

# Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia colombiana

Aquatic plants in the floodplains of the Orinoco Basin of Colombia

Mateo Fernández, Ana M. Bedoya y Santiago Madriñán

---

**Citación del recurso.** Fernández, M., A. M. Bedoya y S. Madriñán (2015). Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana, 1137 registros en línea, [http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=plantas\\_acuaticas\\_orinoquia](http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=plantas_acuaticas_orinoquia), publicado el 09/02/2015. GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/9cffad6e-51b7-45ca-8679-32374a07f884> doi:10.15468/v9vn3a

---

## Resumen

Las extensas llanuras inundables de la cuenca del Orinoco presentan las condiciones adecuadas para la proliferación de vegetación acuática. A pesar de su importancia ecológica en los Llanos Orientales de Colombia, la flora acuática que existe en esta región no ha sido suficientemente estudiada. Así mismo, el conocimiento y divulgación de la riqueza y los patrones de distribución de plantas y comunidades acuáticas son muy reducidos. Adicionalmente, la Orinoquia colombiana es una de las regiones más sobreexplotadas del país. Con el fin de tener una primera aproximación a la riqueza de especies de macrófitas presentes en esta región, se colectaron, identificaron y fotografiaron todas las especies de plantas que fueron encontradas asociadas a cuerpos de agua. Durante casi dos años se visitaron 101 localidades, ubicadas en seis departamentos (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta y Vichada) y 19 municipios. En cada localidad se colectó material vegetal seco para herbario y tejidos conservados en sílica. El esfuerzo de muestreo se concentró en plantas hidrófitas y helófitas que habitan ambientes lóticos y lénticos. Los 1167 especímenes colectados fueron depositados en el herbario ANDES (Universidad de los Andes, Bogotá). Se identificaron 95 familias de plantas vasculares que incluyeron 221 géneros y 341 especies, que fueron asociadas al agua. Dentro de las especies colectadas, únicamente 151 se encontraron registradas en el área de estudio con 1374 registros históricos en el Herbario Nacional Colombiano (COL). El presente estudio pretende ser una contribución al conocimiento y divulgación sobre la riqueza y patrones de distribución de las macrófitas en la Orinoquia colombiana. Consideramos que esta información es importante para proponer localidades prioritarias para la conservación y proteger estos ecosistemas de agua dulce tan importantes como amenazados.

**Palabras clave.** Macrófitas. Helófitas. Hidrófitas. Sistemas lénticos. Sistemas lóticos. Cuenca del Orinoco.

## Abstract

The vast floodplains of the Orinoco Basin have the conditions for the proliferation of aquatic vegetation. Despite its ecological importance in the “Llanos Orientales” of Colombia, the aquatic flora in this region has been understudied. Consequently, the knowledge and dissemination of information about the richness and distribution patterns of aquatic plants and aquatic communities is scarce. In addition, the Orinoco Basin of Colombia is among the most over-exploited regions in the country. In order to provide a first insight into the species richness of macrophytes present in the region, plants associated with aquatic habitats were collected, identified, and photographed. For almost two years, 101 localities were visited. These localities were located in six departments (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta and Vichada) and 19 municipalities. In each locality, dried plant material and silica-dried material were collected. Sampling effort was concentrated towards hydrophytes and

helophytes inhabiting lentic and lotic environments. 1167 collected specimens were deposited in the ANDES herbarium (Universidad de los Andes, Bogotá). Among these, 95 families, 221 genera, and 341 species of vascular plants were associated with aquatic habitats. Of the species collected, only 151 had been reported in the study area with 1374 historic occurrences in the “Herbario Nacional Colombiano” (COL) database. The present study aims to contribute to the knowledge and dissemination of information about the richness and distribution patterns of macrophytes in the Orinoco Basin of Colombia. We consider that this information is important in order to propose localities that should be a priority for conservation purposes, and to protect these important and threatened fresh-water ecosystems.

**Keywords.** Macrophytes. Helophytes. Hydrophytes. Lentic waters. Lotic waters. Orinoco Basin.

## Introducción

**Propósito.** La región de los llanos posee un complejo y amplio sistema de humedales y sabanas en los que las plantas acuáticas son diversas y abundantes (Huber *et al.* 2005). Estos ambientes y las macrófitas que los habitan son un recurso hidrobiológico fundamental en el llano, debido a que desempeñan importantes funciones en la cadena trófica y proporcionan servicios ecosistémicos (Arber 1920). Un ejemplo de esto es el alto valor nutricional de muchas especies de macrófitas que sirven de alimento a la fauna silvestre, ganado y peces (Rial 2009). Adicionalmente las plantas acuáticas ejercen un efecto de control sobre la erosión hídrica y regulación de caudales y constituyen el refugio, sitio de reproducción, desove y guardería de diversas especies de invertebrados acuáticos, peces y aves (Naranjo *et al.* 1999, Chambers *et al.* 2008).

