



SERIE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS  
Y PESQUEROS CONTINENTALES  
DE COLOMBIA

XI. HUMEDALES DE LA  
**ORINOQUIA**  
(COLOMBIA-VENEZUELA)



Carlos A. Lasso, Anabel Rial, Giuseppe Colonnello,  
Antonio Machado-Allison y Fernando Trujillo  
(Editores)



SERIE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS  
Y PESQUEROS CONTINENTALES  
DE COLOMBIA

---

# XI. HUMEDALES DE LA **ORINOQUIA** (COLOMBIA - VENEZUELA)

Carlos A. Lasso, Anabel Rial, Giuseppe Colonnello,  
Antonio Machado-Allison y Fernando Trujillo  
(Editores)



Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2014

Los textos pueden ser citados total o parcialmente citando la fuente.

**SERIE EDITORIAL RECURSOS  
HIDROBIOLÓGICOS Y PESQUEROS  
CONTINENTALES DE COLOMBIA  
Instituto de Investigación de Recursos  
Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)**

**Editor:** Carlos A. Lasso

**Revisión científica:** Josefa C. Señaris y Donald Taphorn

**Revisión de textos:** Carlos A. Lasso

**Fotos portada:** Ivan Mikolji y Fernando Chan

**Foto contraportada:** Carlos A. Lasso

**Foto portada interior:** Ivan Mikolji

**Diseño y diagramación:** zOOm diseño S.A.S.

**Impresión:** JAVEGRAF-Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas.

1.000 ejemplares.

**CITACIÓN SUGERIDA:**

**Obra completa:** Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Editores). 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.

**Capítulos o fichas:** Lasso, C. A. 2014. Tipología de aguas (blancas, claras y negras) y su relación con la identificación y caracterización de los humedales de la Orinoquia. Pp. 50-61. *En:* Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Editores). 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.

Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela) / editado por Carlos A. Lasso, Anabel Rial, Giuseppe Colonnello, Antonio Machado-Allison y Fernando Trujillo; Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, XI -- Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014.

303 p.: il., col.; 16,5 x 24 cm.  
Incluye bibliografía, tablas, mapas  
ISBN DIGITAL: 978-958-8889-24-5

1. Humedales -- Colombia -- Venezuela 2. Humedales -- caracterización  
3. Vegetación acuática 4. Cuencas hidrográficas 5. Orinoquia I. Lasso, Carlos A. (Ed) II. Rial, Anabel (Ed) III. Colonnello, Giuseppe (Ed) IV. Allison-Machado, Antonio (Ed) V. Trujillo, Fernando (Ed) VI. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

CDD: 333.918 Ed. 23  
Número de contribución: 503  
Registro en el catálogo Humboldt: 14942

Catalogación en la publicación – Biblioteca Instituto Humboldt – Nohora Alvarado

**Responsabilidad.** Las denominaciones empleadas y la presentación del material en esta publicación no implican la expresión de opinión o juicio alguno por parte del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Así mismo, las opiniones expresadas no representan necesariamente las decisiones o políticas del Instituto, ni la citación de nombres, estadísticas pesqueras o procesos comerciales. Todos los aportes y opiniones expresadas son de la entera responsabilidad de los autores correspondientes.

F. Mijares



## COMITÉ CIENTÍFICO

- **Anabel Rial Bouzas** (BioHábitat A. C., Venezuela y consultora independiente)
- **Aniello Barbarino** (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Venezuela)
- **Antonio Machado-Allison** (Universidad Central de Venezuela)
- **Carlos Barreto-Reyes** (Fundación Humedales, Colombia)
- **Carlos A. Rodríguez Fernández** (Fundación Tropenbos, Colombia)
- **Célio Magalhães** (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia INPA/CPBA, Brasil)
- **Donald Taphorn** (Universidad Experimental de los Llanos – Unelvez, Venezuela)
- **Edwin Agudelo-Córdoba** (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi, Colombia)
- **Fernando Trujillo** (Fundación Omacha, Colombia)
- **Francisco de Paula Gutiérrez** (Universidad Jorge Tadeo Lozano, Colombia)
- **Germán Galvis Vergara** (Universidad Nacional de Colombia)
- **Hernando Ramírez-Gil** (Universidad de los Llanos - Unillanos, Colombia)
- **Hernán Ortega** (Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM, Perú)
- **Jaime De La Ossa** (Universidad de Sucre, Colombia)
- **John Valbo Jørgensen** (Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO)
- **Josefa C. Señaris** (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Venezuela)
- **Luz F. Jiménez-Segura** (Universidad de Antioquia, Colombia)
- **Mauricio Valderrama Barco** (Fundación Humedales, Colombia)
- **Myriam Lugo Rugeles** (Universidad Nacional de Colombia)
- **Ramiro Barriga** (Instituto Politécnico de Quito, Ecuador)
- **Ricardo Restrepo M.** (Universidad Santo Tomás de Aquino – USTA, Colombia)
- **Rosa E. Ajiaco-Martínez** (Universidad de los Llanos – Unillanos, Colombia)



# TABLA DE CONTENIDO

<b>Presentación</b>	<b>9</b>
<b>Prólogo</b>	<b>11</b>
<b>Autores y afiliaciones</b>	<b>13</b>
<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>17</b>
<b>Executive summary</b>	<b>27</b>
<b>Introducción</b>	<b>31</b>
<b>1. Clasificación de los paisajes de la Orinoquia: Colombia y Venezuela</b>	<b>35</b>
<b>2. Tipología de aguas (blancas, claras y negras) y su relación con la identificación y caracterización de los humedales de la Orinoquia</b>	<b>51</b>
<b>3. Plantas acuáticas: utilidad para la identificación y definición de límites en humedales de la Orinoquia</b>	<b>63</b>
<b>4. Humedales de la Orinoquia</b>	<b>97</b>
4.1 Humedales naturales	100
• Aguas termales o manantiales geotérmicos	101
• Arracachales o rabanales	103
• Arroyos y quebradas de montaña	106
• Bajíos o bajos	110



M. A. Morales-B.

**TABLA DE CONTENIDO**

• Bijagüales	113	• Lagunas altoandinas profundas	173
• Bosques arbustivos o de matorral inundable	115	• Lagunas altoandinas someras	179
• Bosques de albardón del delta del Orinoco	117	• Lagunas de rebalse o inundación	185
• Bosques de rebalse	121	• Lagunas inundables de origen pluvial	189
• Bosques enanos inundables en valles glaciares	124	• Laurelares	193
• Bosques esclerófilos inundables, altos a medios siempreverdes de los ríos Atabapo, Casiquiare y Río Negro	126	• Madreviejas	195
• Bosques estacionalmente inundables, altos y siempre verdes de las planicies terminales del Guaviare, Vichada, Ventuari y Guayapo	129	• Manglares del delta del Orinoco	198
• Bosques ribereños siempreverdes e inundables de los ríos Orinoco, Ventuari y Atabapo	133	• Maporales o chaguaramales	202
• Bosques y matorrales de pantano del delta del Orinoco	137	• Mijaguales	205
• Boyales	142	• Morichales	207
• Bucarales	144	• Palmares llaneros	211
• Cañabravales	146	• Palmares de pantano del delta del Orinoco	213
• Caños	148	• Platanillales	217
• Charcos temporales en afloramientos rocosos del Escudo Guayanés	151	• Pozos de médanos	219
• Chigüirales o gramalotales	154	• Quereberales	221
• Chuscales	157	• Raudales de Arauca	223
• Congriales	159	• Ríos de aguas blancas	226
• Escarceos	162	• Ríos de aguas claras	230
• Esteros	164	• Ríos de aguas negras	233
• Güafales	167	• Ríos de piedemonte, montaña y abanicos trenzados	236
• Herbazales del delta del Orinoco	169	• Saladillales	241
		• Turberas altoandinas	245
		• Turberas tepuyanas	249

## TABLA DE CONTENIDO

• Zurales o tatucos	252
4.2 Humedales creados, transformados o regulados por el hombre	256
• Arrozales	257
• Embalses	260
• Estanques piscícolas excavados en tierra	265
• Jagüeyes o préstamos	268
• Lagunas de inundación impactadas por la industria del aluminio	272
• Módulos o pólderes	276
• Ríos regulados	279



## PRESENTACIÓN

La conservación de la inmensa diversidad biológica de la cuenca del Orinoco depende de nuestra voluntad y del conocimiento que tengamos de sus ecosistemas acuáticos, hasta hoy apenas descritos, siendo como son, abundantes y variados a lo largo del gradiente altitudinal. Ambientes temporales y permanentes; de aguas quietas, corrientes o torrentosas; blancas, claras o negras; naturales, creados o muy transformados por el hombre, conforman un mosaico heterogéneo que da vida a las alturas paramunas y a las cimas de los tepuyes, a los piedemontes, los Llanos, la Guayana y finalmente al Delta, en la unión salobre del río Orinoco con el océano Atlántico.

Para el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt la Orinoquia representa un área

prioritaria y de especial interés en sus metas de investigación. Los talleres binacionales 2009-2011, auspiciaron la colaboración entre ambos países y dieron origen a proyectos como el que hoy presentamos. Un libro que reúne años de trabajo y observación en los humedales de esta cuenca, gracias al aporte de investigadores de Venezuela y Colombia cuyos datos, apuntes y análisis han servido para la identificación y descripción de las grandes regiones del Orinoco, su vegetación acuática y la tipología de sus aguas. Este nuevo volumen de la Serie de Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales, identifica y homologa decenas de ambientes acuáticos o humedales que serán a partir de esta síntesis un valioso punto de referencia, que contribuirá sin duda alguna, al proceso de delimitación de los humedales continentales de Colombia.

**Brigitte L. G. Baptiste**

Directora Instituto de Investigación  
de Recursos Biológicos Alexander von  
Humboldt



Río Orinoco, Atures. Foto: I. Micolji

F. Trujillo



## PRÓLOGO

Las características geológicas, los atributos de los biomas y ecosistemas y la complejidad ecológica de la región geográfica de la Orinoquia de Colombia y Venezuela, constituyen los pilares primordiales de un ambiente natural fascinante y estimulante para su comprensión y estudio.

Los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia, en particular los ríos, los “caños” y los planos inundables, contribuyen de manera sustancial a la diversidad ecosistémica, a la heterogeneidad estructural y funcional y en especial, son unidades de “base” que sustentan la conectividad ecológica de la región.

Lo anterior, deja entrever numerosas propiedades de los ambientes acuáticos que merece revistarlos. En principio, se debe anotar que la diversidad y la heterogeneidad física de los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia son la *plantilla* que explica en gran medida la diversidad de especies. Por otra parte, los factores asociados con la diferenciación geológica, mediada por la variedad de paisajes como los Andes, el piedemonte, la llanura aluvial, la altillanura y el Escudo de las Guayanas, definen los gradientes ambientales que se reflejan en las singularidades de la evolución biológica, la

distribución de las especies y otras propiedades que le dan riqueza y vida a esos ambientes acuáticos. Muy a pesar de esta heterogeneidad, los ríos pequeños y grandes, que transitan desde los Andes, erosionan el piedemonte llanero, se desbordan en las llanuras y junto con aquellos que drenan la altillanura, dan el soporte a las interrelaciones múltiples de los diversos ambientes y hacen de la región una *unidad* biogeográfica y ecológica original de la biosfera. No queda de más advertir, que a una escala ecosistémica se presentan ambientes extremos, con características ácidas, desmineralizados, ricos en ácidos húmicos, anóxicos, ultraoligotróficos, vegetación riparia específica y en algunos casos con especies endémicas y nuevas para la ciencia, en contraste con aquellos eutróficos, alcalinos, con contenidos altos de sedimentos, perturbados en sus condiciones químicas, físicas e hidrológicas y si acaso contruidos por el hombre o artificiales.

