>		X		Talud_tierra	Borde
Pradera enraizada emergente flotante						
Especie	Amenazadas	Nativas y endémicas	Hábitat Fauna	Potencial ornamental	Técnica	Zona
13	<i>R. flagelliformis</i>	X	X		Tina	Puente
14	<i>M. ancylopoda</i>		X	X	Tina	Puente
Pradera enraizada emergente graminoide						
Especie	Amenazadas	Nativas y endémicas	Hábitat Fauna	Potencial ornamental	Técnica	Zona
15	<i>C. rufus</i>		X		Talud_tierra Talud_tierra	Isla Borde
16	<i>C. luridiformis</i>	X	X	X	Talud_tierra	Borde
17	<i>T. latifolia</i>		X	X	Tina	Puente

Cont. **Tabla 2.** Ensayos por técnicas y zonas para las 25 especies monitoreadas en el lago del Jardín de humedales por forma de crecimiento y criterio de selección.

Pradera enraizada emergente juncoide						
Especie	Amenazadas	Nativas y endémicas	Hábitat Fauna	Potencial ornamental	Técnica	Zona
18	<i>E. montana</i>	X		X	Talud_tierra Cojín	Borde Borde
19	<i>E. bogotensis</i>	X			Talud_tierra Bolsillo	Borde Tanque
20	<i>E. palustris</i>	X		X	Cojín	Borde
21	<i>J. effusus</i>			X	Talud_tierra Talud_tierra	Isla Borde
22	<i>S. californicus</i>		X	X	Talud_tierra Tina	Borde Puente
23	<i>J. ramboi</i> subesp. <i>colombianus</i>				Bolsillo	Tanque
24	<i>J. densiflorus</i>		X	X	Bolsillo	Tanque
25	<i>J. microcephalus</i>	X	X		Talud_tierra Bolsillo	Borde Tanque



Figura 4. a) Técnica de siembra directa. b) Técnica de cojín. c) Técnica de tanques. d) Técnica de tina. e) Técnica tanques, esquema de canastillas y vegetación.

Tabla 3. Forma de registro de variables de supervivencia, fenología y crecimiento.

Variable	Periodicidad de medición	Forma de registro de datos	Indicador
Supervivencia	Mensual	Conteo de número de plantas vivas por especie, de acuerdo a los individuos etiquetados.	Porcentaje de supervivencia
		Evaluación de porcentaje de cobertura para especies con reproducción reptante o por estolones.	
Fenología	Mensual	Registro de la presencia de botones, flores, frutos y semillas por especie, rebrotes.	Tabla con presencia de botones flores, frutos y semillas en el tiempo.
			Rebrotes.
Forma de registro de las variables de Crecimiento			
Variable	Periodicidad de medición	Forma de registro de datos	Indicador
Cobertura	Mensual	Utilizando un cuadrante de 0,5m x 0,5m, dividido en 100 cuadros, se cuentan el número de cuadros en los que se encuentra la planta.	Porcentaje de cobertura (%) en el tiempo.
Altura	Mensual	Distancia desde la base hasta el ápice de la hoja más alta.	Altura máxima en el tiempo (cm).
Longitud	Mensual	Distancia del borde del agua a la hoja más distante sobre la superficie del agua.	Longitud (cm) en el tiempo.
Perímetro basal	Mensual	Se mide colocando la cinta métrica alrededor de las nuevas yemas de la macolla.	Tasa de crecimiento (cm/mes).

Variables climáticas y estados fenológicos

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de alguno de los indicadores de la fenología y la relación con los aspectos climáticos se realizó un modelo lineal generalizado (GLM), escogiendo la función logit para datos con distribución binomial ya que la variable respuesta es de tipo binaria (Guisande *et al.* 2011). Finalmente todos los análisis numéricos fueron realizados en el software R v 3.2.2 (2015).

Resultados

Clima local

La precipitación en el área registra una media al año de 2,32 mm/año y un total de 847 mm/año, con un régimen de lluvias bimodal, presentando dos períodos de alta precipitación, entre abril y mayo, y el segundo periodo octubre y noviembre y dos periodos de baja precipitación entre enero y febrero y el segundo julio y agosto (Figura 5). La

temperatura promedio año fue de 13,7 °C, con una variación baja a lo largo del año (0,26 °C).

Características fisicoquímicas del lago

En términos generales el lago se puede clasificar como un ambiente oligotrófico con aguas de baja turbidez, oxigenadas y bajas en nutrientes. Estas características son dadas por su origen, ya que el aporte principal de agua proviene de una mezcla de agua lluvia y potable suministrada por la Empresa de Acueducto de Bogotá. Las variaciones observadas a nivel espacial y temporal no son marcadas, por lo cual a pesar de que su construcción se sectorizó, la masa de agua presenta las mismas características y solo la profundidad es la variable que tiene una clara diferencia entre los sectores por la morfometría del lago. Otras ligeras variaciones como turbidez y sólidos suspendidos corresponden a las microcondiciones generadas por la materia orgánica aportada por vegetación propagada en las zonas C y D.

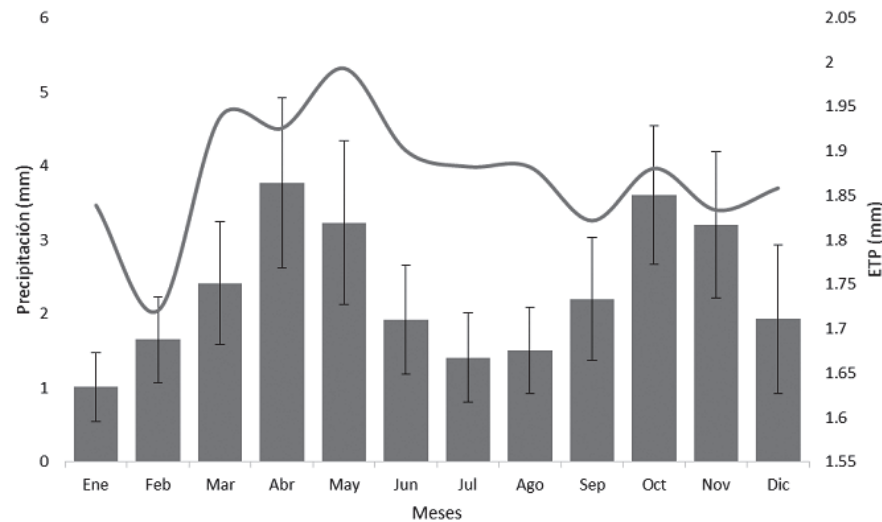


Figura 5. Precipitación diaria mensual multianual y evapotranspiración potencial (ETP), método Thornthwaite diaria mensual (Ideam-estación JBB 1978-2013) ajustados para el lago.

Influencia de las variables fisicoquímicas y climáticas en el incremento en la cobertura

En general, la profundidad se correlacionó significativamente con 10 de las 16 especies evaluadas, siendo fuertes ($> 0,7$) en aquellas sembradas en la técnica de tanque y una en la técnica de cojín. Otras variables ambientales mostraron correlación significativa pero con relaciones débiles (0,5) (Tabla 4).

De las 12 variables ambientales evaluadas durante el estudio, siete resultaron significativas ($p < 0,05$) explicando el 75 % de la variación de la cobertura de la vegetación de acuerdo a la técnica evaluada (Figura 6). De acuerdo a la técnica evaluada las variables ambientales ejercen una influencia sobre el éxito de las coberturas de la especie sembrada en el caso del primer y tercer eje, en el cual la profundidad fue la variable que mayor explicó la variación de cobertura para el primer eje, correlacionándose ($-0,86 p < 0,05$) con la cobertura de las especies sembradas en la técnica de bolsillo sector tanque (zona C). Las especies sembradas en la técnica tina muestran una correlación positiva con los sólidos suspendidos y negativa con el pH (0,67 y -0,60 $p < 0,05$ respectivamente).