De igual forma, las plantas acuáticas son eficientes filtradoras de sedimentos, depuradoras y biorremediadoras de agua (sus raíces pueden absorber sustancias tóxicas y retener finas partículas en suspensión). Por estas razones, han sido empleadas con éxito en la recuperación de ríos y lagunas contaminadas (Forni *et al.* 2006). Por otro lado, los usos comerciales de las macrófitas son diversos (algunos no han sido desarrollados aún), e incluyen su funcionamiento como fertilizantes eficientes (liberan nutrientes y recirculan

nitrógeno) y ampliamente usados en agricultura (Watanabe *et al.* 1977), su cultivo en la industria cosmética y su uso como plantas ornamentales en horticultura y acuariofilia (uno de los mayores mercados del mundo) (Azan 2011). Por estas razones, es indispensable conocer las especies que componen las comunidades vegetales en la Orinoquia. Esto con el fin de planificar la conservación de los ecosistemas acuáticos, hacer un adecuado manejo de sus recursos y obtener beneficios de las diversas funciones ecológicas de estas plantas.

Según Posada y López (2011) las plantas acuáticas de Colombia han sido escasamente estudiadas, se conoce poco acerca de su riqueza, patrones de distribución y los efectos de las actividades antrópicas sobre su conservación. En la publicación “Planeación ambiental para la conservación de biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol localizadas en el Magdalena Medio y los Llanos Orientales de Colombia”, se incluyen dentro de las unidades de análisis preliminar, las sabanas inundables. Es un hecho que los patrones de riqueza de estas sabanas y sus comunidades vegetales son altamente desconocidos, y por ende se han identificado como una prioridad para trabajos de campo e investigación (Kier *et al.* 2005). Sin embargo, la información sobre plantas acuáticas en la Orinoquia colombiana continúa siendo escasa (Arbeláez-Cortés 2013, Posada y López 2011).

En la actualidad la exploración y explotación petrolera en la región de la Orinoquia colombiana presenta un gran reto para la conservación de los ecosistemas de esta región. Adicionalmente, la expansión de la frontera agrícola está transformando de manera acelerada una área extensa de ecosistemas prístinos en esta región del país. Por ende, es importante establecer prioridades de conservación de los ecosistemas representativos de la región puesto que en su mayoría, están constituidos por humedales. Como se menciona en la “Política Nacional de Gestión de Recursos Hídricos” (MADS 2010), la protección de acuíferos y humedales es un objetivo primordial, y para ello es indispensable conocer la información de línea base de las plantas acuáticas y sus comunidades en las regiones de estudio.

En el marco del proyecto “Planeación ambiental para conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol del Magdalena Medio y los Llanos

Orientales de Colombia”, nace el presente trabajo. Este está incluido dentro del objetivo específico “Inventario y estado actual de conocimiento y conservación de la biodiversidad acuática de la Orinoquia”, el cual estipula realizar un inventario de los principales recursos hidrobiológicos (macrófitas acuáticas) de la región. En este contexto, este estudio da a conocer información inédita sobre la taxonomía y distribución de las plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana, sentando una base para futuros proyectos sobre conservación de estos organismos y los ambientes acuáticos que habitan.

## Datos del proyecto

**Título.** Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana.

**Nombre.** Santiago Madriñán (Autor).

**Fuentes de financiación.** Ecopetrol, Convocatoria de Biodiversidad 2011.

**Descripción del área estudio.** Se colectaron y fotografiaron numerosos individuos de macrófitas y los ambientes en que habitan en la cuenca del Orinoco en Colombia. Departamentos: Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta y Vichada.

## Descripción del proyecto

El presente estudio pretende inventariar, de la manera más completa posible, la flora acuática de la Orinoquia colombiana. Así mismo, incluye el estudio de la riqueza y patrones de distribución de las macrófitas de esta cuenca. La importancia de este proyecto radica en que ofrece los primeros aportes al estudio florístico (*check-list*) e inventario gráfico de las plantas acuáticas que existen en la Orinoquia colombiana, sentando bases de conocimiento para la conservación de los humedales llaneros y de las plantas que estos albergan.

## Cobertura taxonómica

**Descripción.** Todas las plantas vasculares (en su mayoría herbáceas) incluyendo gimnospermas, helechos y angiospermas. En total 93 familias, 22 órdenes y 341 especies, fueron registrados durante el muestreo.