No obstante, sumado a este capital natural, la Orinoquia fue desde un pasado prehistórico el territorio donde crecieron sociedades que aprovecharon (domesticaron cultivos) e hicieron un manejo óptimo de los ecosistemas. Las terrazas, los planos inundables, las áreas cercanas a los

## PRÓLOGO

ríos y el agua, no sólo fueron el eje de los asentamientos, sino el centro de la concepción del cosmos y la espiritualidad de la cultura. Hoy y después de miles de años, las intervenciones y los disturbios antropogénicos que demandan y desbordan la capacidad de carga de los ecosistemas, ponen primordialmente a los humedales en situación de riesgo alto y vulnerabilidad.

La investigación adelantada por el Instituto Alexander von Humboldt a través de su Programa de Biología de la Conservación y Uso de la Biodiversidad - línea de recursos hidrobiológicos, pesqueros y biodiversidad acuática continental y presentada en el libro: "Humedales de la Orinoquia (Colombia - Venezuela)", es una señal del

valor estratégico, ambiental y social de los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia.

El texto organizado de manera coherente nos ilustra sobre el conjunto de paisajes de la región, nos propone una tipología para los humedales, formula con base en las plantas acuáticas las bases para la delimitación y fundamentalmente, describe de manera completa e integral los diversos tipos de humedales que encierra la región.

Este estudio constituye una visión completa y será punto de partida para comprender los diversos mecanismos y patrones que explican la complejidad y funcionamiento de los ambientes acuáticos de la Orinoquia.

**John Ch. Donato-Rondón**

Profesor Asociado  
Departamento de Biología  
Universidad Nacional de Colombia

## AUTORES Y AFILIACIONES

**A. C. Biohábitat y consultor independiente****Anabel Rial**

rialanabel@gmail.com

**Fundación La Salle de Ciencias Naturales**

Museo de Historia Natural La Salle

**Giuseppe Colonnello**

giuseppe.colonnello1@fundacionlasalle.org.ve

**José Grande**

jose.r.grande@gmail.com

**Vicky Malavé**

vicky.malave@fundacionlasalle.org.ve

Estación de Investigaciones  
Hidrobiológicas de Guayana

**Luis E. Pérez**

luis.perez@fundacionlasalle.org.ve

**Fundación Omacha****Fernando Trujillo**

fernando@omacha.org

**Fundación Orinoco Biodiversa****Francisco Mijares**

fjmijaress@gmail.com

**Karen Pérez**

karenperez@orinoquiabiodiversa.org

**Fundación Palmarito****Rafael Antelo**

megapicu@hotmail.com

**Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt****Angélica Díaz-Pulido**

adiaz@humboldt.org.co

**Carlos A. Lasso**

classo@humboldt.org.co

**Carlos Sarmiento**

csarmiento@humboldt.org.co

**Catherine Agudelo**

cagudelo@humboldt.org.co

**Diana Jiménez**

djimenez@humboldt.org.co





M. A. Morales-B.

## AUTORES Y AFILIACIONES

### **Lina M. Mesa**

lmesa@humboldt.org.co

### **María F. González**

mgonzalez@humboldt.org.co

### **Mónica A. Morales-Betancourt**

mmorales@humboldt.org.co

### **Olga León**

oleon@humboldt.org.co

### **Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas**

### **Abrahan Mora Polanco**

amora@ivic.gob.ve

### **Ángel Fernández**

afernand@ivic.gob.ve

### **Reina Gonto**

rgonto@ivic.gob.ve

### **Universidad de Los Andes, Venezuela**

Laboratorio de Ecología de Insectos.  
Departamento de Biología. Facultad de Ciencias

### **María Marleny Chacón**

machacon@ula.ve

### **Samuel Segnini**

segninis@ula.ve

### **Universidad Central de Venezuela**

Instituto de Zoología y Ecología Tropical

### **Antonio Machado-Allison**

machado.allison@gmail.com

### **Elizabeth Gordon**

egordoncolon@gmail.com

Escuela de Biología

### **Ernesto González**

ernesto.gonzalez@ciens.ucv.ve

### **Fundación Instituto Botánico de Venezuela**

### **Otto Huber**

ohuber@mac.com

### **Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado**

### **Douglas Rodríguez-Olarte**

douglasrodriguez@ucla.edu.co

### **Universidad de los Llanos, Unillanos, Colombia**

### **Hernando Ramírez**

hramirezgil@gmail.com

### **Rosa E. Ajíaco**

reajiac@gmail.com

### **Clara I. Caro**

clarainescaro@unillanos.edu.co

Instituto de Acuicultura

Grupo de investigación en Alimentación y Nutrición de Organismos Acuáticos - GRANAC

### **Gilma Hernández Arévalo**

gilmaler@gmail.com

### **Martha Inés Yossa Perdomo**

myossa@unillanos.edu.co.

Grupo de Investigación en Sanidad de Organismos Acuáticos

### **Pedro René Eslava Mocha**

pedro.eslava@unillanos.edu.co

### **Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora-UNELLEZ, Guanare, Venezuela**

### **Crispulo Marrero**

krispulom@gmail.com

### **University of Twente. Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation, Holanda**

### **Alfred Zinck**

alfredzinck@gmail.com

### **WWF Colombia**

### **José Saulo Usma**

jsusma@wwf.org.co



Quebrada Jaspe, Venezuela. Foto: I. Mikolji



## RESUMEN EJECUTIVO

Dentro del Plan Operativo Anual (2014) del Programa de Biología de la Conservación y Uso de la Biodiversidad del Instituto Alexander von Humboldt, línea de recursos hidrobiológicos, pesqueros y biodiversidad acuática continental, se elaboró una guía de los diferentes tipos de humedal presentes en la cuenca a nivel binacional (Colombia y Venezuela). Para cada tipo de humedal se indica su distribución por país, regiones biogeográficas, subcuencas, departamentos y estados. Se describen aspectos sobre su génesis (natural, construido, transformado o regulado por el hombre); condición (fluvial, palustre, lacustre, geotérmico); circulación del agua (lótico, léntico); estacionalidad (permanente, temporal) y tipología de las aguas (blancas, claras y/o negras). Se incluye información adicional sobre la fisionomía, especies vegetales características o diagnosticas y/o las asociaciones más representativas del humedal, tipo de cubeta y otros aspectos geomorfológicos, profundidad del cuerpo de agua, duración del periodo de inundación, parámetros fisicoquímicos del agua, tipos de suelo o sustrato y altitud, entre otros. Finalmente se señalan los servicios ecosistémicos y usos del humedal.

Para toda la Orinoquia (Colombia-Venezuela) se reconocen 49 tipos de humedales

naturales y siete creados, regulados o muy transformados por el hombre. Las regiones con mayor representatividad o diversidad de humedales son: Orinoquia Llanera (38 tipos); Orinoquia Guayanesa (28); Delta (19) y Orinoquia Andina (11). Es importante hacer notar como un mismo tipo de humedal puede aparecer en diferentes subregiones biogeográficas de la Orinoquia.

A nivel hidrográfico las subcuencas con mayor número de tipos de humedales fueron: Meta (38 tipos), Arauca (35) y Apure (32), seguidos de Guaviare (22), delta del Orinoco (20), Vichada (19), Inírida (16), Caroní (16), Capanaparo (15), Cinaruco (14), Tomo y Bitá (12), Caura, Cuchivero, Ventuari, Suapure y Zuata (11 c/u), Atabapo y Sipapo (10), Parguaza y Alto Orinoco (9), Morichal Largo (8), Pao, Casiquiare y Aro (5 c/u) y Cuaó (3). Estos valores reflejan la riqueza ecosistémica acuática e inclusive la terrestre a nivel de cuenca hidrográfica, determinada en gran medida por factores como la altitud, fisiografía, geomorfología y geoquímica, entre otros. Así, aquellas cuencas que discurren por más de una región biogeográfica tendrán una mayor diversidad de ecosistemas acuáticos o humedales. No obstante, es oportuno señalar que la representatividad de humedales



M. A. Morales-B.

RESUMEN EJECUTIVO

en algunas cuencas probablemente esté subestimada, dada la ausencia de estudios regionales.

A nivel departamental (Colombia), los departamentos con mayor representación de humedales fueron: Arauca, Vichada, Meta y Casanare. A nivel estatal (Venezuela): Apure, Barinas, Guárico y Bolívar.

Los humedales de carácter léntico fueron los más numerosos (34 tipos), seguidos de los lóticos (13), aunque nueve tipos pueden presentar ambas condiciones, asociado a la estacionalidad climática (aguas bajas y estiaje versus aguas altas y subida de aguas). En cuanto al tiempo de retención del agua, un mismo tipo de humedal puede ser del tipo permanente o temporal a lo largo de su existencia (23 tipos). Solo 17 tipos de

humedales fueron de carácter únicamente permanente y 16 temporal. Respecto al tipo de aguas, la condición dominante fue presentar diferentes combinaciones de dos o tres tipos de aguas, considerando las blancas, claras y/o negras. En la tabla 1 se presenta un resumen de la distribución y las principales características de cada uno de los humedales.

El capítulo central del libro (descripción de los humedales) va precedida de una síntesis histórica sobre las diferentes clasificaciones de las regiones, paisajes y humedales de la Orinoquia, así como de la importancia de la tipología de las aguas y la validez y utilidad de la vegetación acuática en el proceso de identificación, caracterización y establecimiento de límites en los humedales.

**Tabla 1.** Humedales de la Orinoquia, distribución y principales características ecológicas. Subcuencas: Lasso *et al.* (2004). Abreviaturas: Países: C-Colombia, V-Venezuela. Regiones: OA-Orinoquia Andina, OLL-Orinoquia Llanera, OG-Orinoquia Guayanesa, D-Delta. Tipología: N-natural, C-creado, T- transformado o regulado por el hombre. Circulación agua: LO-lótico, LE-léntico. Temporalidad: P-permanente, T-temporal. Tipos de agua: B-blancas, C-claras, N-negras.