La explicación particionada de la varianza de las variables fisicoquímicas y climáticas muestra que las primeras explicaron el 66 % de la variación de

la cobertura de la vegetación evaluada, mientras que las climáticas explicaron el 5 %. La profundidad que condicionó la variabilidad biótica mostró una relación inversa con la precipitación local, esta independencia es explicada por que los niveles de agua del lago son regulados a través de agua que ingresa de la Empresa de Acueducto de Bogotá, esto puede explicar la pobre relación entre clima y la cobertura vegetal.

Evaluación de las técnicas por formación vegetal

La técnica de tinas, empleada en el establecimiento de las especies de la formación vegetal de hojas flotantes fue exitosa, manteniéndose la cobertura de los individuos y registrando nuevos rebrotes. El análisis no paramétrico exhibe una mayor sensibilidad para *Ranunculus flagelliformis* como respuesta a las fluctuaciones climáticas comparado con *Marsilea ancylopoda* (Figura 7).

En la formación vegetal de pradera enraizada herbácea, se destacaron las especies *Ludwigia hexapetala* y *L. peploides*, las cuales presentaron un incremento importante en las variables de cobertura y longitud, en cada una de las técnicas y localización ensayadas. Estas exhibieron un incremento de 42 cm^2/mes y 45 cm^2/mes en cobertura respectivamente, incrementando proporcionalmente en longitud.

Tabla 4. Correlación de la influencia de variables ambientales en el incremento en la cobertura.

<i>Variable</i> <i>Especie</i>	Profundidad (m)	Turbidez (NTU)	Sólidos Suspendidos (mgL-1)	Nitritos (mgL-1)	Nitratos (mgL-1)	Nitrógeno total (mgL-1)	Fosfatos (mgL-1)	Fosforo total (mgL-1)
<i>B. fischeri</i>	0,55	-0,16	0,54	0,27	-0,31	-0,23	0,03	-0,21
<i>B. laevis</i>	-0,51	-0,13	-0,04	-0,12	-0,24	0,43	-0,23	0,09
<i>C. coronopifolia</i>	0,72	0,03	0,42	0,24	-0,17	-0,25	0,02	-0,23
<i>E. montana</i>	-0,75	-0,22	-0,07	-0,07	0,1	-0,06	0,29	0,02
<i>E. palustris</i>	0,79	0,28	0,19	0,08	0,06	-0,26	-0,01	-0,15
<i>E. bogotensis</i>	-0,68	-0,08	-0,14	-0,11	0,25	-0,08	0,52	0,15
<i>G. bogotensis</i>	0,37	0,16	0,08	0,1	0,17	-0,27	0,27	0,1
<i>H. ranunculoides</i>	-0,41	-0,23	0,17	0,15	-0,07	-0,26	0,21	-0,26
<i>H. umbellata</i>	0,35	0,18	-0,25	0,06	0,24	-0,11	-0,06	0,08
<i>J. densiflorus</i>	0,8	0,34	0,09	0,16	0,1	-0,27	-0,03	-0,07
<i>J. microcephalus</i>	0,45	0,42	-0,37	0,09	0,34	-0,16	-0,09	0,14
<i>J. ramboi</i>	0,49	-0,38	0,51	0,19	-0,32	-0,23	-0,04	-0,19
<i>L. hexapetala</i>	-0,55	-0,05	-0,32	-0,11	0,27	0,07	-0,27	0,28
<i>L. peptoides</i>	0,04	0,22	-0,13	0,21	0,19	-0,29	-0,14	-0,04
<i>M. ancylopopoda</i>	-0,03	-0,04	-0,03	-0,06	-0,19	0,35	-0,21	0,02
<i>R. flagelliformis</i>	-0,04	0	-0,05	-0,04	-0,1	0,43	-0,26	0,04

Cont. **Tabla 4.** Correlación de la influencia de variables ambientales en el incremento en la cobertura.

<i>Variable</i> <i>Especie</i>	Oxígeno disuelto (mgL-1)	DQO (mgL-1)	DBO (mgL-1)	pH	Temperatura (°C)	Conductividad (µScm-1)	Precipitación (mm)	Evaporación real (mm)
<i>B. fischeri</i>	0,18	0,25	-0,07	-0,43	-0,15	-0,35	-0,19	0,35
<i>B. laevis</i>	0,21	0,07	0,14	0,04	-0,04	-0,12	-0,23	0,08
<i>C. coronopifolia</i>	0,02	0,23	-0,08	-0,36	-0,07	-0,26	-0,13	0,36
<i>E. montana</i>	-0,29	-0,2	0,06	0	0,06	0,01	0,04	-0,14
<i>E. palustris</i>	-0,18	0,17	-0,2	-0,07	0,01	-0,01	-0,19	0,32
<i>E. bogotensis</i>	-0,3	-0,25	-0,02	0,17	0	0,15	0,14	-0,3
<i>G. bogotensis</i>	-0,42	-0,07	-0,2	0,07	-0,15	0,01	-0,07	0,06
<i>H. ranunculoides</i>	-0,09	-0,1	0,15	-0,36	0,11	-0,14	-0,11	0,19
<i>H. umbellata</i>	-0,22	-0,16	-0,02	0,19	0,14	0,2	0,46	-0,32
<i>J. densiflorus</i>	-0,2	0,1	-0,14	-0,02	0,02	0,04	-0,07	0,17
<i>J. microcephalus</i>	-0,29	-0,25	-0,02	0,27	0,02	0,36	0,07	-0,05
<i>J. ramboi</i>	0,25	0,11	-0,14	-0,44	-0,26	-0,33	-0,17	0,47
<i>L. hexapetala</i>	-0,56	-0,23	0	0,29	0,12	0,25	0,1	0,19
<i>L. peploides</i>	-0,5	-0,12	0,06	0,03	0,26	0,17	0,03	-0,02
<i>M. ancylopoda</i>	0,5	0,14	0,14	0,01	-0,06	-0,05	-0,03	-0,02
<i>R. flagelliformis</i>	0,47	0,04	0,17	0,07	-0,04	0,05	0,01	-0,03

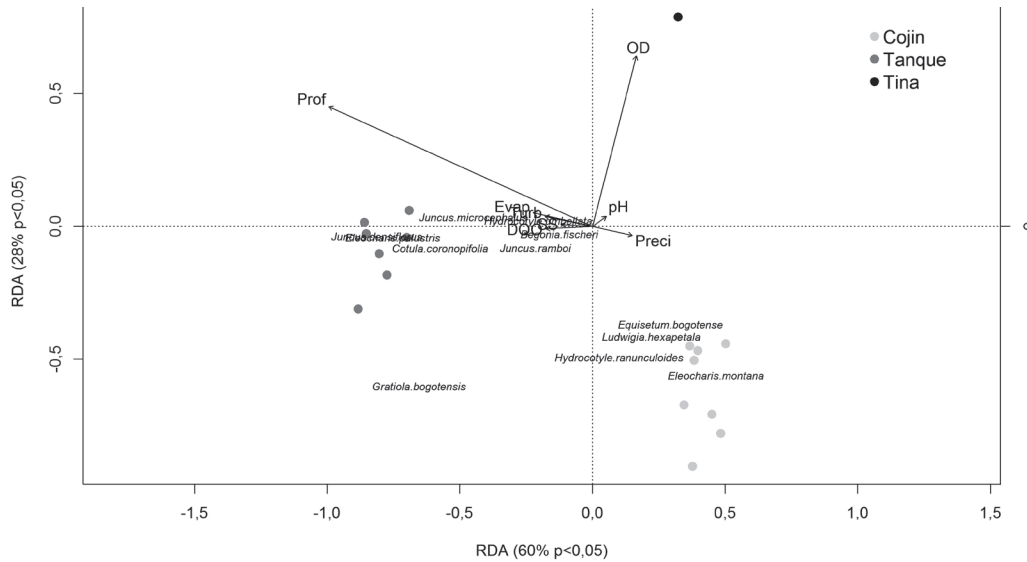


Figura 6. Biplot Análisis de Redundancia Canónico de la relación de las variables ambientales significativas ($p < 0.05$) y la cobertura vegetal de acuerdo a la técnica evaluada representada por los puntos. Prof = Profundidad, OD = oxígeno disuelto, Preci = Precipitación, Evap = Evaporación, DBO = Demanda química de oxígeno 5 días, DQO = Demanda química de oxígeno, SS = Sólidos suspendidos.