Se presentan cuatro nuevos registros para la flora nacional, correspondientes a las familias Eriocaulaceae, Solanaceae, Commelinaceae y Poaceae, respectivamente:

- *Syngonanthus acephalus* Hensold
- *Melananthus ulei* Carvalho
- *Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz.
- *Luziola fragilis* Swallen

## Categorías

**Orden.** Alismatales, Apiales, Asparagales, Asterales, Boraginales, Brassicales, Caryophyllales, Commelinales, Dioscoreales, Fabales, Gentianales, Lamiales, Malpighiales, Malvales, Myrtales, Nymphaeales, Piperales, Poales, Polypodiales, Salviniales, Solanales, Zingiberales

**Familias.** Acanthaceae, Adiantaceae, Alismataceae, Amaryllidaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Aquifoliaceae, Araceae, Araliaceae, Asteraceae, Begoniaceae, Bignoniaceae, Bonnetiaceae, Boraginaceae, Bromeliaceae, Burmanniaceae, Cabombaceae, Caryophyllaceae, Chrysobalanaceae, Cleomaceae, Comme linaceae, Convolvulaceae, Costaceae, Cyclanthaceae, Cyperaceae, Dilleniaceae, Dioscoreaceae, Droseraceae, Eriocaulaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Gentianaceae, Gesneriaceae, Gnetaceae, Haemodoraceae, Haloragaceae, Heliconiaceae, Humiriaceae, Hydrocharitaceae, Hydroleaceae, Hypoxidaceae, Iridaceae, Ixonanthaceae, Juncaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Lentibulariaceae, Linderniaceae, Lindsaeaceae, Lycopodiaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Marantaceae, Marsileaceae, Mayacaceae, Melastomataceae, Menyanthaceae, Nymphaeaceae, Ochnaceae, Onagraceae, Orchidaceae, Orobanchaceae, Passifloraceae, Phyllanthaceae, Piperaceae, Plantaginaceae, Poaceae, Podostemaceae, Polygalaceae, Polygonaceae, Pontederiaceae, Portulacaceae, Potamogetonaceae, Pteridaceae, Rapateaceae, Ricciaceae, Rubiaceae, Salviniaceae, Sapotaceae, Selaginellaceae, Simaroubaceae, Solanaceae, Sphenocleaceae, Tetrameristaceae, Thelyp-teridaceae, Tropaeolaceae, Typhaceae, Verbenaceae, Vochysiaceae, Xyridaceae, Zingiberaceae.

## Cobertura geográfica

**Descripción.** Colombia: departamentos de Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta y Vichada.

**Coordenadas.** 2°1'12"N y 6°42'36"N; 73°57'36"W y 67°27'36"W.

## Cobertura temporal

15 de julio de 2010 - 29 de julio de 2013.

## Datos de la colección

**Nombre de la colección.** Herbario Museo de Historia Natural ANDES.

**Identificador de la colección.** Registro Nacional de Colecciones: 178.

**Identificador de la colección parental.** ANDES.

**Método de preservación de los especímenes.** Prensado y secado. Colección en sílica.

## Material y métodos

### Área de estudio

Se consideró parte de la cuenca del Orinoco colombiano como área de estudio. Específicamente, los planos de inundación de sus principales afluentes como lo son el río Meta, Guaviare y todos sus tributarios. Los páramos y las zonas por encima de los 1000 m.s.n.m. no fueron incluidos en el estudio, debido a que éstos son incluidos dentro de la región Andina y corresponden a coberturas vegetales y ecosistemas diferentes.

Por consiguiente, fueron visitadas 101 localidades distribuidas en seis departamentos (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta y Vichada) y cubriendo 20 municipios: Amanavén, Arauca, Arauquita, Fortul, Inírida, La Macarena, Maní, Orocué, Paz de Ariporo, Pto. Carreño, Pto. Gaitán, Puerto López, Pto. Rondón, San José del Guaviare, San Martín, Santa Rosalía, Saravena, Tame y Villanueva.

Adicionalmente, se incluyeron algunas colectas de un proyecto de grado del Laboratorio de Botánica y Sistemática de la Universidad de los Andes, realizado

por el primer autor (Mateo Fernández Lucero), denominado "Historia Natural de la Flor de Inírida". En dicho estudio se colectaron plantas asociadas a las sabanas inundables de arenas blancas en Inírida (Guainía).

Los ecosistemas muestreados fueron tanto lóticos como lénticos e incluyeron ríos de aguas blancas (andinos), ríos de aguas negras (ricos en taninos), ríos de aguas claras, caños, charcos sobre afloramientos rocosos del Escudo Guayanés (*inselbergs*), lagunas y morichales.

## Descripción del muestreo

Los muestreos se realizaron durante los años 2010, 2012 y 2013, con un período promedio de dos meses entre cada salida de campo. En estos períodos se procedió a procesar y determinar el material vegetal y las fotografías. Generalmente las salidas fueron de cinco días de duración en cada localidad. La georreferenciación se llevó a cabo en el momento de la colecta mediante un GPS Garmin de datum WGS-84.

En varias ocasiones fue necesario el uso de botes (kayac, canoas, etc), equipo de snorkelling (caretas, snorkel, aletas etc.) y una cámara subacuática (Pentax, Optio) para acceder a algunos ambientes y lograr una mejor cobertura espacial en la colecta.

## Control de calidad

Se colectaron y fotografiaron todas las macrófitas fértiles (con flores y/o frutos) disponibles en campo. Todo el material fue procesado siguiendo los procedimientos estandarizados para herbarios descritos por Bridson y Forman (1989).

Los nombres científicos y toda la validación taxonómica se manejó siguiendo los estándares de The Plant List (<http://www.theplantlist.org>) y APGIII (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>).