Tipos de humedales	País	Región	Subcuenca	Departamentos (Colombia)	Estados (Venezuela)	Tipología	Circulación agua	Temporalidad	Tipo de aguas
<b>NATURALES (49)</b>									
Aguas termales o manantiales	C, V	OA, OLL	Apure, Meta	Cundinamarca, Norte de Santander	Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo.	N	LO	P, T	C
Arracachales o rarbanales	C, V	OLL, OG, D	Arauca, Caroní, Delta, Inirida, Guaviare, Meta, Morichal Largo	Arauca, Guainía, Meta, Vichada	Amazonas, Amacuro, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Delta Guárico, Monagas.	N	LE, LO	P, T	B, C, N
Arroyos de montaña y quebradas	C, V	OA	Arauca, Apure, Guaviare, Meta	Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Santander	Apure, Barinas, Lara Mérida, Táchira, Trujillo	N	LO	P	C
Bajíos o bajos	C, V	OG	Arauca, Apure, Bitá, Capanaparo, Cinaruco, Guaviare, Meta, Tomo, Vichada	Arauca, Casanare, Meta, Vichada	Apure, Barinas, Guárico, Portuguesa	N	LE	T	B, C
Bijaguales	C	OLL	Arauca, Meta	Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada.	Arauca, Meta, Vichada.	N	LE	T	B, C
Bosques arbustivos o de matorral	C	OLL	Arauca, Meta.	Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada	Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada	N	LE	T	B, C
Bosques de albardón del delta del Orinoco	V	D	Delta		Delta Amacuro, Monagas.	N	LO	P, T	B, C, N



M. A. Morales-B.

RESUMEN EJECUTIVO

Tipos de humedales	Pais	Región	Subcuenca	Departamentos (Colombia)	Estados (Venezuela)	Tipología	Circulación agua	Temporalidad	Tipo de aguas
Bosques de rebalse	C, V	OLL, OG	Arauca, Apure, Aro, Bitá, Capanaparo, Caris, Caura, Caroní, Cinaruco, Cuchivero, Inirida, Guaviare, Meta, Pao, Parguaza, Suapure, Tomo, Vichada, Zuata.	Casanare, Guaviare, Guainía, Meta, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Bolívar, Delta Amacuro, Guárico, Monagas.	N	LE, LO	T	B, C, N
Bosques enanos inundables en valles glaciares	C	OA	Arauca, Meta	Arauca, Boyacá, Cundinamarca		N	LE	P	C
Bosques esclerófilos inundables, altos a medios siempreverdes de los ríos Atabapo, Casiquiare y Río Negro	C, V	OG	Alto Orinoco (en parte), Atabapo, Casiquiare, Inirida	Guainía, Vichada	Amazonas	N	LE	P, T	C, N
Bosques estacionales inundables altos y siempreverdes de las planicies terminales del Guaviare, Vichada, Ventuari y Guayapó	C, V	OG	Cuao, Inirida, Ventuari, Vichada	Guainía, Vichada	Amazonas	N	LE	T	C, N
Bosques ribereños siempreverdes e inundables de los ríos Orinoco, Ventuari y Atabapo	C, V	OG	Atabapo, Casiquiare, Ventuari	Guainía	Amazonas	N	LE	T	B, C, N
Bosques y matorrales de pantano del delta del Orinoco	V	D	Delta		Delta Amacuro, Monagas	N	LE	P, T	C, N
Boyales	C, V	OG	Atabapo, Casiquiare, Inirida.	Guainía, Vichada.	Amazonas	N	LO	P	N
Bucarales	C	OLL	Arauca, Meta	Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada		N	LE	T	B, C

Tipos de humedales	Pais	Región	Subcuenca	Departamentos (Colombia)	Estados (Venezuela)	Tipología	Circulación agua	Temporalidad	Tipo de aguas
Cañabravales	C	OLL, OG	Arauca, Guaviare, Meta, Vichada	Arauca, Guainía, Guaviare, Vichada		N	LE, LO	P, T	B, C
Caños	C, V	OLL, OG, D	Arauca, Alto Orinoco, Atabapo, Apure, Bitá, Caroní, Capanaparo, Cataniapo, Caura, Cuchivero, Delta, Guaviare, Inirida, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Parguaza, Suapure, Sipapo, Tomo, Ventuari, Vichada, Zuata	Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo	N	LO	P, T	B, C, N
Charcos temporales en rocas del Escudo Guayanés	C, V	OG	Alto Orinoco (en parte), Atabapo, Bitá, Caroní, Casiquiare, Cataniapo, Caura, Delta, Inirida, Sipapo, Tomo, Ventuari, Vichada	Guainía, Guaviare, Vichada	Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro (en parte).	N	LE	P	C, N
Chigüirales o gramalotales	C, V	OLL, OG, D	Alto Orinoco, Apure, Arauca, Atabapo, Bitá, Capanaparo, Caroní, Cataniapo, Caura, Cuchivero, Delta, Guaviare, Inirida, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Pao, Parguaza, Suapure, Sipapo, Tomo, Ventuari, Vichada, Zuata	Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo	N	LE, LO	P, T	B, C, N
Chuscales	C	OA	Arauca, Guaviare, Meta	Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Santander.		N	LE	P	C
Congriales	C, V	OLL, OG	Apure, Arauca, Capanaparo, Cinaruco, Cuao, Meta, Manapiare, Sipapo, Vichada, Zuata	Arauca, Casanare, Meta, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Guárico, Monagas, Portuguesa.	N	LO	T	B, C, N



M. A. Morales-B.

RESUMEN EJECUTIVO

Tipos de humedales	Pais	Región	Subcuenca	Departamentos (Colombia)	Estados (Venezuela)	Tipología	Circulación agua	Temporalidad	Tipo de aguas
Escarceos	C, V	OLL	Apure, Cinaruco, Meta	Arauca, Casanare.	Apure, Barinas	N	LE	T	C
Esteros	C, V	OLL	Arauca, Apure, Bitá, Capanaparo, Cinaruco, Guaviare, Meta, Vichada	Arauca, Casanare, Meta, Guainía, Vichada	Apure, Barinas, Guárico, Portuguesa.	N	LE	P, T	B, C
Guafales	C	OLL	Arauca, Meta	Arauca, Casanare, Vichada	Meta, Guainía, Vichada	N	LE	T	B, C
Herbazales del delta del Orinoco	V	D	Delta		Delta Amacuro	N	LE	T, P	B, C, N
Lagunas altoandinas profundas	C, V	OA	Apure, Arauca, Guaviare, Meta	Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander	Mérida, Táchira, Trujillo	N	LE	P	B, C
Lagunas altoandinas someras	C, V	OA	Apure, Arauca, Guaviare, Meta	Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander	Mérida, Táchira, Trujillo	N	LE	P, T	B, C
Lagunas de rebalse o inundación	C, V	OLL, OG, D	Apure, Arauca, Aro, Bitá, Capanaparo, Caris, Caroní, Caura, Cinaruco, Cuchivero, Delta, Guaviare, Inirida, Manapiare, Meta, Pao, Parguaza, Suapure, Vichada, Tomo, Zuata	Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Bolívar, Delta Amacuro, Barinas, Guárico, Monagas.	N	LE	P, T	B, C, N
Lagunas inundables de origen pluvial	C, V	OLL, OG, D	Arauca, Alto Orinoco, Apure, Aro, Atabapo, Bitá, Capanaparo, Caris, Caroní, Cataniapo, Cau- ra, Cinaruco, Cuchivero, Delta, Inirida, Guavi- are, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Par- guaza, Sipapo, Suapure, Tomo, Ventuari, Vichada, Zuata	Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Bolívar, Delta Amacuro, Barinas, Guárico, Monagas.	N	LE	P, T	B, C, N

Tipos de humedales	Pais	Región	Subcuenca	Departamentos (Colombia)	Estados (Venezuela)	Tipología	Circulación agua	Temporalidad	Tipo de aguas
Laureales	C	OLL	Arauca, Meta	Arauca, Casanare	Delta Amacuro, Monagas	N	LO	T	C
Madreviejias	C, V	OLL, OG, D	Alto Orinoco, Apure, Arauca, Atabapo, Bitá, Capanaparo, Caroní, Cataniapo, Caura, Cuchivero, Delta, Iniri- da, Guaviare, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Parguaza, Sipapo, Sua- pure, Tomo, Ventuari, Vichada, Zuata	Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Mérida, Monagas, Portu- guesa, Táchira, Trujillo	N	LE, LO	P, T	B, C, N
Manglares del delta del Orinoco	V	D	Delta		Delta Amacuro, Monagas	N	LO	P	B, C, N
Maporales o chaguaramales	C, V	OLL, OG	Arauca, Apure, Caroní, Delta, Meta, Vichada	Arauca, Casanare, Meta, Vichada	Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Lara	N	LE	P	B, C
Mijagüales	V	OLL	Apure		Barinas, Portuguesa	N	LE	P	C
Morichales	C, V	OLL, OG, D	Alto Orinoco, Apure, Arauca, Atabapo, Bitá, Capanaparo, Caris, Caroní, Casiquiare, Cau- ra, Cinaruco, Cuchivero, Delta, Guaviare, Inirida, Meta, Morichal Largo, Parguaza, Suapure, Sipapo, Tomo, Ventuari, Vichada	Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada	Amazonas, An- zoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Guárico, Mona- gas.	N	LO, LE	P	C, N
Palmares llaneros	V	OLL	Apure		Apure, Cojedes, Guárico, Portu- guesa	N	LE, LO	T	B, C
Palmares de pan- tano del delta del Orinoco	V	D	Delta		Delta Amacuro y Monagas	N	LE	P, T	C, N



M. A. Morales-B.

RESUMEN EJECUTIVO

Tipos de humedales	País	Región	Subcuenca	Departamentos (Colombia)	Estados (Venezuela)	Tipología	Circulación agua	Temporalidad	Tipo de aguas
Platamillales	C, V	OLL, OG, D	Apure, Arauca, Guaviare, Meta, Ventuari, Vichada	Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Bolívar, Delta Amacuro, Guárico, Monagas, Portuguesa.	N	LE	T	B, C
Pozos de médanos	V	OLL	Apure, Cinaruco, Capanaparo	Arauca, Casanare	Apure	N	LE	T	C
Quereberales	C	OLL	Cinaruco, Meta	Arauca, Casanare		N	LE	T	C
Raudales de Arauca	C	OLL	Arauca, Meta	Arauca		N	LE, LO	P	B, C
Ríos de aguas blancas	C, V	OLL, OG, D	Apure, Arauca, Delta, Guaviare, Meta, Tomo	Arauca, Casanare, Meta, Guaviare, Vichada	Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico y Monagas, Mérida, Táchira, Trujillo	N	LO	P, T	B
Ríos de aguas claras	C, V	OLL, OG, D	Aro, Bitá, Capanaparo, Caris, Cataniapo, Cinaruco, Cuao, Cuchivero, Delta, Manapiare, Paraguaa, Sipapo, Suapure, Tomo, Ventuari, Zuata	Casanare, Meta, Guainía, Guaviare, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Guárico, Monagas, Portuguesa	N	LO	P, T	C
Ríos de aguas negras	C, V	OLL, OG, D	Alto Orinoco (en parte), Atabapo, Caroní, Caura, Delta (en parte), Inirida, Morichal Largo, Sipapo	Guainía, Guaviare, Vichada	Amazonas, Anzoátegui (en parte), Bolívar, Delta Amacuro, Guárico (en parte) y Monagas (en parte)	N	LO	P, T	N
Ríos de piedemonte, montaña y abanicos trenzados	C, V	OA, OLL	Arauca, Apure, Guaviare, Meta	Arauca, Boyacá, Casanare y Meta	Apure, Barinas, Cojedes, Guárico, Mérida, Portuguesa, Táchira, Trujillo	N	LO	P, T	B, C