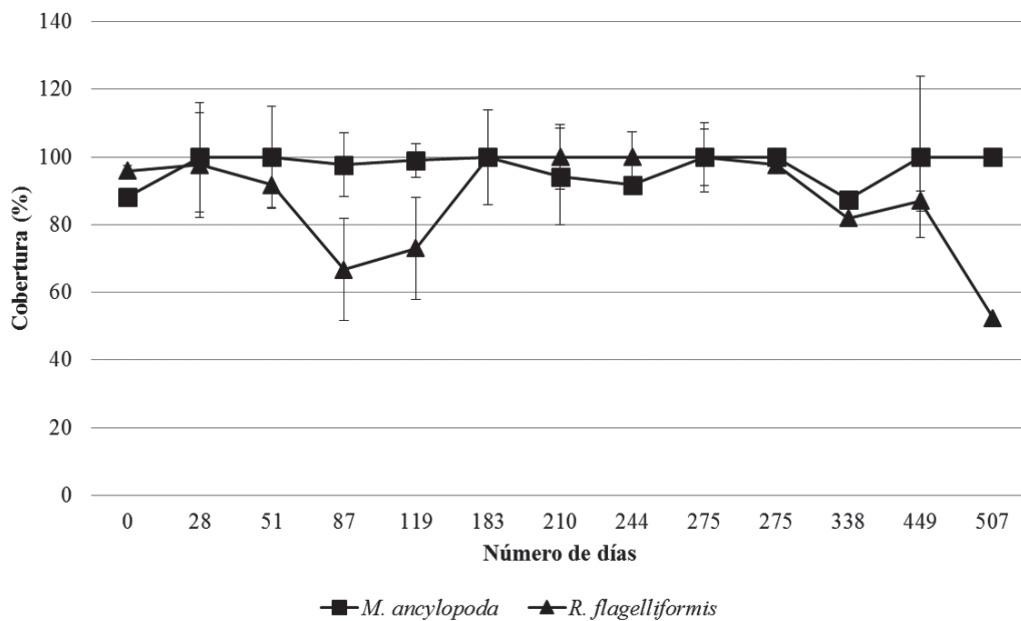


Figura 7. Porcentaje de cobertura de dos especies de hojas flotantes. Los puntos son el promedio de las réplicas, las barras la desviación estándar.

Al igual que la especie *Bidens laevis*, con un incremento de 80 cm²/mes en cobertura y un incremento neto en longitud de 110,3 cm para este sistema, pero que en condiciones naturales reporta un crecimiento más agresivo (Díaz *et al.* 2012) (Figura 8).

La especie *Hydrocotyle ranunculoides* presentó una tendencia negativa en cobertura teniendo en cuenta todas las técnicas y zonas empleadas. Al igual que los individuos de *Cotula coronopifolia*, los cuales disminuyeron su porcentaje de cobertura para la única técnica empleada. Los individuos de *Cotula mexicana* reportan una disminución significativa en el último trimestre, asociada a su ciclo de vida anual, reduciendo su cobertura, sin generar nuevos rebrotes (Figura 9).

Las especies de la formación graminoide *Carex luridiformis* y *Cyperus rufus*, mostraron un incremento promedio para la variable de perímetro basal de 10,35 cm y 28,77 cm mediante el análisis longitudinal, aspecto que corrobora el establecimiento de las especies mediante la técnica de siembra directa. Adicionalmente, la especie *Typha*

latifolia, también perteneciente a esta formación vegetal, ensayada en un sustrato sumergido tinas, presentó un incremento representativo en altura neta de 168,63 cm y perímetro basal 22,54 cm, logrando conformar una cobertura estable, capaz de completar su ciclo fenológico en condiciones *ex situ* (Figura 10). Esta formación vegetal comparada con las tasas reportadas para la formación juncoide, fue inferior, dada la arquitectura de su forma de crecimiento. No obstante, estas especies conformaron amplias coberturas en la colección viva. Sector de la isla. El grupo de las especies juncoide, facilitó la generación de microclimas que favorecían el establecimiento de otras especies como *Hydrocotyle umbellata* e *H. ranunculoides* en la parte basal de las macollas, dado su incremento en perímetro basal mediante la producción de rebrotes. Los registros más exitosos en perímetro basal promedio fueron para las especies *Juncus microcephalus* y *J. effusus* en el sector de la isla 76,56 cm, y 76,38 cm. No obstante, aunque la especie *Schoenoplectus californicus*, registró menores valores en el incremento en perímetro basal 27,60 cm comparado con las especies anteriores, esta fue una especie exitosa que reportó incrementos acordes a la arquitectura de crecimiento (Figura 11).

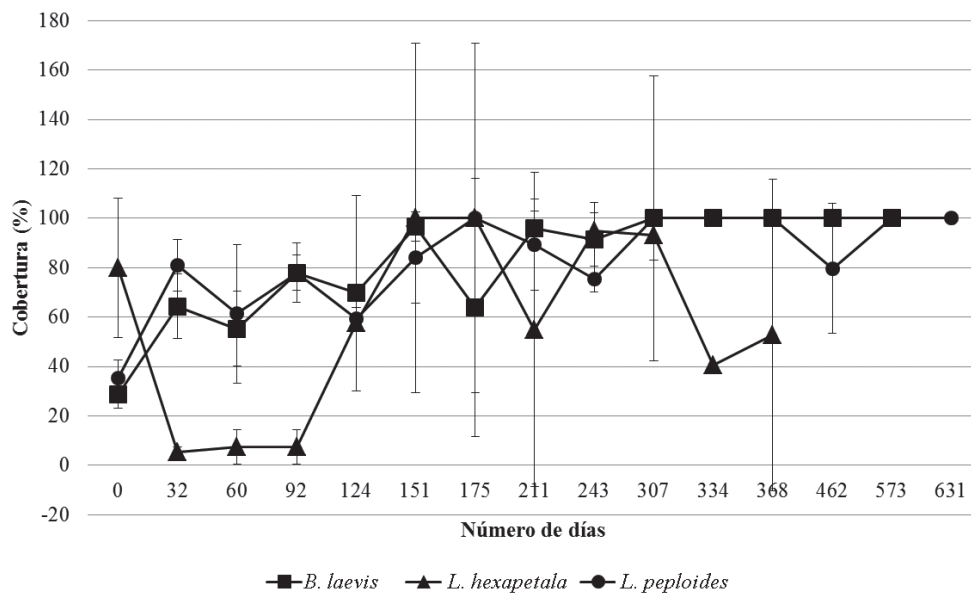


Figura 8. Porcentaje de cobertura de tres especies de formación herbácea, exitosas en la técnica borde-cojín. Los puntos son el promedio de las réplicas y las barras la desviación estándar.