## Descripción de la metodología paso a paso

Durante los muestreos de campo, se trabajó en grupos de tres personas como mínimo. Lo primero que se hizo al encontrar una especie fue tomar buenas fotografías del espécimen por fuera y/o dentro del agua utilizando una cámara subacuática. Luego se georreferenció

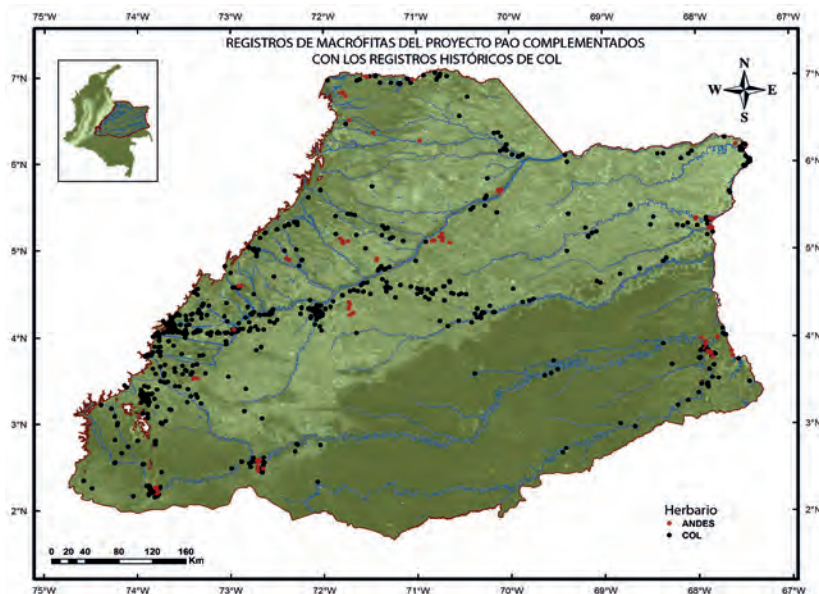


el punto de colecta mediante un GPS y se tomaron las respectivas notas de campo de los caracteres importantes del espécimen (p. e. hábito, colores, olores, especies asociadas, etc.). Cada espécimen fue colectado posteriormente en una bolsa de plástico individual donde permaneció hasta terminar la jornada de colecta. De cada colecta se tomó una muestra de partes vegetativas jóvenes y fue conservada en sílicagel para futuros análisis moleculares (ADN). Durante las noches, al llegar con todo el material al campamento (o lugar de hospedaje) se prensó el material y se le asignó un número de campo-colector a la muestra. Seguidamente, se tomaron y marcaron las muestras de tejido (sílica) y se complementaron las anotaciones de campo. Cuando las salidas duraron más de una semana se procedió a preservar el material en campo en etanol al 70 %, antes de su secado y posterior ingreso al herbario. Esto con el fin de evitar infección por hongos y pudrición en los tejidos de las muestras.

Una vez en el herbario de la universidad, las muestras se secaron en un horno especial a 60°C durante tres a cuatro días y se manipularon siguiendo procedimientos estándar de herbario (Bridson y Forman 1989). Posterior a esto el material ingresó para

ser identificado y etiquetado en el herbario y las fotos fueron debidamente organizadas en carpetas por rango taxonómico y localidades.

Para complementar los registros obtenidos en campo y llenar algunos vacíos de muestreo, se accedió a la base de datos del “Herbario Nacional Colombiano” (COL). Los registros de COL fueron amablemente facilitados por Lauren Raz, directora del programa “Informática de la Biodiversidad”. Todos los “*vouchers*” registrados en COL (desde el año 1836 en adelante) fueron revisados y comparados con las especies colectadas en el proyecto PAO (Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana). En total se encontraron 1374 ejemplares de la base de datos de COL, correspondientes a 151 especies, de las 341 identificadas durante el proyecto. La validez de la información geoespacial de los ejemplares de COL se verificó y depuró hasta obtener 1258 registros que se usaron para complementar los registros de PAO. Además de los 1258 registros obtenidos de COL, los 748 ejemplares de PAO (identificados hasta especie) sumaron un total de 2006 registros de 341 especies de macrófitas colectadas y usadas en los análisis con SIG (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa general de la cuenca del Orinoco en Colombia. El área de estudio del proyecto PAO (~308.000 km<sup>2</sup>) está delimitada por la silueta roja. Las localidades cubiertas durante el trabajo de campo corresponden a los puntos rojos, mientras que los registros del Herbario Nacional Colombiano (COL) corresponden a los puntos negros.