Tipos de humedales	País	Región	Subcuenca	Departamentos (Colombia)	Estados (Venezuela)	Tipología	Circulación agua	Temporalidad	Tipo de aguas
Saladillales	C, V	OLL, OG	Apure, Arauca, Bitá, Capanaparo, Cinaruco, Inirida, Manapiare, Meta, Tomo, Zuata	Arauca, Casanare, Meta, Guainía, Vichada	Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Guárico, Portuguesa.	N	LE, LO	P, T	B, C, N
Turberas altoandinas	C, V	OA	Apure, Arauca, Meta	Arauca, Boyacá, Meta, Norte de Santander, Santander	Mérida, Táchira, Trujillo	N	LE	P	C
Turberas tepuyanas	C, V	OG	Alto Orinoco, Caroní, Caura, Cuchivero, Guaviare, Sipapo, Suapure, Ventuari	De confirmar su presencia, estarían presentes en el Guaviare (sierra de la Macarena)	Amazonas, Bolívar	N	LE	P	C, N
Zurales o tatuos	C, V	OLL	Apure, Arauca, Cinaruco, Meta, Vichada	Arauca, Casanare, Meta, Vichada	Apure, Barinas, Portuguesa	N	LE	T	B, C
<b>HUMEDALES CREADOS, TRANSFORMADOS O REGULADOS</b>									
Arrozales	C, V	OLL	Apure, Arauca, Guaviare, Meta, Portuguesa, Vichada	Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada	Apure, Barinas, Cojedes, Guárico, Portuguesa	T	LE	P	B, C
Embalses	C, V	OA, OLL, OG	Apure, Caroní, Meta	Boyacá, Cundinamarca	Apure, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Guárico, Mérida, Portuguesa, Táchira	C-T	LE	P, T	B, C, N

## RESUMEN EJECUTIVO

Tipos de humedales	País	Región	Subcuenca	Departamentos (Colombia)	Estados (Venezuela)	Tipología	Circulación agua	Temporalidad	Tipo de aguas
Estanques piscícolas excavados en tierra	C, V	OLL, OG, D	Apure, Arauca, Capanaparo, Caroní, Caura, Cuchivero, delta del Orinoco Guaviare, Inirida, Manapiare, Meta, Pao, Parguaza, Suapure, Vichada, Zuata	Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada	Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo	C	LE	P	B, C, N
Jagüeyes o préstamos	C, V	OA, OLL, OG, D	Apure, Arauca, Aro, Capanaparo, Caris, Caroní, Cinaruco, Cuchivero, Delta Guaviare, Inirida, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Pao, Parguaza, Suapure, Vichada, Zuata	Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada	Amazonas, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Monagas, Portuguesa, Táchira	C	LE	P, T	B, C
Lagunas de inundación afectadas por la industria del aluminio	V	OG	Restringidas al cauce principal del bajo Orinoco		Bolívar	C	LE	P	B
Módulos o pólderes	C, V	OLL	Apure, Meta	Casanare	Apure	C	LE	P, T	B, C
Ríos regulados	V	OA, OLL, OG, D	Caroní, Delta delta del Orinoco		Bolívar, Delta Amacuro, Monagas.	T	LO	P	B, C, N

## EXECUTIVE SUMMARY

Within the framework of the 2014 Annual Operation Plan of the Conservation Biology and Biodiversity Use Program of the Alexander von Humboldt Institute's hydrobiological, fishery and freshwater biodiversity research initiatives a guide to the different types of wetlands present in the binational (Colombia and Venezuela) Orinoco River Basin was compiled. For each type of wetland the distribution in each country is given as well as by biogeographic region, subdrainage, department or state. Also given are: the wetland's origin (natural, manmade, transformed or regulated by man); condition (fluvial, marsh, lacustrine, geothermal); water circulation (lotic, lentic); seasonality (permanent, seasonal) and water type (white, clear, black). Additional information about physiognomy, diagnostic and general characteristics of the plant species and typical vegetation communities present in the wetland along with the type of water body, geomorphological features, water depth, rainy season (flood) duration, physico-chemical parameters of the water, soil and substrate types and elevation are given. Lastly, the ecosystem services provided by the wetland are pointed out.

In the Orinoco River Basin of Colombia and Venezuela forty-nine natural and

seven manmade, regulated or severely transformed wetlands are recognized. The regions with the most different types of wetlands: the Orinoco Savannas (38 types); Orinoco Guiana Shield (28); Delta (19) and Orinoco Andean (11). It should be remembered that some types of wetlands can occur in different biogeographic subregions of the Orinoco Basin.

The hydrographic subdrainages with the most different types of wetlands are: Meta (38 types), Arauca (35) and Apure (32), followed by Guaviare (22), delta del Orinoco (20), Vichada (19), Inirida (16), Caroní (16), Capanaparo (15), Cinaruco (14), Tomo and Bitá (12), Caura, Cuchivero, Ventuari, Suapure y Zuata (11 each), Atabapo and Sipapo (10), Parguaza and Alto Orinoco (9), Morichal Largo (8), Pao, Casiquiare and Aro (5 each) and Cuao (3). These values reflect the aquatic as well as terrestrial ecosystem richness of these drainages which is to a large extent determined by altitude, physiography, geomorphology and geochemistry. Thus, drainages that traverse more than one biogeographic region with have a greater diversity of aquatic ecosystems or wetlands. However, it is important to point out that the number of wetlands present in some drainages is



## EXECUTIVE SUMMARY

probably underestimated due to the lack of regional studies.

The number of wetlands present by department (Colombia), or state (Venezuela) is as follows: Arauca, Vichada, Meta and Casanare (Colombia); Apure, Barinas, Guárico and Bolívar (Venezuela).

Lentic wetlands were the most numerous (34), followed by lotic (13). Nine types of wetlands had both lentic and lotic conditions depending on the season (dry season low water vs. rising water or flood conditions). With respect to retention of water, 23 types of wetlands were permanent or temporary during the rainy or dry season. Only 17 types of wetlands were strictly

permanent or temporary (16). Most wetlands had combinations of two or three types of water (white, clear, or black). Table 1 (page 19) summarizes the distribution and the main characteristics of each wetland is presented.

The central chapter of this book (descriptions of the wetlands) is preceded by a historical synopsis of the different classification of the regions, landscapes and wetlands of the Orinoco Basin, as well as the importance of the water type and the validity and utility of the use of aquatic vegetation in the process of identification, characterization and delimitation of wetlands.



Desagüe en la altillanura colombiana. Foto: F. Trujillo.



Río Bitá. Foto: M. A. Morales-Betancourt



## INTRODUCCIÓN

Los humedales, áreas con identidad propia, espacio-temporalmente terrestres y acuáticos, colectan, almacenan y transportan agua, materia y energía. Son unidades funcionales y a la vez componentes integrales de paisajes y procesos a mayor escala: cuencas hidrográficas, regiones y ecorregiones, a las que pertenecen y con las cuales se relacionan ecológica, funcional y económicamente. Su delimitación debe considerar la condición hídrica como el factor determinante de sus características. La identificación, caracterización y finalmente, el establecimiento de los límites de los humedales, puede hacerse mediante la aplicación de criterios hidrológicos, geomorfológicos, edafológicos, geoquímicos y por último, biológicos y ecológicos, entre los cuales las plantas acuáticas son el grupo de mayor utilidad para este proceso. La combinación de todas estas aproximaciones junto con los aspectos socio-ecosistémicos, garantizan un proceso adecuado para reconocer los límites de cualquier humedal (Lasso *et al.* 2014).

Colombia tiene una diversidad ecosistémica reconocida a nivel mundial y en relación a los humedales, ecosistemas o ambientes acuáticos -considerados en esta obra como sinónimos-, su riqueza es aún mayor.

La diferenciación entre las grandes cinco cuencas hidrográficas del país (Amazonas, Orinoco, Magdalena, Caribe y Pacífico), unidas a aspectos relacionados con la climatología, gradientes altitudinales, tipos de suelos, geología, etc. entre ellas, enmarcadas a su vez en la biogeografía actual, le confieren al país una complejidad e interés por su conocimiento cada vez mayor.

En ese sentido la cuenca binacional del Orinoco -que es la tercera más importante del continente-, discurre sobre los tres tipos de estructura geológica de la naturaleza: escudo, megacuenca de sedimentación y cordillera de plegamiento. Este hecho determina los grandes paisajes de este sistema neotropical. El río Orinoco es el eje acuático y sus humedales, vinculados directa o indirectamente a los 52 tributarios principales (Rosales *et al.* 2010), conforman un amplio mosaico de ambientes acuáticos naturales, 49 de los cuales, más los siete construidos o transformados por el hombre, son descritos en este libro.

En Colombia los humedales de la Orinoquia habían sido clasificados por Naranjo *et al.* (1999) en cuatro categorías y seis complejos (Arauca, Casanare, Vichada, Tomo, Guaviare e Inírida) y por Caro-Caro *et al.*

## INTRODUCCIÓN

(2010) en 26 categorías mixtas de acuerdo a ocho variables. En Venezuela se distribuyen en 19 categorías y 18 complejos que ocupan 593.000 km<sup>2</sup> en la mayor parte de cuatro regiones: a) cuencas al norte del Orinoco; b) sur del Orinoco; c) alto Orinoco y río Negro y d) Delta, de las nueve definidas en el inventario nacional de humedales (Rodríguez-Altamiranda 1999). Existen además muchos aportes al conocimiento de los humedales en ambos países (ver Capítulo 1), pero no había un compendio que incluyera la gran diversidad de humedales desde las cumbres andinas hasta su desembocadura del océano Atlántico.

Es por ello, que partiendo de un marco biogeográfico de la cuenca, basado en diferentes aspectos bióticos (flora y fauna), así como fisiográficos, geomorfológicos, altitudinales, hidrológicos y geoquímicos, se dispuso a identificar y describir los diferentes tipos de humedal en las cuatro grandes unidades o regiones en la Orinoquia: Orinoquia Andina, Orinoquia Llanera, Orinoquia Guayanesa y Orinoquia Atlántica o Delta. Sin duda esto no ha sido una tarea fácil dada la complejidad espacio-temporal de la Orinoquia, reflejada por ejemplo en el hecho tan evidente de cómo un río o subcuenca puede atravesar desde su nacimiento hasta su desembocadura en el mar u otro delta interno (p. e. Arauca o Ventuari), todas las regiones biogeográficas conocidas para la región. Unido a estos factores, están los elementos sociales que permiten bajo el enfoque ecosistémico, conocer que servicios brindan estos ecosistemas y cómo se puede aportar para un mejor manejo y conservación de los humedales.

Esta es una primera aproximación a la identificación de los mismos y no se pretende tratar de cubrir todos los niveles de clasificación en este libro, más aún cuando

el reconocimiento de cualquier tipo de ecosistema -acuático en este caso- tiene también un componente subjetivo difícil de descartar. Por ello, se ha puesto un énfasis especial en el conocimiento local, tal que se pueda recoger por un lado los nombres vernáculos y la toponimia local, y por otro, el conocimiento científico. La unión de ambos, sin duda alguna, permite una mejor comprensión de los mismos. Se espera que este primer esfuerzo aliente a investigaciones futuras y que se vea a los humedales de esta región, no solo como agua, sino como vida que nos da vida.