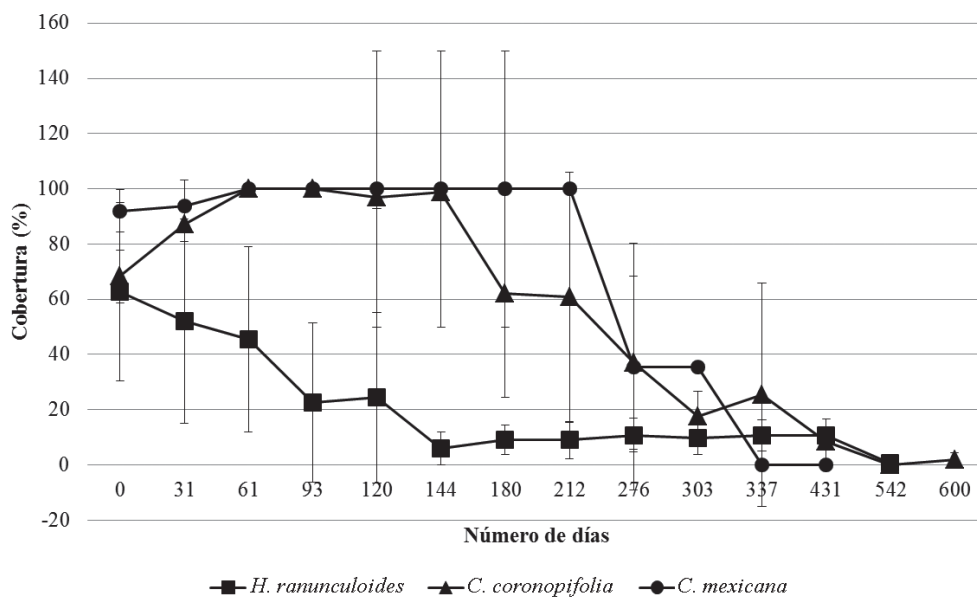


Figura 9. Porcentaje de cobertura para las especies menos exitosas de la formación herbácea. Los puntos son el promedio de las réplicas y las barras la desviación estándar.

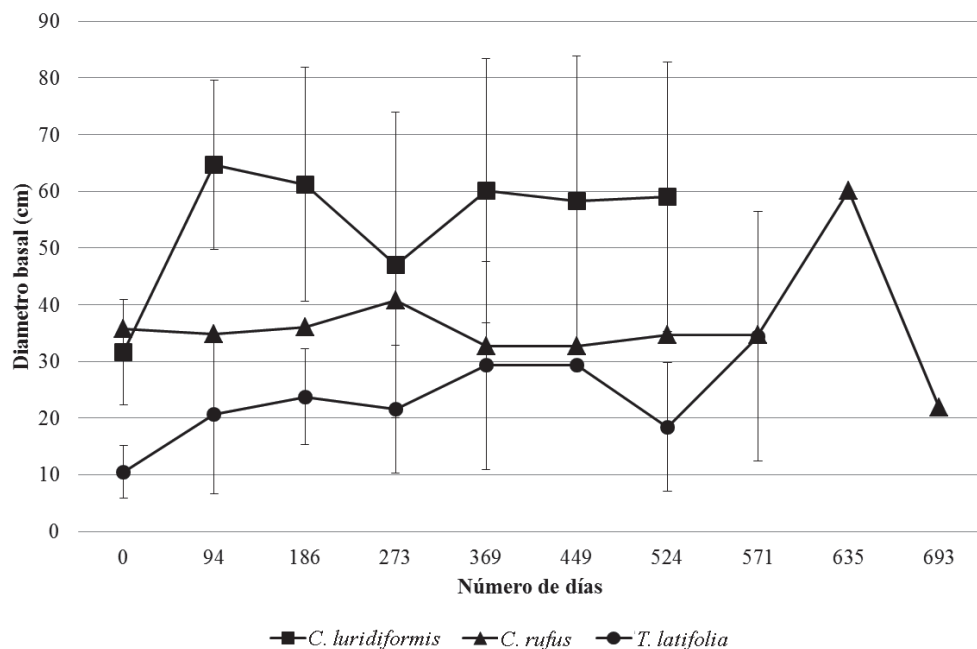


Figura 10. Perímetro basal de las especies de la formación graminoide. Los puntos son el promedio de las réplicas y las barras la desviación estándar.

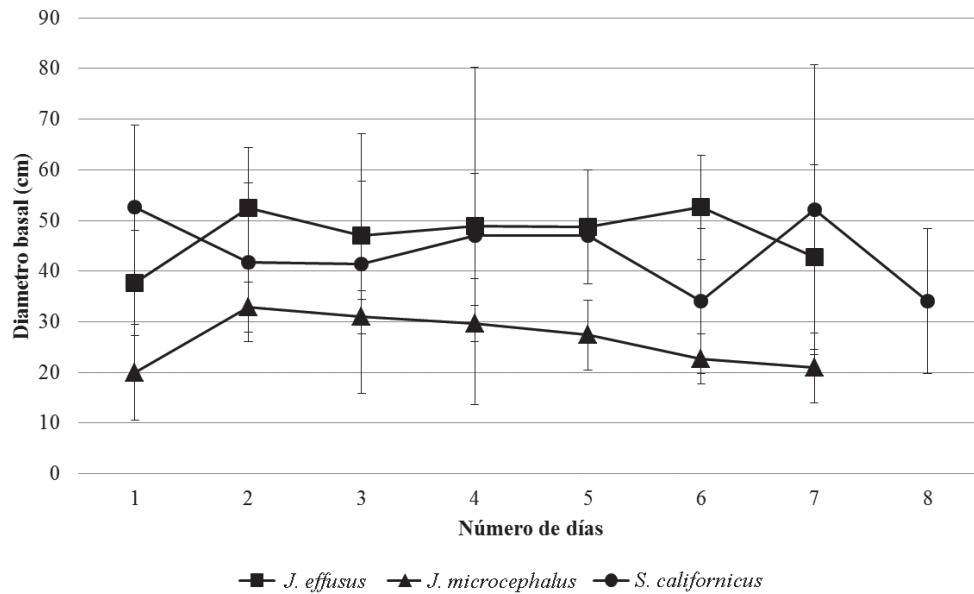


Figura 11. Perímetro basal, para las especies de la formación juncoide. Los puntos son el promedio de las réplicas y las barras la desviación estándar.

Los estados fenológicos botón y flor mostraron que la probabilidad de presentar el evento se incrementa con los periodos de baja o media temperatura y evaporación, esto corresponde a los meses de mayor precipitación marzo hasta mayo y septiembre hasta noviembre, mientras que el fruto y la semilla presentaron mayor probabilidad de encontrarse en los meses de enero, julio y agosto, donde la interacción de temperatura y evaporación aumenta (Tabla 5).

Discusión

En un esfuerzo por identificar los factores abióticos determinantes para el establecimiento de las 25 especies del humedal, se construyó una colección viva *ex situ* en la que se encontró que las especies nativas de humedales con categorías de amenaza, endémicas, de rangos restringidos o que aportan hábitats a la fauna de la Sabana de Bogotá, pueden ser implementadas en sistemas artificiales que buscan representar la biodiversidad de un sistema natural. En este estudio se hace referencia a *establecimiento* cuando una especie es capaz de mantener o incrementar su cobertura independientemente de su parental y desarrollar estrategias de reproducción sexual y/o asexual, de acuerdo con el concepto empleado por

los autores Grubb (1985), Peart (1989), Gardner y Mangel (1999). Se confirmó que, en condiciones de baja disponibilidad de nutrientes, estas especies son capaces de desarrollar estrategias de reproducción, que facilitan su establecimiento; pese a que no todas completaron su ciclo fenológico, se registró una alta persistencia clonal por parte de la mayoría de las especies evaluadas (Grace 1993, Sultan 2001, Dorken y Barret 2004).