El análisis de afinidad florística entre los distintos cuerpos de agua se realizó mediante un Análisis de Componentes Principales (PCA) con una transformación “Hellinger” y un algoritmo RDA (ver Legendre y Legendre 2012), usando el paquete “Vegan” del software estadístico R (© RStudio, Inc. 2009-2013). Además, la riqueza de especies fue estimada y comparada entre tipos de cuerpos de agua lénticos y lóticos. El software utilizado para el análisis estadístico fue EstimateS 9.1.0, que ha demostrado ser adecuado para la estimación estadística de la riqueza de especies (Gotelli y Colwell 2001). Siguiendo recomendaciones anteriores (IAvH 2006), el índice Chao de riqueza de especies fue calculado mediante un análisis basado en individuos con 1000 iteraciones para cada una de las unidades geográficas mencionadas (Gotelli y Cowell 2001). Al comparar las curvas de acumulación del número estimado de especies (corregido por rarefacción) para cada entidad geográfica, se identificaron las diferencias significativas comparando los intervalos de confianza del 95 % del índice Chao estimado para las especies.

## Resultados

### Descripción del conjunto de datos

**URL del recurso.** Para acceder a la última versión del conjunto de datos:

**IPT.** [http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=plantas\\_acuaticas\\_orinoquia](http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=plantas_acuaticas_orinoquia)

**Portal SiB Colombia.** <http://data.sibcolombia.net/conjuntos/resource/194>

**Portal GBIF.** <http://www.gbif.org/dataset/9cffad6e-51b7-45ca-8679-32374a07f884>

**DOI.** 10.15468/v9vn3a

**Nombre.** Archivo *Darwin Core* Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana.

**Idioma.** Español.

**Codificación de caracteres.** UTF-8.

**URL del archivo.** Para acceder a la versión del conjunto de datos descrita en este artículo: [http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=plantas\\_acuaticas\\_orinoquia](http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=plantas_acuaticas_orinoquia)

**Formato del archivo.** *Darwin Core*.

**Versión del formato del archivo.** 1.0.

**Nivel de jerarquía.** Conjunto de datos.

**Fecha de publicación de los datos.** 2015-02-09.

**Idioma de los metadatos.** Español.

**Fecha de creación de los metadatos.** 2015-02-09.

**Licencia de uso.** Este conjunto de datos, Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana, se hace disponible bajo la licencia Open Data Commons Attribution: <http://www.opendatacommons.org/licenses/by/1.0/>.

## Discusión

Los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia presentan una considerable riqueza de especies de macrófitas asociadas (Huber *et al.* 2005). En Colombia, la Orinoquia incluye varios hábitats dentro de los que se pueden destacar: ríos andinos (p. e. ríos Arauca, Meta y Guaviare), ríos de aguas negras (p. e. ríos Atabapo e Inírida), ríos de aguas claras (Tomo, Tuparro, caño Cristales, La Lindosa), charcos en formaciones rocosas de inselbergs y tepuyes (p. e. Cerros de Mavicure y Sierra de la Macarena, respectivamente), lagunas (p. e. Wisirare, La Venturosa, El Tinije), morichales (p. e. La Portuguesa, Caño Barrulia) y sabanas inundables (p. e. sabanas de arenas blancas del Atabapo, bajos del río Meta, zurales) (ver Lasso *et al.* 2010-2011, Lasso *et al.* 2014). De todos estos hábitats, las sabanas inundables (aparentemente homogéneas) son el tipo de hábitat que presentó más especies de macrófitas reportadas; esto contribuye a la producción primaria de alimento y recursos hídricos en los humedales de la región (Lasso *et al.* 2014, Mera 2007, Ramia 1977, Velásquez 1994).

Mediante cambios metodológicos sencillos en la fase de campo con respecto a los inventarios florísticos tradicionales, se logró producir contribuciones importantes a la flora colombiana y específicamente a la poco conocida flora acuática de los Llanos Orientales (Arbeláez-Cortés 2013). Se reportaron cuatro nuevos registros de plantas para la flora colombiana: *Syngonanthus acephalus*, *Melananthus ulei*, *Luziola fragilis* y *Murdannia keisak*, además de alrededor de

180 especies que no aparecen reportadas para el área de estudio en los registros de “La Informática de la Biodiversidad” de COL. Todo parece indicar que en los inventarios florísticos tradicionales muy poca atención se presta a las macrófitas. Además, coleccionar dentro del agua con caretas y realizar muestreos subacuáticos parece ser una técnica poco usada, aunque indispensable para obtener un mejor panorama de las especies de plantas acuáticas de una región.

En el caso de la familia Podostemaceae, que es estrictamente acuática, se obtuvieron muy pocos registros, tanto en número como abundancia de especies. Durante el estudio se destacó esta familia por la distribución restringida de sus especies (p. e. *Macarenia clavígera* y *Marathrum squamosum*). Dicho patrón de distribución es poco común en las plantas acuáticas (Arber 1920, Velásquez 1994). Esto sugiere que las especies de la familia Podostemaceae podrían obedecer a distribuciones muy estrechas, quizá debido a que su ecología y hábitat tan particular que incluye cascadas y rápidos con sustrato rocoso para poder aferrarse (Berry *et al.* 1995).