## Bibliografía

- Caro-Caro, C., F. Trujillo, C. F. Suárez y J. S. Usma. 2010. Evaluación y oferta regional de humedales de la Orinoquia: contribución a un sistema de clasificación de ambientes acuáticos. Pp. 432-447. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 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 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.
- Lasso, C. A., F. de P. Gutiérrez y D. Morales-B. 2014. X. Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 281 pp.
- Naranjo, L. G., 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, Colombia. 79 pp.
- Rodríguez-Altamiranda, A. R. 1999. Conservación de humedales en Venezuela: in-



Humedal en Casanare. Foto: F. Trujillo



F. Mijares

ventario, diagnóstico ambiental y estrategia. Comité Venezolano de la UICN, Caracas, Venezuela. 110 pp.

- Rosales, J., C. F. Suárez y C. A. Lasso. 2010. Descripción del medio natural de la cuenca del Orinoco. Pp. 51-73. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 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 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, Colombia.

rias 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, Colombia.



# 1. CLASIFICACION DE LOS PAISAJES DE LA ORINOQUIA: COLOMBIA Y VENEZUELA

Anabel Rial, Carlos A. Lasso y Giuseppe Colonnello

Los paisajes, ambientes y regiones de la Orinoquia son tan diversos como los términos que los definen. Así, en la literatura especializada pueden encontrarse variedad de conceptos o definiciones de acuerdo a cada enfoque o escala de trabajo. Son comunes los de unidad de paisaje; distritos, provincias y subprovincias biogeográficas; biomas; ecosistemas; regiones naturales, subregiones y subsistemas; subcuencas, en fin, una gama diversa para esta cuenca aun poco conocida en su hidrodinámica espacio-temporal. A continuación se presenta una síntesis de las principales propuestas de clasificación en ambos países y algunas consideraciones sobre las sabanas inundables, como punto de partida y marco referencial en la descripción de los humedales.

## Colombia

Desde principios del siglo pasado varios autores han diferenciado los paisajes, regiones, biomas y ecosistemas de la Orinoquia en Colombia. Chapman (1917) hizo el primer ensayo de clasificación de las unidades biogeográficas con fines ornitológicos hace más de un siglo y unos 70 años después

Donato (1991), en una síntesis y revisión para toda Colombia y basado en las condiciones altitudinales, climáticas, geográficas y biológicas, reconoció cuatro provincias geográficas:

1. Provincia de Alta Montaña Tropical (páramo).
2. Provincia Andina.
3. Provincia de Tierras Bajas.
4. Provincia Costera.

Siguiendo este enfoque biogeográfico, Hernández-Camacho *et al.* (1992) propusieron dividir la Orinoquia en provincias biogeográficas y estas a su vez, en distritos biogeográficos, según los cuales los Llanos del Orinoco pertenecerían a la Provincia Biogeográfica de la Orinoquia compuesta por seis Distritos:

1. Arauca-Apure.
2. Casanare.
3. Sabanas altas.
4. Maipures.
5. Piedemonte Casanare-Arauca.
6. Piedemonte Meta.

CLASIFICACIÓN DE LOS PAISAJES



C. A. Lasso

Durante ese periodo surgieron otras propuestas como las de la FAO (1966), cuya subdivisión fue adoptada posteriormente por Mejía-Gutiérrez (1984) del siguiente modo:

1) Piedemonte; 2) Aluviones recientes; 3) Orinoquia mal drenada, que a su vez se subdivide en llanura aluvial de desborde, llanura eólica y pantanos; 4) Orinoquia bien drenada, subdividida a su vez en terrazas aluviales, altillanuras planas y altillanuras disectadas y 5) Andén Orinoco.

Domínguez (1998) siguiendo el concepto de cuenca hidrográfica definió y describió tres subregiones:

1. Guayano-Orinoquense.
2. Andino-Orinoquense.
3. Planicie Orinoquense.

Etter (1998) definió siete tipos de llanura:

1) Altillanura, 2) Altillanura disectada; 3) Altillanura arenosa del Escudo de Guayana; 4) Sabanas no inundables de piedemonte; 5) Sabanas arbustivas en médanos; 6) Sabanas inundables en planicies eólicas y 7) Parches de sabana inundable y bosque en planicies inundables.

El IGAC-ORAM (1999) clasificó a la Orinoquia en tres provincias y ocho subprovincias:

**Provincias:**

1. Megacuenca de sedimentación.
2. Flanco oriental de la cordillera oriental
3. Cratón guayanés.

**Subprovincias:**

1. Planicies altas de la Orinoquia no inundable.

2. Planicies bajas de la Orinoquia inundable en Arauca y Casanare.
3. Escudo del Vichada, Guainía y Vaupés
4. Planicie estructural pericratónica (sierra de La Macarena).
5. Piedemonte deposicional de rocas terciarias y cretáceas.
6. Cuencas sedimentarias de los ríos andinenses.
7. Piedemonte tectonizado de Arauca, Casanare y Meta.
8. Cordillera oriental.

Definieron además las tres más representativas de la jurisdicción, asumiendo la división política del territorio como base de ordenamiento:

- a) Planicies altas de la Orinoquia no inundable del Vichada.
- b) Planicies bajas de la Orinoquia inundable del Arauca y Casanare.
- c) Piedemonte tectonizado.

Rippstein *et al.* (2001) dividen en tres tipos la región: piedemonte, planicies aluviales y altillanura, y en el mismo año Molano (2001), dividió y subdividió las unidades de paisaje en subregiones:

1. Subregión Andino-Orinoquense: páramo, selva andina y subandina, piedemonte.
2. Subregión Llanos Orientales: llanuras inundables ríos Arauca, Capanaparo, Meta, Guayabero y Guaviare.
3. Subregión transicional Orinoquia-Amazonia: altillanuras al sur del río Vichada.
4. Subregión Anden Orinoquense: altillanura residual y afloramientos rocosos entre Puerto Inírida y Puerto Carreño.
5. Subregión sierra de la Macarena: núcleo montañoso relacionado con el Escudo Guayanés.

Rivas-Ríos (2004) y el IDEAM excluyen buena parte de los paisajes de la cuenca designándola genéricamente como los Llanos orientales, situados en los departamentos del Meta, Casanare, Arauca y Vichada y compuestos por tres subsistemas:

1. Piedemonte hasta los 500 m s.n.m.
2. Orinoquia mal drenada - llanuras anegadiza y abanicos aluviales hasta 400 m. s.n.m.
3. Altillanura

Romero *et al.* (2004) en un análisis detallado reconocen un mosaico de 156 tipos de ecosistemas agrupados en cuatro biomas:

1. Zonobioma húmedo tropical piedemonte de Arauca, Casanare y Meta, la serranía de La Macarena y las planicies aledañas a los ríos Guaviare, Vichada, Inírida, Atabapo y Papanaua.
2. Pedobioma del zonobioma húmedo tropical, helobiosomas de Amazonia y Orinoquia, los penobiosomas de sabanas altas y los anfibiomas del Arauca-Casanare.
3. Orobioma del zonobioma del bosque húmedo tropical, vertiente oriental de la cordillera Oriental.
4. Zonoecotono del zonobioma húmedo tropical y pedobioma, sabanas de la planicie del Orinoco entre los 80 a 500 m de altitud, constituido principalmente por las llamadas matas de monte, las cuales están influenciadas por la inundación de sus suelos.

Rivera-Ospina (2005) consideró aspectos estructurales y funcionales como base de su clasificación y reconoció tres grandes biomas:

1. Orobioma o bioma de montaña.
2. Sabanas tropicales de los Llanos Orientales.

3. Selva amazónica de transición (incluyendo sierras y serranías del Escudo Guayanés en Colombia).

Basándose en el origen geológico, la vegetación y los tipos de agua Galvis *et al.* (2007), definieron cuatro regiones naturales:

1. Piedemonte, llanura baja y vegas de los grandes ríos andinos.
2. Altillanura.
3. Altillanura oriental.
4. Zona guayanesa.

En el 2008 IGAC, clasificó nuevamente la Orinoquia, pero esta vez en siete subregiones “naturales”:

1. Llanuras del Meta
2. Llanuras del Orinoco.
3. Llanuras del Meta y el Guaviare.
4. Pantanos del Arauca.
5. Piedemonte llanero.
6. Llanuras de desborde del piedemonte.
7. Serranía de la Macarena.

La metodología para la elaboración del Mapa de ecosistemas a escala 1:100.000 IDEAM (2011), propone que la región Orinoquia de Colombia está compuesta por dos ecorregiones:

1. Bosques húmedos del piedemonte de la Orinoquia.
2. Llanos orientales.

Muy recientemente, Rangel-Ch. (2014a) en un extenso compendio sobre la Orinoquia, recopila diferentes temas sobre diversidad biótica, donde se destacan en este tema de interés, los siguientes tópicos: unidades de paisaje (Jaramillo y Rangel 2014) y ecosistemas (Rangel-Ch. 2014b).

CLASIFICACIÓN DE LOS PAISAJES



C. A. Lasso

**Venezuela**

Considerando la historia biogeográfica continental como marco de referencia de la Orinoquia venezolana, es posible reconocer dos grandes biotas, una muy antigua, la Guayanesa y otra más reciente, la Llanera (Mago-Leccia 1978).

Desde el punto de vista fisiográfico, el trabajo de Zinck (1982) es quizás el primero en identificar claramente tres grandes regiones: Andes, Llanos y Guayana, las cuales sin lugar a dudas, han sido de utilidad y siguen estando vigentes (Colonnello 1990) (Figura 1). Posteriormente se han hecho más estudios y ajustes a cada una de estas tres regiones, cuyas referencias principales se presentan a continuación.

Las sabanas o Llanos de Venezuela han sido diferenciados desde la época de Pittier (1920) hasta hoy al menos en trece clasificaciones basadas en criterios florísticos, fitosociológicos, climáticos, bioclimáticos, geomorfológicos y edáficos, cuya síntesis detallada es presentada por Huber (2007). No obstante, ya Ramia (1976) había marcado la pauta florística para la diferenciación de tres tipos de utilidad general:

1. Sabanas de *Trachypogon*.
2. Sabanas de bancos, bajíos y esteros.
3. Sabanas de *Paspalum fasciculatum*.

Sarmiento (1983) distinguió tres tipos de llanos: aluviales, altos y eólicos, pero reconoció además un factor determinante, la estacionalidad, ampliando la clasificación a cuatro tipos:

- a) Sabana semiestacional.
- b) Sabana estacional.
- c) Sabana hiperestacional.
- d) Sabana de estero.

El mapa de vegetación de Venezuela es también una referencia nacional desde su publicación (Huber y Alarcón 1988) y divide a los llanos en siete áreas:

1. Llanos occidentales.
2. Llanos de Apure.
3. Llanos bajos centrales.
4. Llanos altos centrales.
5. Depresión del Unare.
6. Mesas orientales.
7. Llanos orientales de Monagas.