La propagación asexual fue una de las tres estrategias que las especies en condiciones *ex situ* exhibieron en sus ciclos fenológicos *L. peploides*, *M. ancylopoda* entre otras. La segunda estrategia fue la producción constante de semillas, como fue el caso de *C. rufus* y *J. effusus* y finalmente, el desarrollo de estructuras sexuales asociadas a las fluctuaciones climáticas del sitio, estrategia que las especies: *Equisetum bogotensis*, *H. ranunculoides*, *Gratiola bogotensis*, *C. coronopifolia* mostraron al producir flores o frutos en periodos de mayor precipitación o en periodos de sequía. En el hábitat natural las estrategias de propagación sexual y asexual por lo general están reguladas por el clima local y los disturbios asociados a los ecosistemas naturales (Schupp 1995, Chaparro 2003, Crowley y McLetchi 2002). En la adecuación de

Tabla 5. Resumen del modelo lineal generalizado (GLM) logístico binario de la relación de presencia o ausencia de estado fenológico con variables ambientales (solo se incluyeron las especies cuyas variables independientes fueron significativas $p < 0,05$). Tmedia=Temperatura promedio, Evap=Evaporación.

Especie	Estado fenológico	Variable	Pendiente	Desviación estándar	Z	p
<i>P. punctata</i>	Botón	Evap.	5,80E-01	2,67E-01	2,167	0,0303
		Tmedia: Evap.	-2,54E-02	1,27E-02	-2,004	0,045
		Tmedia	2,61E+00	9,61E-01	2,722	0,00649
<i>B. laevis</i>	Flor	Evap.	1,31E+00	4,95e-01	2,649	0,0080
		Tmedia: Evap.	-6,86E-02	2.54E+01	2,698	0,0069
		Tmedia	0,8091	0,3691	2,192	0,0284
<i>H. ranunculoides</i>	Flor	Tmedia:Evap.	-0,021	0,009	-2,395	0,0166
		Tmedia	1,99E+03	9,452-01	2,108	0,0350*
		Evap	1,06E+03	4,93E+02	2,156	0,0311*
<i>C. coronopifolia</i>	Botón	Tmedia: Evap.	-5,28E+01	2,47E-02	-2,142	0,0322*
		Tmedia	-2,21	0,835	-2.652	0,00866**
	Fruto	Tmedia: Evap.	0,042	0,018	2,327	0,019*
		Evap.	-1,083	0,5187	-2,089	0,0367*
<i>G. bogotensis</i>	Fruto	Tmedia: Evap.	0,04	0,024	1,99	0,0466*
		Evap.	-1,73E+00	6,46e01	-2,668	0,0076**
<i>E. montana</i>	Semilla	Tmedia: Evap.	8,00E-02	3,06E+01	2,619	0,0088**

este sistema acuático artificial también se encontró más eficiente seleccionar especies perennes que pueden llegar a adaptarse, producir rebrotes, y completar su ciclo fenológico, frente al uso de especies anuales que se establecen, producen semillas, pero no mantienen a futuro su cobertura (Pitt y Heady 1978). Es el caso de la especie *C. mexicana* que presentó un ciclo anual (Molau 1988), y se estableció de manera exitosa en un periodo de tiempo de seis meses en el que produjo semilla. Esta condición, sin embargo, no promovió el reclutamiento de nuevos individuos, por lo que fue necesario realizar cosechas y germinaciones en vivero para recuperar así la cobertura.

El estudio confirmó que una colección viva que se crea desde el reconocimiento de la ecología de las

especies a establecer puede alcanzar el equilibrio al lograr reproducirse en un sistema acuático con condiciones diferentes a las naturales y con una dinámica propia que requiere bajo mantenimiento, lo cual lo hace sostenible desde el punto de vista ecológico y económico (Tsimilli *et al.* 1996).

Mediante las asociaciones implementadas en este sistema para reproducir los micro hábitats también se encontró que las plantas anuales, a pesar de tener cortos ciclos de vida, aportan nutrientes en su fase de senescencia al sustrato y, de esta manera, contribuyen al establecimiento de las especies perennes de vida más larga (Grubb 1985, Crawley y May 1987, van der Maarel y Franklin 2013). Este fue el caso de la *Calceolaria mexicana* que mejoró el

establecimiento de los individuos de *Begonia fischeri*. Otros tipos de asociaciones que promovieron dinámicas de autorregulación de este sistema, estuvieron conformadas por especies con altas tasas de crecimiento que en otros ambientes artificiales exhiben un comportamiento altamente competitivo, desplazando especies. Por ejemplo, las especies *Ludwigia hexapétala*, *L. peploides* y *Bidens laevis* (Leck *et al.* 1994, Dandelot *et al.* 2008, Okada *et al.* 2009, Díaz *et al.* 2012). En este caso no mostraron una tendencia agresiva sino que ayudaron a generar un microclima adecuado en la colección viva, favoreciendo el desarrollo de la zona de transición entre el suelo y el espejo de agua. Asimismo, *H. ranunculoides* y *C. coronopifolia* reclutaron nuevos individuos en microclimas establecidos por macollas de *J. effusus*, a pesar de reportar el 100 % de mortalidad con las técnicas empleadas para su establecimiento cojín. Las asociaciones, sin embargo, deben ser controladas en función de la selección de especies y sus características *in situ*; la no intervención o control puede estimular el comportamiento invasor y alterar el establecimiento de las demás especies. Adicionalmente el comportamiento equilibrado de algunas especies, puede evidenciar que su comportamiento invasor está asociado a condiciones alteradas (Rial 2013).

El estudio encontró que la profundidad condicionó el éxito de la conservación *ex situ* de este ensayo, así como lo mencionan Brownlow *et al.* (1994), Brock y Casanova (1997), Casanova y Brock (2000), van Geest *et al.* (2005). En un sistema natural, la fluctuación del nivel del agua es cíclica en tanto está en función del clima; los cambios de profundidad influyen de manera específica en cada micrositio, que a su vez está definido por la topografía (Schmidt-Mumm 1998, Roy *et al.* 1999, Deegan *et al.* 2007, Hernández-R y Rangel-Ch 2009, Rauling *et al.* 2010). En el lago se exhibieron fluctuaciones periódicas asociadas al clima local, pero las técnicas empleadas no garantizaron los niveles mínimos de agua requeridos por las especies. Aunque éstas presentaron diferentes estrategias reproductivas y de plasticidad fenotípica para mantener su cobertura, es necesario mejorar las técnicas garantizando un nivel mínimo del agua durante los períodos de sequía. La vegetación del humedal responde a diferencias en el

régimen hídrico local y las características espaciales que cada micrositio presenta, estas condiciones limitantes se presentan tanto en ecosistemas naturales como en sistemas artificiales (Smith 1997, Schmidt-Mumm 1998, Roy *et al.* 1999, Leck *et al.* 2000, van Geest *et al.* 2005, Raulings *et al.* 2010).

Las cuatro técnicas implementadas en el estudio se diseñaron a partir de observaciones de los micrositos en el hábitat natural de las especies seleccionadas; este criterio, sin embargo, no se integró con la topografía del lago, lo cual pudo influenciar la capacidad de campo o contenido de agua capaz de retener el suelo en cada técnica, aspecto que se evidenció en la disminución de coberturas en el sistema. Como respuesta a este inconveniente, el estudio da las bases para el desarrollo de un modelo hídrico en el que se establece el volumen mínimo de entrada de agua que debería mantener el sistema artificial para garantizar la supervivencia de los individuos. Por otra parte, la colección estuvo sometida a ciclos climáticos intensificados por el fenómeno de El Niño (Ideam 2014) durante el periodo de monitoreo, por consiguiente, las técnicas estuvieron expuestas a periodos de baja precipitación y esto afectó el crecimiento de las especies.