Philbrick *et al.* (2010) aplicaron las categorías de la UICN para determinar el grado de amenaza de géneros y especies dentro de la familia Podostemaceae, basándose en el número de ríos en donde se ha registrado su presencia. Según dicho estudio, *Macarenia clavígera* debe ser considerada como “Vulnerable (VU)” y *Marathrum squamosum* ha de ser incluida en la categoría de “Preocupación Menor (LC)”. De cualquier modo, vale la pena profundizar y refinar el conocimiento acerca de los patrones de distribución de las especies de esta familia para estimar su grado de amenaza.

Los patrones de riqueza encontrados muestran que la mayor diversidad de especies de macrófitas, corresponde a familias de monocotiledóneas, especialmente en el orden Poales. Adicionalmente las familias con mayor número de especies fueron Poaceae, Cyperaceae y Eriocaulaceae (Tabla 1).

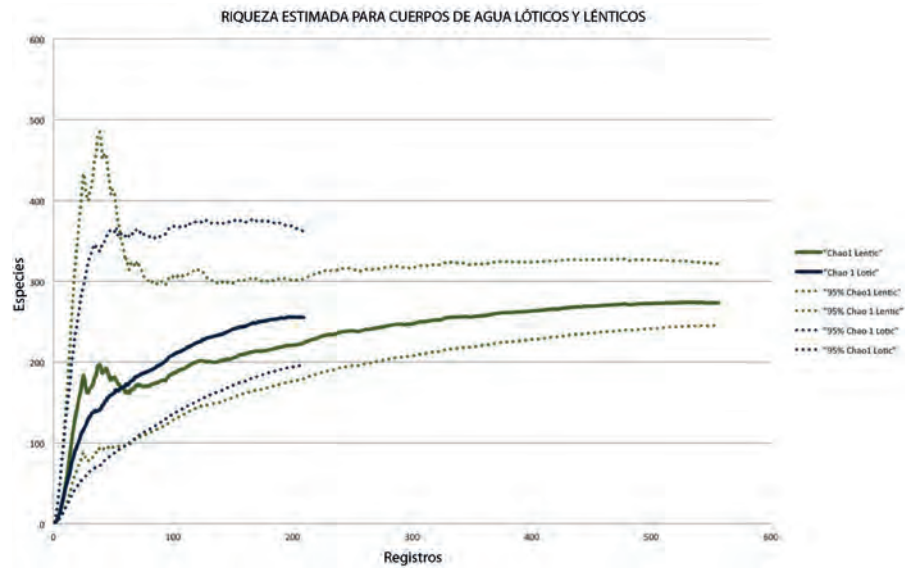
Respecto a la riqueza estimada de especies, la información existente (p. e. el número de registros georreferenciados) es insuficiente para permitir analizar a escalas muy finas los patrones de distribución de las especies (p. e. celdas, ecosistemas). Sin embargo,

**Tabla 1.** Familias de macrófitas con mayor número de géneros y especies reportados durante el estudio.

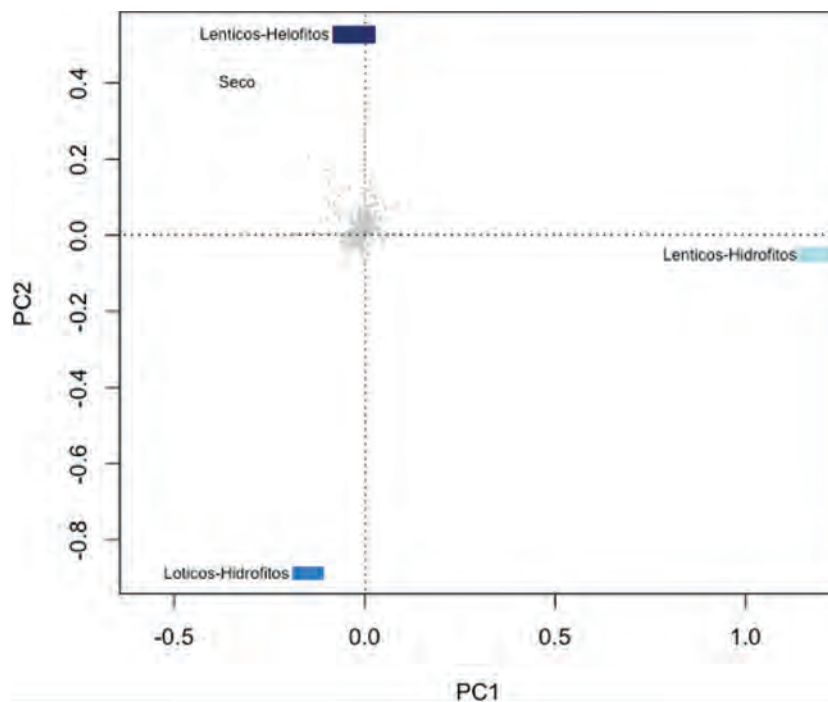
Familia	Número de géneros	Número de especies
Poaceae	19	31
Cyperaceae	9	16
Eriocaulaceae	3	16
Rubiaceae	8	15
Lentibulariaceae	2	15
Onagraceae	1	13
Fabaceae	10	13
Xyridaceae	2	12
Malvaceae	6	11
Melastomataceae	8	11
Araceae	8	10
Orchidaceae	8	9
Asteraceae	7	8
Gentianaceae	5	8
Pontederiaceae	3	7
Rapateaceae	5	6
Plantaginaceae	3	5
Ochnaceae	2	5
Heliconiaceae	1	5
Bromeliaceae	5	5