San José *et al.* (1998) definieron tres tipos de sabana de acuerdo a las características edáficas:

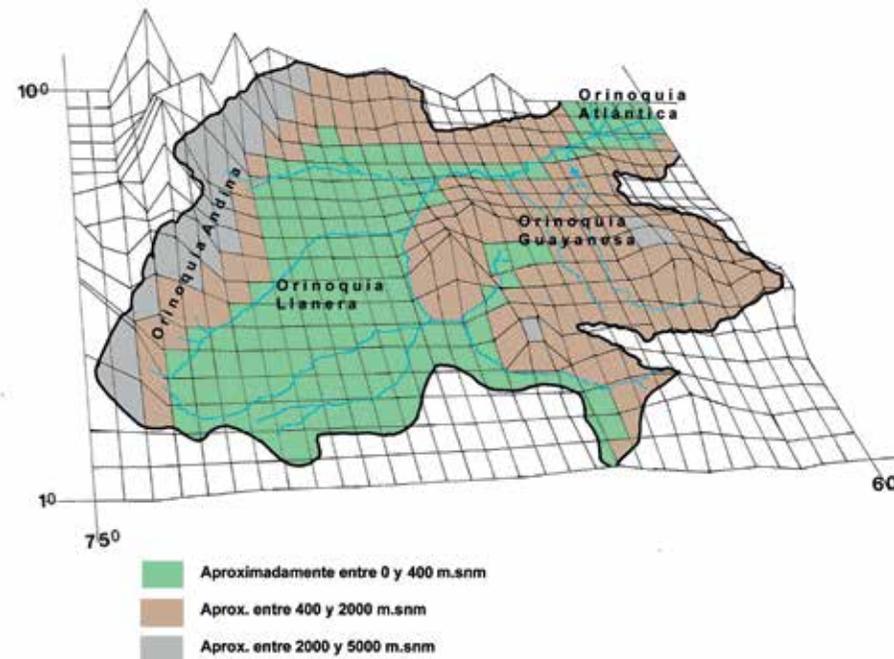
**Tipo I.** Baja disponibilidad hídrica y contenido nutricional alto, produciendo sabanas arbustivas con elementos leñosos dispersos.

**Tipo II.** Falta severa de nutrientes y escasez hídrica, lo que se expresa como sabanas abiertas o con islas arbóreas o arbustivas extensas.

**Tipo III.** Disponibilidad hídrica alta y disponibilidad nutricional variable, que se muestra como sabanas abiertas y arbustivas sobre planicies arenosas del río Meta.

Dependiendo de los nutrientes disponibles en el suelo Schargel, (2003, en Huber 2007) diferenció dos tipos:

1. Sabanas eutróficas con alto contenido de bases intercambiables y ricas en nutrientes: a) inundables, afectadas por el desborde de ríos y encharcadas con exceso de agua por lluvia y escorrentía; b) no inundables.
2. Sabanas oligotróficas con bajo contenido de bases intercambiables y nutricionalmente pobres: a) inundables encharcadas; b) no inundables.



**Figura 1.** División fisiográfica de la Orinoquia. Adaptado de Colonnello (1990).

Schargel (2007) también reconoció cuatro paisajes geomorfológicos:

- 1) Altiplanicies:
  - Llanos orientales.
  - Altiplanicies disectadas de los llanos orientales.
  - Altiplanicies de los llanos centrales.
  - Altiplanicies y altiplanicies de denudación de los llanos centro-occidentales.
  - Altiplanicie de Apure Meridional.
- 2) Paisajes colinares y altiplanicies de denudación:
  - Colinas sobre rocas metamórficas e ígneas.
  - Colinas con coberturas del cuaternario.
  - Colinas y altiplanicies de denudación sobre rocas del Terciario.

- 3) Planicies eólicas:
  - Planicies eólicas con médanos.
  - Planicies eólicas limosas.
- 4) Planicies aluviales:
  - Planicies aluviales recientes y actuales.
  - Planicies aluviales del Pleistoceno.

Desde el punto de vista geoestructural la Orinoquia venezolana fue dividida en tres provincias tectónicas, una planicie aluvial al norte y dos al sur del Orinoco (Stallard *et al.* 1990).

La segunda gran sección de la Orinoquia venezolana de la que se han establecido divisiones muy precisas es la Guayana. En ese sentido, Huber (1995) definió cuatro regiones fisiográficas:



C. A. Lasso

## CLASIFICACIÓN DE LOS PAISAJES

1. Tierras bajas del curso inferior del Orinoco-Cuyuní (delta interior, delta medio, delta exterior, cuenca del Cuyuní, Serranía de Imataca).
2. Tierras bajas del Orinoco medio.
3. Peniplanicie del Caura-Paragua.
4. Llanuras del Orinoco-Ventuari-Casiquiare.

### Visión binacional

Michelangeli y Fernández (2000) subdividieron toda la cuenca en cuatro grandes unidades fisiográficas o paisajes geoestructurales, cuyo conjunto de elementos topográficos y ecológicos las definen y diferencian en cuatro ambientes naturales:

1. Región Guayano-Orinoquense.
2. Región Andino-Orinoquense.
3. Región Planicie-Orinoquense.
4. Región Delta-Orinoquense.

En un análisis detallado Silva-León (2005), describió la cuenca binacional de acuerdo a su ubicación, límites, dimensión, extensión, regiones, ciudades, integración fluvial, régimen de escorrentía, tributarios y balance hídrico, reconociendo cuatro regiones hidrográficas (alto, medio, bajo y delta del Orinoco), así como seis regiones naturales:

- 1-2. Llanos y Guayana, separadas por el río Orinoco que son las más extensas, con 42 y 35% de la superficie total, respectivamente.
3. Llanos de la Orinoquia, 60% (Venezuela) y 40% (Colombia); completan las selvas meridionales de la margen izquierda con 15% de la cuenca, región mayoritariamente colombiana.
4. Andes colombo-venezolanos: 5% de la cuenca.
5. Delta del Orinoco: 2% del área.
6. Cordillera de la Costa, menos del 1%.

Entre el 2010 y 2011 una alianza binacional para estudiar y conservar la biodiversidad de la Orinoquia, reunió a un centenar de especialistas de unas 50 instituciones de Colombia y Venezuela, para llevar a cabo un análisis exhaustivo que estableció las áreas prioritarias para la conservación en esta cuenca (Lasso *et al.* 2010, 2011). Se consideraron entonces tres grandes regiones naturales claramente diferenciables desde la perspectiva natural de la cuenca (Rosales *et al.* 2010, Lasso *et al.* 2011):

1. Región Orinoquia Andina.
2. Región Llanos (llanura y altillanura).
3. Región Guayana.

Estas tres regiones se pueden diferenciar desde el punto de vista fisiográfico cuatro unidades (Rosales *et al.* op. cit.):

1. Montañas
  - Cordillera de los Andes.
  - Cordillera de la Costa.
  - Macizo Guayanés.
  - Sierra de La Macarena.
2. Piedemonte
  - Piedemonte andino-cordillera oriental y de Mérida.
  - Sistema de colinas-cordillera de la Costa.
3. Altiplanicies y superficies colinadas
  - Sistema de colinas del Escudo Guayanés.
  - Penillanura del Casiquiare, Alto Orinoco, Vichada y Guainía.
4. Llanuras
  - Llanura inundable del Arauca, Casanare y Apure.
  - Llanura alta (altillanura) no inundable del Meta-Vichada.
  - Planicie deltaica.
  - Planicie estructural pericratónica.

Considerando la información biofísica reseñada en el párrafo anterior e integrando

las ecorregiones terrestres y acuáticas, se reconocen diez grandes regiones incluyendo los corredores ribereños (Rosales *et al.* 2010):

Regiones:

1. Orinoquia Andina.
2. Orinoquia Costera.
3. Orinoquia Llanera.
4. Orinoquia Guayanesa.
5. Altillanura orinoquense.
6. Zona transicional Orinoco-Amazonas.

Corredores:

7. Corredor ribereño del alto Orinoco.
8. Corredor ribereño del medio Orinoco.
9. Corredor ribereño del bajo Orinoco.
10. Corredor ribereño delta del Orinoco.

Por último y como resultado de dichos talleres binacionales, pero basados en la información exclusivamente ictiológica -la más completa-, Machado-Allison *et al.* (2010) definieron 18 subregiones ictiogeográficas que se ajustaron bastante bien, como era de esperar, a las subcuencas de la Orinoquia. Para cada una de estas subregiones, se definieron los límites, red de drenaje, cotas altitudinales y se caracterizaron según la tipología de aguas, geología y fisiografía, destacando los principales ambientes acuáticos:

- A0. Andina.
- A1. Abanicos de ríos trenzados del piedemonte andino.
- A2a. Llanos inundables de Colombia y Venezuela.
- A2b. Llanos centrales no inundables de Venezuela.
- A3a. Vegas de grandes ríos con aguas blancas y planicies de inundación.
- A3b. Río Orinoco, desde la Estrella Fluvial de Inírida hasta el raudal de Atures.
- A4. Altillanura.

- A5. Sabana llanera con afloramientos del Escudo Guayanés.
- A6. Tierras bajas adyacentes al Escudo de Guayana.
- A7. Tierras altas del Escudo Guayanés.
- A8. Delta del Orinoco.

Por último, las Zonas Especiales: complejo Aguaro-Guariquito, llanos de Guárico; Caño Guaritico, llanos de Apure (Venezuela) y río Nula, enclave selvático Sarare-Saravena (Colombia).

### Humedales

Los humedales son también un tipo de paisaje en la cuenca y además muy característico y común en la Orinoquia. El concepto empleado en Colombia y Venezuela suele ser el definido por la Convención Ramsar.

En Colombia Naranjo *et al.* (1999) reconocieron siete complejos de humedales en la región de la Orinoquia, que corresponden en realidad a ríos o subcuencas del río Orinoco: Arauca, Meta, Casanare, Vichada, Tomo, Guaviare e Inírida.

Caro-Caro *et al.* (2010) hacen una propuesta metodológica y clasifican 37 ambientes acuáticos de acuerdo a su origen (natural o artificial), tipo de circulación del agua, comunidades y asociaciones vegetales y régimen de inundación según las siguientes jerarquías:

1. Ámbito.
2. Sistema.
3. Subsistema.
4. Clase.
5. Subclase.
6. Ecosistemas representativo.
7. Tipo.

En esta propuesta, el "Tipo" equivaldría a lo que en este libro se denominará hume-



C. A. Lasso

dal. Basados en un análisis a nivel regional (cuenca-región) y local (toponimia local), Caro-Caro (op. cit.), reconocieron 26 categorías mixtas de acuerdo a ocho variables.

Posteriormente, Garavito-Fonseca *et al.* (2011) y Usma y Trujillo (2011), caracterizaron los ambientes acuáticos del departamento del Casanare, basando su clasificación en aspectos relativos a la conservación de la biodiversidad.

Trujillo *et al.* (2014) y Lasso *et al.* (2014) caracterizan los humedales de la Estrella Fluvial de Inírida en la confluencia de los ríos Orinoco, Guaviare, Inírida y Atabapo, utilizando entre otros criterios, la tipología de las aguas por primera vez.

Por último, Jaramillo y Rangel-Ch. (2014b), emplearon en modelos digitales de terreno, analizan los territorios de la Orinoquia según variables de paisaje a los cuales se asignaron las redes de drenaje y sus vínculos con basamentos geológicos.

En Venezuela Rodríguez-Altamiranda (1999) compiló e identificó 19 categorías y 18 complejos de humedales que pertenecen a la cuenca del Orinoco y forman parte a su vez de cuatro de las nueve regiones del país:

1. Cuenca al norte del Orinoco.
2. Sur del Orinoco y Essequibo.
3. Alto Orinoco y río Negro.
4. Delta- Paria.

Más recientemente, en un estudio comprensivo sobre los humedales de los llanos venezolanos, Marrero (2011a) describió varios de ellos y usó métodos para identificar, caracterizar y delimitar los humedales de agua dulce de Venezuela (Marrero 2011b).