La técnica de siembra directa no fue eficiente debido a la ausencia de la transición tierra-agua, lo que no permitió generar el gradiente de diferentes rangos de profundidad a las formaciones vegetales empleadas y en consecuencia, las saturaciones de agua en el sustrato necesarias para cada especie. Asimismo, esta técnica es más sensible a las condiciones del clima local, por lo que debe ser constantemente intervenida con riego en periodos de menor precipitación. El diseño de esta técnica debe adecuarse a la topografía del borde del cuerpo de agua del sistema artificial, para asemejarse más a los ambientes naturales.

Las técnicas con sustratos sumergidos (tanques y tinas) fueron eficientes pese a que la lectura de la batimetría no contempló medidas de contingencia ante las extremas reducciones del nivel de agua. Para la técnica de tina, las coberturas de la mayoría de especies se mantuvieron: su diseño fue menos susceptible a las fluctuaciones del nivel del agua y las especies ensayadas lograron establecerse y desarrollar

estructuras sexuales para completar a futuro su ciclo fenológico. Si bien estas fluctuaciones en el nivel de agua generan una disminución en la cobertura de *M. ancylopoda*, favorecen el desarrollo de estructuras reproductivas, tal como se reporta para plantas de este género (Schmidt-Mumm 1998, Bañares *et al.* 2004, 2010). La técnica de tanque diseñada en el sector de mayor profundidad del lago fue menos eficiente en garantizar un sustrato saturado con agua. En los periodos de baja precipitación, donde el nivel del agua disminuyó, los bolsillos quedaron expuestos a la superficie e impidieron el acceso de agua al sustrato, lo cual generó estrés hídrico en las especies que presentaron reducción de la cobertura y producción de nuevos rebrotes. En la técnica de cojín, la mitad del sustrato quedó expuesto a las fluctuaciones intensas del clima y en periodos de sequía la mortalidad de las especies establecidas en los cojines, fue más alta que para las otras técnicas de sustrato sumergido.

Las especies *J. densiflorus*, *E. montana* y *E. bogotensis*, que lograron adaptarse a esta técnica, comparten formas de crecimiento en macollas que permitieron saturar el sustrato al empujar el cojín hacia el fondo del cuerpo de agua; aquellas que disminuyeron su cobertura presentan formas de crecimiento con biomasa reducida, que dejaron al cojín por encima del nivel del agua e hicieron al sustrato dependiente de los periodos de precipitación.

En futuros estudios las técnicas de establecimiento para la conservación *ex situ* de una colección acuática viva, se deben integrar en su diseño estrategias que aseguren un sustrato saturado de agua, a partir del conocimiento de la batimetría y la topografía del borde del cuerpo de agua. Se deberán establecer variables de monitoreo y seguimiento de las especies seleccionadas acordes con las formas de crecimiento y la ecología de las especies.

La construcción de una colección viva en la que se reconoce la ecología de la especie no solo se logra por medio de asociaciones, también debe tener en cuenta los factores abióticos a simular que fueron el objetivo principal del monitoreo. En lo concerniente al crecimiento de las formaciones vegetales de este sistema, se encontró que la naturaleza físico

química del agua pasa a un segundo plano frente a la variable de profundidad. Las especies seleccionadas crecieron en un ambiente oligotrófico con mínimas concentraciones de nutrientes, es decir, que la calidad del agua no influyó en el establecimiento, pero las reducciones más extremas en su nivel reportaron el menor crecimiento y una mayor mortalidad.

En este estudio, las especies de carácter endémico constituyeron una muestra reducida para los ensayos a realizar en el Jardín, por lo que se propuso una medición donde las variables a monitorear se determinaron a partir de mediciones no destructivas, según la arquitectura y la forma de crecimiento de las especies. Se sugiere incluir a futuro, cálculos de biomasa sin afectar la cantidad de la muestra (Etienne 1989), pues esto favorecería la construcción de un indicador que facilite la comparación de las tasas de crecimiento de las diferentes formaciones vegetales.

Comprender que el nivel del agua es un factor determinante en la dinámica de un ecosistema *ex situ*, fortalece los esfuerzos de investigaciones enfocadas en la ecología de las colecciones acuáticas *ex situ* como un referente para hablar de conservación. Pese a que este estudio solo estuvo dirigido a los humedales de Bogotá, los resultados obtenidos pueden ser extrapolados a otros sistemas acuáticos que busquen ser replicados en colecciones vivas, jardines botánicos y sistemas comerciales. A futuro queda la tarea de seguir monitoreando las dinámicas *ex situ* y continuar el aprendizaje sobre los tiempos de adaptación de las especies según su fenología en un ambiente artificial, para que el campo de la conservación *ex situ* pueda beneficiar el mantenimiento de especies en amenaza de otros ecosistemas acuáticos (Santamaría 2002, Bornette y Puijalón 2011).

Agradecimientos

Al Jardín Botánico José Celestino Mutis por apoyar el desarrollo de este estudio en sus instalaciones, a Andrea Silva, Lizeth Castellanos y al personal de jardineiros del Jardín Botánico por su colaboración en el monitoreo y registro de las variables ambientales. Y a los evaluadores anónimos por los aportes al documento.

Bibliografía

- Anderson, M. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Andrade, G. I. 2015 Introducción. Pp. IX. *En*: Jaramillo, U., J. Cortes-Duque y C. Flórez (Eds.). 2015. Colombia anfibia. Un país de humedales. Volumen 1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 140 pp.
- Bañares, Á., G. Blanca, J. Güemes, J. C. Moreno y S. Ortiz (Eds.). 2004. Atlas del libro rojo de la flora vascular amenazada de España. Dirección General para la Biodiversidad, Publicaciones del OAPN. Madrid, España. 1069 pp.
- Bañares, Á., G. Blanca, J. Güemes, J. C. Moreno y S. Ortiz (Eds.). 2010. Atlas del libro rojo de la flora vascular amenazada de España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino). Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, España. 170 pp.
- Bornette, G. y S. Puijalon. 2011. Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. *Aquatic Sciences* 73 (1): 1-14.
- Brix, H. 1987. Treatment of Wastewater in the Rhizosphere of Wetland Plants. The Root Zone Method. *Water Science Technology* 19: 107-118.
- Brock, M. A. y M. T. Casanova. 1997. Plant life at the edge of wetlands: ecological responses to wetting and drying patterns. Pp. 181-192. *En*: Klomp, N. e I. Lunt (Eds.). *Frontiers in Ecology: Building the Links*.
- Brownlow, M. D., A. D. Sparrow y G. G. Ganf. 1994. Classification of water regimes in systems of fluctuating water level. *Marine and Freshwater Research* 45 (8): 1375-1385.
- Caffrey, J. M., P. Barrett, M. Ferreira, I. S. Moreira, K. J. Murphy y P. M. Wade (Eds.). 1999. Biology, Ecology and Management of Aquatic Plants. *Hydrobiology* 415: v-viii.
- Calvachi, B. 2002. Una mirada regional. La biodiversidad bogotana. *Revista La Tadeo* 67: 89-98.
- Cárdenas, D., N. Castaño y J. Cárdenas. 2010. Análisis de riesgo de especies de plantas introducidas para Colombia. Pp. 51-71. *En*: Baptiste, M. P., N. Castaño., D. Cárdenas., F. P. Gutiérrez., D. L. Gil y C. A. Lasso (Eds.). Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Casanova, M. T. y M. A. Brock. 2000. How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities? *Plant Ecology* 147: 237-250.
- Chaparro, R. B. 2003. Reseña de la vegetación en los humedales de la Sabana de Bogotá. Pp. 71-90. *En*: Los humedales de Bogotá y la Sabana. Vol. I. Acueducto de Bogotá-Conservación Internacional-Colombia.
- Crawley, M. J. y R. M. May 1987. Population dynamics and community structure: competition between annuals and perennial. *Journals of Theoretical Biology* 125 (4): 475-489
- Crowley, P. H. y D. N. McLetchie. 2002. Trade-offs and spatial life-history strategies in classical metapopulations, *American Naturalist* 159: 190-208.
- Dandelot, S., C. Robles, N. Pech, A. Cazaubon y R. Verlaque. 2008. Allelopathic potential of two invasive alien *Ludwigia* spp. *Aquatic Botany* 88 (4): 311-316.
- Deegan, B. M., S. D. White y G. G. Ganf. 2007. The influence of water level fluctuations on the growth of four emergent macrophyte species. *Aquatic Botany* 86 (4): 309-315.
- Díaz, A. M., J. E. Díaz y O. Vargas (Eds.). 2012. Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia. 248 pp.
- Dorken, M. E. y S. C. Barrett 2004. Phenotypic plasticity of vegetative and reproductive traits in monoecious and dioecious populations of *Sagittaria latifolia* (Alismataceae): a clonal aquatic plant. *Journal of Ecology* 92 (1): 32-44.
- Engelhardt, A. K. y M. E. Ritchie. 2001. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. *Nature* 411: 687-689
- Etienne, M. 1989. Non destructive methods for evaluating shrub biomass: a review. *Acta Oecológica* 10 (2): 115-128.
- Franco, L. 2012. Los humedales altoandinos y su importancia como ecosistemas estratégicos. Pp. 192. *En*: Guzmán A. Plantas de los humedales de Bogotá y del Valle de Ubaté. Fundación Humedales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Fondo Hugo Vries (Amsterdam). Bogotá, Colombia.
- Gardner, S. N. y M. Mangel. 1999. Modeling investments in seeds, clonal offspring, and translocation in a clonal plant. *Ecology* 80 (4): 1202-1220.
- Gibbs, J. 2000. Wetlands loss and biodiversity conservation. *Conservation Biology* 14: 314-317.