a escalas más gruesas, se logró estimar la riqueza esperada de macrófitas para la Orinoquia colombiana. Se obtuvo que la riqueza estimada de especies no es significativamente diferente entre cuerpos de agua lóticos y lénticos (Figura 2), a pesar de que el análisis de afinidad florística sugiere que cada uno de estos ambientes presenta una composición de especies muy diferente (Figura 3).

Definitivamente, la biología de las plantas acuáticas y sus patrones ecológicos de distribución hasta ahora empiezan a ser dilucidados en esta extensa región, y pueden refinarse o incluso modificarse cuando se tenga un panorama detallado y completo con más registros de campo de las especies.



**Figura 2.** Riqueza estimada de especies, por el índice Chao y los intervalos de confianza del 95 %, para cuerpos de agua lóticos y lénticos. Se puede evidenciar que, aunque el esfuerzo de muestreo ha sido mucho más alto en los ambientes lénticos que en los lóticos, la riqueza de especies estimada para estos cuerpos de agua no evidencia diferencias significativas. A pesar de esto, la composición florística de los dos ambientes parece diferir (ver figura 3).



**Figura 3.** Análisis de afinidad florística entre los distintos cuerpos de agua de la región. Se evidencia que la composición (comunidad) de especies de cada ambiente parece ser muy diferente (con excepción de los ambientes secos y los lénticos-helófitos). Además, a pesar de que la riqueza estimada de especies es similar para los cuerpos de agua lóticos y lénticos (Figura 2), la composición de especies de estos ambientes difiere sustancialmente (ver PC2).



Pese a los grandes beneficios que dan al hombre y a otras especies asociadas al agua, las macrófitas son un grupo de plantas poco estudiadas en Colombia. Sus comunidades, distribución y riqueza han sido poco exploradas tanto a nivel mundial como regional, siendo las sabanas inundables los ecosistemas menos estudiados en cuanto a su composición florística (Kier *et al.* 2005). Especialmente en Colombia existe un gran desconocimiento de estos ecosistemas acuáticos y su flora. Debido a la gran importancia de estos ambientes y sus especies (en términos ecológicos y de servicios ecosistémicos) y al poco conocimiento que se tiene sobre ellos, se deben volver una prioridad de investigación y trabajo de campo en los Llanos colombianos. Con el conocimiento suficiente, estos organismos y sus ambientes pueden ser uno de los ejes centrales en la toma de decisiones referentes a planes de desarrollo y ordenamiento territorial en la Orinoquia colombiana.

### Agradecimientos

Este proyecto fue realizado gracias a la financiación de Ecopetrol (Convenio 5211419 de 2011) y de la Universidad de los Andes (proyectos semilla y financiación para estudios a estudiantes de Maestría MF y AMB). Ana María Moncaleano nos brindó importante estímulo y acompañamiento. Agradecemos a WWF, la Fundación Omacha, y en especial a Diego Trujillo por colaboración logística y financiera en dos de las salidas de campo que se realizaron a lo largo del proyecto. Queremos agradecer especialmente a todas las personas e instituciones que ayudaron al proyecto durante su fase de campo: Anabel Rial, David Espinosa, Manuel Espinosa, Otoniel Espinosa, Salomón Niño, Ecoturismo Macarena, Alexander Fandiño, Javier Alberto Melo, la comunidad de Playa Güio, Fransisco Ordoñez Salcedo, Jorge Armando Ordoñez Salcedo, Alfredo Navas, Orlando Patiño, César Barrera, *Chicuaco*, Isidro González, Bernal Medina, Omar Lino, Carlos A. Lasso, Fernando Reyes, Carlos Montenegro, José Moncaleano Díaz, Fundación Palmarito, Rafael Antelo, Luis Alberto Roa, Diego Giraldo-Cañas, Lisa Campbell, Claudia Alejandra Medina, Claudia Múnera y María Paula Contreras.