### El caso particular de las sabanas inundables en la Orinoquia

A pesar de su aparente uniformidad, las sabanas llaneras son heterogéneas por lo cual han sido objeto de varias clasificaciones, especialmente en Colombia. Sin embargo a diferencia de Venezuela, no se han detallado ni fisionómica ni funcionalmente sus planicies inundables. La definición de sabanas de banco, bajío y estero (Ramia 1967), describe la heterogeneidad del paisaje sujeto a inundación, diferenciando un microrelieve tan imperceptible en el horizonte, como determinante del funcionamiento de sus ecosistemas. Si bien Pérez y Vargas (2001) y Tejos (2002), han adaptado este esquema para Colombia -banco, banquetta, bajo y estero-, no es común su empleo en la literatura, ni su consideración con fines de manejo. Esta distinción de términos, aparentemente de carácter semántico, resultará útil si se tiene en cuenta que implica variaciones hidrológicas estacionales y pulsos (Neiff 1999), que permiten la existencia de ecosistemas acuáticos apenas tenidos en cuenta. De hecho, uno de los tres grupos de sabana que distinguen San José *et al.* (1998) en la cuenca, son las sabanas orientales de Colombia, precisamente por ser las de mayor disponibilidad de agua en el suelo, un corto periodo de sequía y un elevado promedio de precipitación.

Domínguez (2011) sí emplea los términos llano de inundación y llano bajo, muy comunes en Venezuela, para referirse precisamente a la planicie entre los ríos Meta y Apure y a los esteros que forman parte de este paisaje. Sin embargo, no solo los esteros componen la compleja variedad de hábitats de estas planicies. Rangel-Ch. (2011) distingue como sabanas inundables aquellas que periódicamente mantienen una lámina de agua de más de 10 cm y cuyo estrato arbóreo está dominado por *M. flexuosa*;



Figura 2. *Hymenachne amplexicaulis*. Foto: A. Rial.

una descripción de sabana inundable que se ajusta más al paisaje de morichal que al de sabana inundable y que no abarca la amplia variedad de cuerpos de agua que contiene (p. e. bajos, lagunas y caños) y las fisionomías permanentes y temporales de las sabanas inundables del Orinoco, como por ejemplo las sabanas de *Hymenachne amplexicaulis* (Figura 2), *Leersia hexandra* o *Luziola subintegra*.

Aunque el término inundable va cobrando fuerza, la denominación de sabana húmeda resulta más común en Colombia y también se refiere a sabanas que se inundan, pero no periódica sino ocasionalmente, lo cual parece una diferenciación poco ajustada al régimen bimodal de lluvia-sequía que caracteriza a toda esta cuenca. Se diferencian las sabanas de *Leptocoryphium lanatum* y las de *Trachypogon ligularis* (achaparradas), con elementos leñosos (*Byrsonima crassi-*

*folia*, *Curatella americana*) y pastos (*Leptocoryphium lanatum*, *Andropogon selloanus*).

En el caso del Parque Natural Nacional El Tuparro, las sabanas inundables se denominan sabanas mal drenadas, un término adecuado en agricultura y menos apropiado para la condición natural de estos ambientes. Este paisaje con pendientes menores al 1% y relieve plano-cóncavo, tiene cierta analogía con las sabanas de banco bajío y estero de Ramia (1967) en Venezuela, pues tal como se ve en la clasificación de Vincelli (1981), se diferencian las zonas altas de suelos arenosos-gravillosos (no inundables), de las más bajas con planos intermedios, mayor cantidad de arcilla en el suelo y por ende, mayor capacidad de retención de agua durante la sequía.

1. Sabanas altas (no inundables)
  - Sabanas de *Paspalum*.

CLASIFICACIÓN DE LOS PAISAJES



C. A. Lasso



**Figura 3.** Zurales en Banco Largo, Casanare. Foto: A. Rial.



**Figura 4.** Zurales en formación, Yopal, Casanare. Foto: A. Rial



**Figura 5.** a) Páramos; b) Orinoquia andina: río Boconó; c) Orinoquia Llanera: palmar inundable. Orinoquia Guayanesa; d) penillanuras del Caura-Paragua, Auyantepui; e) altillanura PNN El Tuparro y f) Delta: caño Winikina. Fotos: D. Jiménez (a), G. Colonnello (b,d), I. Mikolji (c), C. A. Lasso (e), A. Meyer (f).

- Sabanas de *Heteropogon contortus* sobre suelos arenosos.
- Sabanas de *Hereteropogon* y *Messosetum* sobre suelos graviliosos.
- 2. Sabanas inundables
  - Bajos.
  - Bajos de nacimiento.
  - Zurales.

## CLASIFICACIÓN DE LOS PAISAJES

- Pantano estacional.
- Sabanas en planos inundables aluviales.

Así como las sabanas de banco, bajo y es-tero están determinadas por el microrelieve del suelo, en Colombia abunda un tipo, cuya fisonomía es debida a una geoforma, los zurales, incluidos en la clasificación de Vincelli (op. cit.) para el Vichada, pero también comunes en el Arauca, Casanare y Meta. Son desniveles pequeños o grandes del suelo, formados por el escurrimiento del agua y la acumulación diferencial de sus sedimentos, que sumados a la acción de las termitas dan origen a los topes altos (zuros-termiteros-tatucos) y a los surcos bajos. Este paisaje de sabana inundable se presenta en diversos grados de evolución, siendo en los primeros estados apenas bultos pequeños en el suelo de la sabana (Figura 3), que se transforman en desniveles de hasta varios metros (Figura 4).

## Conclusiones

Si se tratara de simplificar o resumir la clasificación de los paisajes de Orinoquia desde cualquier perspectivas, se diferencian cuatro grandes regiones (Figura 4):

1. Orinoquia Andina, incluyendo el páramo y el piedemonte de ambos países.
2. Orinoquia Llanera.
3. Orinoquia Guayanesa, que abarca también la región de la altillanura de Colombia.
4. Región Delta u Orinoquia Atlántica.

Las clasificaciones de los paisajes de la Orinoquia y las aproximaciones a los ecosistemas de sabana inundable y de humedal, así como la discusión sobre la tipología de las aguas en la cuenca y el papel que juegan las plantas acuáticas en la identificación, ca-

racterización y delimitación de ambientes acuáticos que se describen en otros capítulos, ofrecen al lector un marco de referencia para la identificación de los humedales de la Orinoquia.

## Bibliografía

- Caro-Caro, C., F. Trujillo, C. F. Suárez y J. S. Usma. 2010. Evaluación y oferta regional de humedales de la Orinoquia: contribución a un sistema de clasificación de ambientes acuáticos. Pp. 433-448. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 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, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia. Bogotá, D. C., Colombia.
- Chapman, F. M. 1917. The distribution of bird-life in Colombia: a contribution to a biological survey of South America. *Bulletin American Museum of Natural History* 36: 1-729.
- Colonnello, G. 1990. Elementos fisiográficos y ecológicos de la cuenca del río Orinoco y sus rebalses. *Interciencia* 15 (6): 476-485.
- Domínguez, C. 1998. La gran cuenca del Orinoco. Pp. 39-67. *En*: Colombia Orinoco. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios de la Orinoquia. Proyecto Editorial Fondo FEN-Colombia.
- Domínguez, C. 2011. La gran cuenca del Orinoco. Pp. 39-67. *En*: Domínguez, C. (Ed.). Colombia, Orinoco. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Estudios de la Orinoquia. Proyecto Editorial del Fondo FEN – Colombia. Bogotá, D.C.
- Donato, J. C. 1991. Los sistemas acuáticos de Colombia Síntesis y revisión. *Cuadernos Divulgativos* 4: 1-8.
- Etter, A. 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia (1: 500.000). *En*: Cháves, M. y N. Arango (Eds.). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997-Co-

lombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Ambiente. Bogotá.

- FAO. 1966. Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales de Colombia. Tomo III. La vegetación natural y la ganadería en los Llanos Orientales. Sección Primera. Programa de Las Naciones Unidas para el Desarrollo. Roma, Italia. 159 pp.
- Galvis, G., J. Mojica, F. Provenzano, C. A. Lasso, D. Taphorn, R. Royero, C. Castellanos, A. Gutiérrez, M. Gutierrez, Y. López, L. Mesa, P. Sánchez y C. Cipamocha. 2007. Aspectos geográficos de la Orinoquia. Pp. 17-35. *En*: Sanabria, A., P. Victoria e I. Beltrán (Eds.). Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Incoder- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural- Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Garavito-Fonseca, J., C. F. Suárez, A. M. Bravo, R. Vargas, L. Cuadros, M. Córdoba, L. Miranda, J. Martínez y J. S. Usma. 2011. Descripción del medio natural del departamento Casanare. Pp. 50-71. *En*: Usma, J. S. y F. Trujillo (Eds.). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación del Casanare. WWF Colombia. Bogotá D. C. Colombia.
- Hernández-Camacho, C., G. Hurtado, Q. Ortiz y T. C. Walshburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. Pp. 100-151. *En*: Halfpter, G. (Ed.). Diversidad biológica de Iberoamérica, México.
- Huber, O. 1995. Geographical and physical features. Pp. 1-61. *En*: Berry, P. E., B. K. Holst y K. Yatskiyevych (Eds.). Flora of the Venezuelan Guayana. Volumen 1: Introducción. Missouri Botanical Garden: St. Louis, Missouri y Timber Press: Portland, Oregon.
- Huber, O. 2007. Sabanas de los Llanos venezolanos. Pp. 73-86. *En*: Duno de Stefano, R., G. Aymard y O. Huber (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. Fudena-Fundación Empresas Polar – FIBV. Caracas.
- Huber, O. y C. Alarcón. 1988. Mapa de la vegetación de Venezuela. 1:2.000.000.

MARNR, The Nature Conservancy, Caracas.