- Gibbons, J. 2003. Terrestrial habitat: a vital component for herpetofauna of isolated wetlands. *Wetlands* 23 (3): 630-635.
- Grace, J. B. 1993. The adaptive significance of clonal reproduction in angiosperms: an aquatic perspective. *Aquatic Botany* 44: 159-180
- Grubb, P. J., D. Kelly y J. Mitchley. 1982. The control of relative abundance in communities of herbaceous plants. Pp. 79-97. *En: The Plant Community as a Working Mechanism* (Ed.). E. I. Newman, Special publications series of the British Ecological Society.
- Grubb, P. J. 1985. Plant population and vegetation in relation to habitat, disturbances and competition: problems of generalization. Pp. 637-666. *En: Hogeweg, P., B. Hesper, C. P. van Schaik y W.G. Beefink. The Population Structure of Vegetation*, Junk, The Hague. Kluwer Academic Publishers.
- Guzmán, R. A. 2012. Plantas de los humedales de Bogotá y del Valle de Ubaté. Fundación Humedales, Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Fondo Hugo de Vries (Amsterdam). Bogotá D. C., Colombia. 192 pp.
- Guisande, C., A. Barreiro y A. Vaamonde. 2011. Tratamiento de datos con R. Statistical y SPSS. 1a Ed. España: Editorial Díaz de Santos S. A. 996 pp.
- Hernández, R. y J. O. Rangel-Ch, 2009. La vegetación del humedal de Jaboque (Bogotá, D.C.). *Caldasia* 31 (2): 355-379.
- Ideam (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2014. Plan Nacional de Contingencia para enfrentar el Fenómeno del Niño 2014-2015, Colombia.
- Jaramillo, U., J. Cortés-Duque y C. Flórez (Eds.). 2015. Colombia anfibia. Un país de humedales. Volumen 1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 140 pp.
- Leal, L. y D. Biondi. 2006. Potencial ornamental de especies nativas. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, Garça* 4 (8): 1-16.
- Leck, M. A., C. C. Baskin y J. M. Baskin 1994. Germination ecology of *Bidens laevis* (Asteraceae) from a tidal freshwater wetland. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 121 (3): 230-239.
- Legendre, P. y L. Legendre. 2012. Numerical ecology. 3rd. Amsterdam: Editorial Elsevier. 1006 pp.
- Martínez-Peña, M. L. 2013. Diseños de rehabilitación de la vegetación de humedal a realizar en el lago del Jardín Botánico de Bogotá. Informe técnico. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá, D. C., Colombia. 31 pp.
- Martínez-Peña, M. L., V. I. Jaimes Sánchez 2015. Guía de plantas acuáticas del Jardín de humedales. Colección Mora Osejo. Serie Colecciones Vivas I. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá, D. C., Colombia. 126 pp.
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Island Press Washington, D.C. 137 pp.
- Morales-Rozo, A. y S. De La Zerda. 2004. Caracterización y uso de hábitat del cucarachero de pantano *Cistothorus apolinari* (Troglodytidae) en humedales de la cordillera Oriental de Colombia. *Ornitología Colombiana* 2: 4-18.
- Molau, U. 1988. Scrophulariaceae-Part I Calceolariaceae. *Flora Neotropica, Monograph* 47: i-326
- Ministerio del Medio Ambiente. 2002. Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia. Estrategias para su conservación y uso sostenible. Bogotá, D. C., Colombia. 67 pp.
- Mitsch, J. W. y G. J. Gosselink. 2007. Wetlands. John Wiley & Sons. EEUU. 582 pp.
- Moulder, M., K. Havens, E. Gerrant y D. Falk. 2004. *Ex situ* methods: a vital but underused set of conservation resources. *Ex Situ Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild*, Washington D.C. 20 pp.
- Moreira, I., T. Ferreira, A. Monteiro, L. Catarino y T. Vasconcelos, 1999. Aquatic weeds and their management in Portugal: insights and the international context. *Hydrobiologia* 415: 229-234.
- Naranjo, G. L., G. Andrade y E. Ponce de León. 1999. Humedales interiores de Colombia: bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D. C., Colombia. 79 pp.
- Naranjo, G. L., A. Aparicio y P. Falk. 2006. Important areas for waterbirds on the Pacific coast of Colombia. Pp. 181-182. *En: Boere, G. C., C. A. Galbraith y D. A. Stroud (Eds.). Waterbirds around the world*. TSO Scotland Ltd. Edinburgh.
- Okada, M., B. J. Grewell y M. Jasieniuk, 2009. Clonal spread of invasive *Ludwigia hexapetala* and *L. grandiflora* in freshwater wetlands of California. *Aquatic Botany* 91 (3): 123-129.
- Osbahr, K. y N. C. Gómez. 2011. Abundancia, uso de hábitat y comportamiento de la tingua moteada (*Gallinula melanops bogotensis* Chapman 1914) en el humedal Guaymaral (Bogotá, Colombia). *Revista UDCA. Actualidad y Divulgación Científica* 14 (1): 81 – 91.
- Peart, D. R. 1989. Species Interactions in a Successional Grassland. I. Seed Rain and Seedling Recruitment. *Journal of Ecology* 77 (1): 236-251.