### Bibliografía

- Arbeláez-Cortés, E. 2013. Knowledge of Colombian biodiversity: published and indexed. *Biodiversity and conservation* 22 (12): 2875-2906.
- Arber, A. 1920. Water plants: A study of aquatic Angiosperms. Cambridge University Press, Cambridge, England. 436 pp.
- Azan, S. 2011. "Invasive aquatic plants and the aquarium and ornamental pond industries". Theses and dissertations. Paper 818. Environmental Applied Science and Management. Toronto, Ontario, Canada. 272 pp.
- Berry, P. E., B. K. Holst y K. Yatskievych (Eds.). 1995. Flora of the Venezuelan Guayana. Vol. 1. Timber Press, Inc. Portland, Oregon. 363 pp.
- Bridson, D. y L. Forman. 1989. The herbarium handbook. Royal Botanic Gardens, Kew. Cornell University. 214 pp.
- Chambers, P. A., P. Lacoul, K. J. Murphy y S. M. Thomaz. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in fresh water. *Hydrobiologia* 595: 9-26.
- Forni, C., C. Patrizi y L. Migliore. 2006. Floating aquatic macrophytes as a decontamination tool for antimicrobial drugs. Pp. 3-23. *En: Tardowska, I., H. E. Allen y M. M. Häggblom. (Eds.). Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation. Springer.*
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Huber, O., R. Duno de Stefano, G. Aymard y R. Riina. 2005. Flora and vegetation of the Venezuelan Llanos: A Review. Chapter 5. Pp. 87-112. *En: Pennington, R.T., G. P. Lewis y J. A Ratter. (Eds.). Neotropical savannas and seasonally dry forests: Plant diversity, biogeography and conservation. CRC Press Taylor y Francis Group.*
- Naranjo, L. G., G. I. 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. Primera Edición. Santafé de Bogotá. 79 pp.
- IAvH. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Segunda edición. Bogotá, Colombia. 236 pp.
- Kier, G., J. Mutke, E. Dinerstein, T. H. Ricketts, W. Küper, H. Kreft y W. Barthlott. 2005. Global patterns of plant diversity and floristic knowledge. *Journal of Biogeography* 32: 1107-1116.
- Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Eds.). 2014. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia- Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos

- Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 303 pp.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 609 pp.
- Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado-Allison. (Eds.). 2011. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 304 pp.
- Legendre P. y L. Legendre. 2012. Developments in environmental modelling. Numerical ecology. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands. 3rd Ed. Vol. 24. 990 pp.
- MADS. 2010. Política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 124 pp.
- Meade, R. H., C. F. Nordin Jr., D. Pérez-Hernández, B. Mejía y J. M. Pérez-Gody. 1983. Sediment and water discharge in Rio Orinoco, Venezuela and Colombia. *Proceedings of the Second International Symposium on River Sedimentation, Beijing*: 1134-1144.
- Mera, A. G. 2007. Flora y vegetación de la estación biológica El Frío (Llanos Occidentales del Orinoco, Apure, Venezuela). Asociación Amigos del Coto de Doñana y Fundación Amigos del Coto de Doñana. Sevilla. 288 pp.
- Philbrick, C. T., C. P. Bove y H. I. Stevens. 2010. Endemism in neotropical Podostemaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 97: 425-456.
- Posada, J.A. y M. T. López, 2011. Plantas acuáticas del altiplano del Oriente Antioqueño, Colombia. Grupo de Limnología y Recursos Hídricos. Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Católica de Oriente. Rionegro, Antioquia. 119 pp.
- R Development Core Team 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. RStudio, Version 0.98.501 – © 2009–2013 RStudio, Inc.
- Ramia, M. 1977. Observaciones fenológicas en las sabanas del Medio apure. *Acta Botánica Venezuelica* 12: 171-206.
- Rial, A. 2009. Plantas acuáticas de los llanos inundables del Orinoco Venezuela. Orinoco y Amazonas editores. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 392 pp.
- San José, J. J., R. Montes y M. Mazorra. 1998. The nature of savanna heterogeneity in the Orinoco Basin. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 441-455.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W. Cummins, K.W., Sedell, J. R. y Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.
- Vásquez, E. 1989. The Orinoco river: a review of hidrological research. *Regulated rivers: research y management* 3: 381-392.
- Velázquez, J. 1994. Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Caracas. 992 pp.
- Watanabe, I., C. R. Espinas, N. S. Berja y B. V. Alimagno. 1977. Utilization of the *Azolla-Anabaena* complex as a nitrogen fertilizer for rice. IRPS No. 11. Presented at Meeting of the Crop Science Society of the Philippines Baguio. 16 pp.

Mateo Fernández  
Laboratorio de Botánica y Sistemática  
Departamento de Ciencias Biológicas  
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia  
[m.fernandez25@uniandes.edu.co](mailto:m.fernandez25@uniandes.edu.co)

Ana María Bedoya  
Laboratorio de Botánica y Sistemática  
Departamento de Ciencias Biológicas  
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia  
[am.bedoya250@uniandes.edu.co](mailto:am.bedoya250@uniandes.edu.co)

Santiago Madriñán  
Laboratorio de Botánica y Sistemática  
Departamento de Ciencias Biológicas  
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia  
[samadrin@uniandes.edu.co](mailto:samadrin@uniandes.edu.co)

Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia colombiana

**Citación del artículo.** Fernández, M., A. M. Bedoya y S. Madriñán. 2015. Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia colombiana. *Biota Colombiana* 16 (1): 96-105. doi:10.15468/v9vn3a

**ID del recurso.** GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/9cffad6e-51b7-45ca-8679-32374a07f884>

Recibido: 3 de octubre de 2014

Aprobado: 20 de mayo de 2015