- Peet, R. K. 1992. Community structure and ecosystem function. Pp. 103-151. *En*: Glenn-Lewin, D. C., R. K. Peet y T. T. Veblen. Plant succession: theory and prediction (Vol. 11). Springer Science y Business Media.
- Pitt, M. D. y H. F. Heady. 1978. Responses of annual vegetation to temperature and rainfall patterns in northern California. *Ecology* 59 (2): 336-350.
- Rangel-Ch., J. O. y J. Aguirre. 1983. Comunidades acuáticas alto-andinas I: vegetación sumergida y de ribera en el Lago de Tota, Boyacá, Colombia. *Caldasia* 13: 719-742.
- Rangel-Ch., J. O. 2003. El antiguo Lago de la Sabana de Bogotá, su vegetación y flora en el tiempo. Pp: 53-70. *En*: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Conservación Internacional Colombia (Eds.) Los humedales de Bogotá y la Sabana. Acueducto de Bogotá, D.C.
- R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Raulings, E. J., K. Morris, M. C. Roache, y P. I. Boon. 2010. The importance of water regimes operating at small spatial scales for the diversity and structure of wetland vegetation. *Freshwater Biology* 55 (3): 701-715.
- Rial, B. A. 2000. Aspectos cualitativos de la zonación y estratificación de comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 60 (153): 69-85.
- Rial, A. 2013. Plantas acuáticas: aspectos sobre su distribución geográfica, condición de maleza y usos. *Biota Colombiana* 14 (2): 79-91.
- Robinson, N. 2004. *Planting Design Handbook*. Abingdon, Oxon, GBR: Ashgate Publishing Group. Burlington. 352 pp.
- Roy, V., P. Bernier, A. P. Plamondon y J. C. Ruel. 1999. Effect of drainage and microtopography in forested wetlands on the microenvironment and growth of planted black spruce seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 29 (5): 563-574.
- Rodríguez, J. V. (Ed). 2000. Protocolo general para el desarrollo de actividades de revegetación en los humedales bogotanos. Informe Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y Conservación Internacional Colombia. Bogotá. D.C., Colombia. 151 pp.
- Santamaría, L. 2002. Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica* 23 (3): 137-154.
- Schupp, E. W. 1995. Seed-seedling conflicts, habitat choice, and patterns of plant recruitment. *American Journal of Botany* 82: 399-409.
- Smith; V. 1997. Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. *Journal of Ecology* 85:71-82.
- Schmidt-Mumm, U. 1998. Vegetación acuática y palustre de la Sabana de Bogotá y plano del río Ubaté: ecología y taxonomía de la flora acuática y semiacuática. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá, D.C., Colombia. 193 pp.
- Sultan, S. E. 2001. Phenotypic plasticity for fitness components in *Polygonum* species of contrasting ecological breadth. *Ecology* 82 (2): 328-343.
- Tsimilli, M., G. H. J. Kruger y R. J. Strasser. 1996. About the perpetual state changes in plants approaching harmony with their environment. *Archives des Sciences* 49 (3): 173-203.
- Uribe A. 2012. Diseño técnico del sistema humedal artificial para la adecuación del lago Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis". Informe técnico. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D. C. 21 pp.
- van der Hammen, T., F. G. Stiles, L. Rosselli, M. L. Chisacá, G. Camargo, G. Guillot y D. Rivera. 2008. Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. Secretaria Distrital de Ambiente, Bogotá, D. C., Colombia. 296 pp.
- van der Maarel, E. y J. Franklin. 2013. Vegetation ecology: historical notes and outline. *Vegetation Ecology* 2:1-27.
- Van Geest, G. J., H. Coops, R. M. M. Roijackers, A. D. Buijse y M. Scheffer. 2005. Succession of aquatic vegetation driven by reduced water-level fluctuations in floodplain lakes. *Journal of Applied Ecology* 42 (2): 251-260.
- Wissinger, S. 1999. Ecology of wetland invertebrates. Synthesis and application for conservation and management. Pp. 1043-1086. *En*: Batzer, D., R. Rader y S. Wissinger (Eds.). Invertebrates in freshwaters wetland of North America: Ecology and management. John Wiley & Sons, Inc. EEUU.
- Woodward, R. T y W. Yong-Suhk. 2001. The economic value of wetland service: a meta-analysis. *Ecological Economics* 37: 257-270.
- Zuur, A., E. Ieno y G. Smith. 2007. Analyzing ecological data. Springer. EEUU. 671 pp.

Lina Marcela Camelo-Mendoza
Jardín Botánico José Celestino Mutis
lmcamelom@gmail.com

Myriam Liliana Martínez-Peña
Jardín Botánico José Celestino Mutis
li.martinezzz@gmail.com

Hernando Ovalle-Serrano
Jardín Botánico José Celestino Mutis
dracontos@gmail.com

Vilma Isabel Jaimes
Jardín Botánico José Celestino Mutis
vjaimes.s@gmail.com

Conservación *ex situ* de la vegetación acuática de humedales de la sabana de Bogotá

Cítese como: Camelo-Mendoza, L. M., M. L. Martínez-Peña, H. Ovalle-Serrano y V. I. Jaimes. 2016. Conservación *ex situ* de la vegetación acuática de humedales de la sabana de Bogotá. *Biota Colombiana* 17 (Suplemento 1 - Humedales): 3-26. DOI: 10.21068/c2016s01a01

Recibido: 7 de octubre de 2015
Aprobado: 23 de mayo de 2016

Guía para autores

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

Preparación del manuscrito

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

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

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

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

Evaluación del manuscrito

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

Texto

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

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

Agradecimientos

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

Fotografías, figuras, tablas y anexos

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

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

Bibliografía

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

ARTÍCULO EN REVISTAS

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

LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

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

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

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

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

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

PÁGINAS WEB

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

Guidelines for authors

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

Manuscript preparation

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

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

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

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

Evaluation

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

Text

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

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

Pictures, Figures, Tables and Annex

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

Bibliography

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

JOURNAL ARTICLE

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

BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

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

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

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

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

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

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

WEB PAGES

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

Guía para autores - Artículos de Datos

www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co

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

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

¿Qué es un artículo de datos?

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

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

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

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

¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

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

Preparación de los datos

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

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

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

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

Preparación del manuscrito

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

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1. Solicite al correo sib+iac@humboldt.org.co el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.
2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato “AcronimoDeLaInstitucion_año_tipoDeConjuntoDeDatos”, p.e. ABC_2010_avestini y dar clic en el botón crear.
3. En la vista general del editor seleccione “editar” en la pestaña *Metadatos* (por favor, no manipule ningún otro elemento), allí encontrará diferentes secciones (panel derecho) que lo guiarán en la creación de su manuscrito. Guarde los cambios al finalizar cada sección, de lo contrario perderá la información. Recuerde usar el manual GMP. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la construcción del manuscrito. Las secciones se indican en MAYUSCULAS y los elementos de dichas secciones en **negrilla**.
 - En PARTES ASOCIADAS incluya únicamente aquellas personas que no haya incluido en INFORMACIÓN BÁSICA.
 - Los DATOS DEL PROYECTO y DATOS DE LA COLECCIÓN son opcionales según el tipo de datos. En caso de usar dichas secciones amplíe o complemente información ya suministrada, p. ej. no repita información de la **descripción** (COBERTURA GEOGRÁFICA) en la **descripción del área de estudio** (DATOS DEL PROYECTO).
 - De igual manera, en los MÉTODOS DE MUESTREO, debe ampliar o complementar información, no repetirla. La información del **área de estudio** debe dar un contexto específico a la metodología de muestreo.
 - Es indispensable documentar el **control de calidad** en MÉTODOS DE MUESTREO. Acá se debe describir que herramientas o protocolos se utilizaron para garantizar

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

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

Someter el manuscrito

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

Recuerde adjuntar:

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

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

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

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

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

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

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

Guidelines for authors - Data Papers

www.humboldt.org.co/es/biblioteca/publicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co | [www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co](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)⁵. The structuring of the manuscript based on this standard enables the community of authors publishing datasets globally, with presence in networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and other related networks, to publish data easily while getting proper recognition for their work and to encourage the authors of this type of data sets that have not yet published in these global information networks to have the necessary incentives to do so.

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

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

⁵ GBIF (2011). GBIF Metadata Profile, Reference Guide, Feb 2011, (contributed by O Tuama, E., Braak, K., Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 19 pp. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_metadata_profile_how-to_en_v1.

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

Which manuscripts are suitable for publication as data paper?

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin Core Darwin Core*⁷ (DwC). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

Dataset preparation

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

Manuscript preparation

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

Steps required for the manuscript preparation:

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

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

Submit the manuscript

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

Remember to attach:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

⁸ GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

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

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

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