- IDEAM. 2011. metodología para la elaboración del mapa de ecosistemas a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - Ideam. Bogotá. 44 pp.
- IGAC. 2008. Regiones naturales de Colombia. <http://www.igac.gov.co>.
- IGAC-ORAM. 1999. Paisajes fisiográficos de Orinoquia-Amazonia, Colombia. *Análisis geográfico* 27-28: 1- 361.
- Jaramillo-J., A. y O. Rangel-Ch. 2014a. las unidades de paisaje y los bloques del territorio de la Orinoquia. Pp. 153-206. *En*: Rangel-Ch. O. (Ed.). Colombia. Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, D. C.
- Jaramillo-J., A. y O. Rangel-Ch. 2014b. Los sistemas fluviales de la Orinoquia colombiana (llanura de inundación y altillanura). Pp. 101-152. *En*: Rangel-Ch. O. (Ed.). Colombia. Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, D. C.
- 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, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia. Bogotá, D. C., Colombia. 609 pp.
- Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. C. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo, 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 de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de



C. A. Lasso

## CLASIFICACIÓN DE LOS PAISAJES



C. A. Lasso

- Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia. Bogotá, D. C., Colombia. 304 pp.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. A. Villa-Navarro, M. T. Sierra-Quintero, A. Ortega-Lara, L. Mesa, M. A. Morales-Betancourt, O. M. Lasso-Alcalá y M. Patiño. 2014. Peces de la Estrella Fluvial Inírida: ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y su confluencia en el Orinoco. Pp. 101-127. *En:* Trujillo, F., J. S. Usma y C. A. Lasso (Eds.). 2014. Biodiversidad de la Estrella Fluvial Inírida - WWF Colombia, CDA, Fundación Omacha, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia. Bogotá D.C.
  - Machado-Allison, A., C. A. Lasso, J. S. Usma, P. Sánchez-Duarte y O. M. Lasso-Alcalá. 2010. Peces. Pp. 217-257. *En:* Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 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 (IAvH), Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia. Bogotá, D. C., Colombia.
  - Mago-Leccia, F. 1978. Los peces de agua dulce de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Cromotip. Caracas. 78 pp.
  - Marrero, C. 2011a. Los humedales de los llanos venezolanos. Unellez, Barinas. 159 pp.
  - Marrero, C. 2011b. Métodos para identificar, caracterizar y delimitar los humedales de agua dulce de Venezuela. Unellez, Barinas. 216 pp.
  - Mejía-Gutiérrez, M. 1984. Orinoquia colombiana: sabanas de altillanura - clima y uso de la tierra. Fondo colombiano de investigaciones científicas y proyectos especiales. Francisco José de Caldas. Ciencias - Corporación Araracuara - Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.
  - Michelangeli, F. y A. Fernández. 2000. La historia natural. Pp. 41-103. *En:* Michelangeli, F., A. Fernández, W. Wilbert, M. A. Perera, C. Maldonado-Bourgoin, A. Michelangeli-Ayala y O. Palacios-Monteverde. La Orinoquia. Operadora Cerro Negro. Caracas.
  - Molano, J. 2001. Biogeografía de la Orinoquia colombiana. Pp. 69-101. *En:* Fajardo, M. D., C. Domínguez, J. Molano, O. Rangel, T. Defler, J. Rodríguez, I. Cavelier, A. Gómez, H. Plubio, G. Barona, M. Gutiérrez, M. Romero, H. Díaz, O. Aguilar, C. Galeano y L. Pérez (Eds.). Colombia. Orinoco. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Estudios de la Orinoquia. Proyecto Editorial del Fondo FEN - Colombia. Bogotá, D.C.
  - Naranjo, L. G., G. Andrade I. y E. Ponce de León. 1999. Humedales interiores de Colombia: bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Subdirección de Ecosistemas. 79 pp.
  - Neiff, J. J. 1999. El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. Pp. 1-49. *En:* Malvárez A. I. y P. Kandus (Eds.). Tópicos sobre grandes humedales sudamericanos ORCYT-MAB (UNESCO) Montevideo.
  - Pérez, R. A. y O. M. Vargas. 2001. Características de la sabana nativa y potencial de Producción Bovina en la Llanura inundable de Arauca. CORPOICA. *Boletín técnico:* 25-40.
  - Pittier, H. 1920. Esbozo de las formaciones vegetales de Venezuela con una breve reseña de los productos naturales y agrícolas. (Complemento explicativo del mapa ecológico del mismo autor). Litografía del Comercio, Caracas. 44 pp.
  - Ramia, M. 1967. Tipos de sabanas de los llanos de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 27 (112): 264-288.
  - Rangel-Ch., J. O. 2011. Flora Orinoquense. Pp. 103-133. *En:* Domínguez, C. (Ed.). Colombia, Orinoco. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Estudios de la Orinoquia. Proyecto Editorial del Fondo FEN - Colombia. Bogotá, D.C.
  - Rangel-Ch., O. (Ed.). 2014. Colombia. Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, D. C. 871 pp.
  - Rippstein, G., R. Serna y G. Escobar 2001. Dinámica de la vegetación sometida a quema, pastoreo y otras formas de manejo en la sabana nativa. Pp. 138-64. *En:* Agroecología y Biodiversidad de la Sabana. CIAT y CIRAD. Colombia.
  - Rivas-Ríos, L. 2004. Resultados e impacto en los llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Documento de trabajo N. 194. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 281 pp.
  - Rivera-Ospina, D. 2005. La Orinoquia de Colombia. Colección Ecológica del Banco de Occidente. I/M Editores. Bogotá. 196 pp.
  - Rodríguez-Altamiranda, R. (Ed.). 1999. Conservación de humedales en Venezuela: Inventario, diagnóstico ambiental y estrategia. Comité Venezolano de la UICN, Caracas, Venezuela. 110 pp.
  - Romero, M., G. Galindo, J. Otero y D. Armenteras. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Colombia. 189 pp.
  - Rosales, J., C. F. Suárez y C. A. Lasso. 2010. Descripción del medio natural de la cuenca del Orinoco. Pp. 51-73. *En:* Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 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, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia. Bogotá, D. C., Colombia.
  - San José, J. J., R. A. Montes y R. A. Mazorra. 1998. The nature of savanna heterogeneity in the Orinoco Basin. *Global Ecology Biogeography Letters* 7: 441-455.
  - Sarmiento, G. 1983. The savannas of tropical America. Pp. 245-288. *En:* Bourlière, F. (Ed.). Ecosystems of the World 13. Tropical Savannas. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York.
  - Silva-León, G. 2004. La cuenca del río Orinoco: visión hidrográfica y balance hídrico. *Revista Geográfica Venezolana* 46 (1): 75-108.
  - Schargel, R. 2007. Geomorfología y suelos. Pp. 21-42. *En:* Duno de Stefano, R., G. Aymard y O. Huber (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la Flora vascular de los Llanos de Venezuela. Fudena, Fundación Empresas Polar, FIBV. Caracas.
  - Stallard, R. F., L. Koehnken y M. J. Johnsson. 1990. Weathering processes and the composition of inorganic material transported through the Orinoco River system. Venezuela and Colombia. The Orinoco River as an ecosystem. Pp. 81-119. *En:* Convención Anual de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia., Valencia, Venezuela.
  - Tejos, R. 2002. Pastos nativos de sabanas inundables, caracterización y manejo. Universidad de los Llanos Ezequiel Zamora, Barinas, Venezuela. 108 pp.
  - Trujillo, F., J. S. Usma y C. A. Lasso (Eds.). 2014. Biodiversidad de la Estrella Fluvial Inírida. WWF Colombia, CDA, Fundación Omacha, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia. Bogotá D.C. 328 pp.
  - Usma, J. S. y F. Trujillo (Eds.) 2011. Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación del Casanare, WWF Colombia. Bogotá D. C. Colombia. 286 pp.
  - Vincelli, P. C. 1981. Estudio de la vegetación del Territorio Florístico "El Tuparro". *Cespedesia* 10 (37-38): 5-54.
  - Zinck, A. 1982. Ríos de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Cromotip. Caracas. 63 pp.



Río llanero, Colombia. Foto: F. Trujillo



## 2. TIPOLOGÍA DE AGUAS (BLANCAS, CLARAS Y NEGRAS) Y SU RELACIÓN CON LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS HUMEDALES DE LA ORINOQUIA

Carlos A. Lasso

Ya desde el siglo antepasado y a partir de las expediciones en la Orinoquia y Amazonia colombo-venezolana de Alexander von Humboldt, surgen los primeros apuntes o reseñas sobre la tipología de las aguas, asociados estos en ese momento, al “color” que mostraban los diferentes ríos y que los indígenas ya diferenciaban claramente. Humboldt (1860) atribuía esas particularidades al entorno por donde discurrían los cursos de agua y en especial el color negro, a la presencia de materia orgánica de origen vegetal disuelta en el agua. Expediciones y relatos posteriores de naturalistas, expedicionarios, antropólogos y otros científicos, mostraban una relación estrecha entre la biota (flora y fauna) que observaban y los tipos de aguas. Más aún, era evidente como la pesca, la caza e incluso la recolección de productos forestales no maderables, por la población nativa (frutos, flores, fibras, plantas comestibles, etc.), estaba íntimamente relacionada con los tres tipos de aguas que reconocían a simple vista: blancas, claras y negras. Años después, en la década de los 50, los trabajos pioneros del limnólogo alemán Harold Sioli describían las aguas de la Amazonia brasileña según esta tipología basada en

la coloración: blancas (aguas muy turbias o marrones), claras (transparentes) y negras (color te) (Sioli 1950). Esta clasificación fue afinada posteriormente por el mismo autor (Sioli 1965, 1975) y Sioli y Klinge (1961) para Brasil. En Venezuela, su empleo con fines cartográficos y biogeográficos -al sur del país en la Amazonia y parte del alto Orinoco- comienza en 1979 con la elaboración de atlas del sur de Venezuela. En Colombia no está muy claro en qué momento se empezó a seguir esta propuesta de clasificación, la cual fue aceptada y utilizada en ambos países desde finales de los 70. En 1988 investigadores venezolanos del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, tras estudios detallados en las ríos de aguas negras de la Orinoquia y Amazonia venezolana (Vegas-Villarrubia *et al.* 1988a, b), cuestionaron su aplicación en el país, especialmente en la cuenca del Orinoco, planteamientos que no fueron tomados en cuenta posteriormente por la mayoría de los investigadores. Así, si bien los planteamientos de dichos autores son ciertos en el sentido estrictamente hidroquímico, estos no aplican a la parte biológica y es indudable que dicha tipología basada en una aproximación a priori desde el punto



M. A. Morales-B.

**TIPOLOGÍA DE AGUAS**

de vista óptico, es una medida muy práctica y certera, que trae consigo implicaciones sobre que fauna y flora habita en esos tipos de aguas. Es muy frecuente en la literatura y en los foros científicos, oír hablar acerca de la fauna y la flora acuática de los ríos de aguas blancas, claras y negras. Hoy al menos estos planteamientos son ampliamente reconocidos y es indudable su utilidad para clasificar desde el punto de vista ecológico y biogeográfico, la ictiofauna y carino-fauna del Orinoco (Machado-Allison *et al.* 2010, Galvis *et al.* 2007).

En ese orden de ideas, los humedales orinoquenses también pueden ser identificados según el tipo de aguas, criterio muy práctico para clasificarlos y caracterizarlos. Si bien las diferencias entre muchos tipos de humedales en la cuenca están asociadas también a gradientes altitudinales, geomorfológicos y de vegetación, las aguas juegan un papel preponderante. Es por ello que se desarrollará en este capítulo, una descripción general de esta tipología. Más adelante, el lector podrá detallar y ampliar dichos aspectos en las fichas de humedales.

**Origen y distribución en la cuenca**

Los ríos de aguas blancas se originan en los Andes, montañas que empezaron a formarse en el Terciario y donde los procesos intensos de erosión afectaron los sedimentos antiguos marinos ricos en elementos minerales, especialmente calcio y magnesio. De esta forma, dichos ríos tienen concentraciones altas de sales minerales y sedimentos suspendidos, con un alto porcentaje de metales alcalino-térreos y pH neutro (Junk y Furch 1984). Son características por ejemplo de los ríos Guaviare, Meta, Apure, Arauca, Pao y ciertas partes del delta e inclusive del propio canal o cauce del río Orinoco, después de la desembocadura del río Meta y en ambientes andinos y llaneros.

Sus zonas de inundación se conocen como bosques de rebalse o várzeas (Figuras 1-2, Tabla 1).

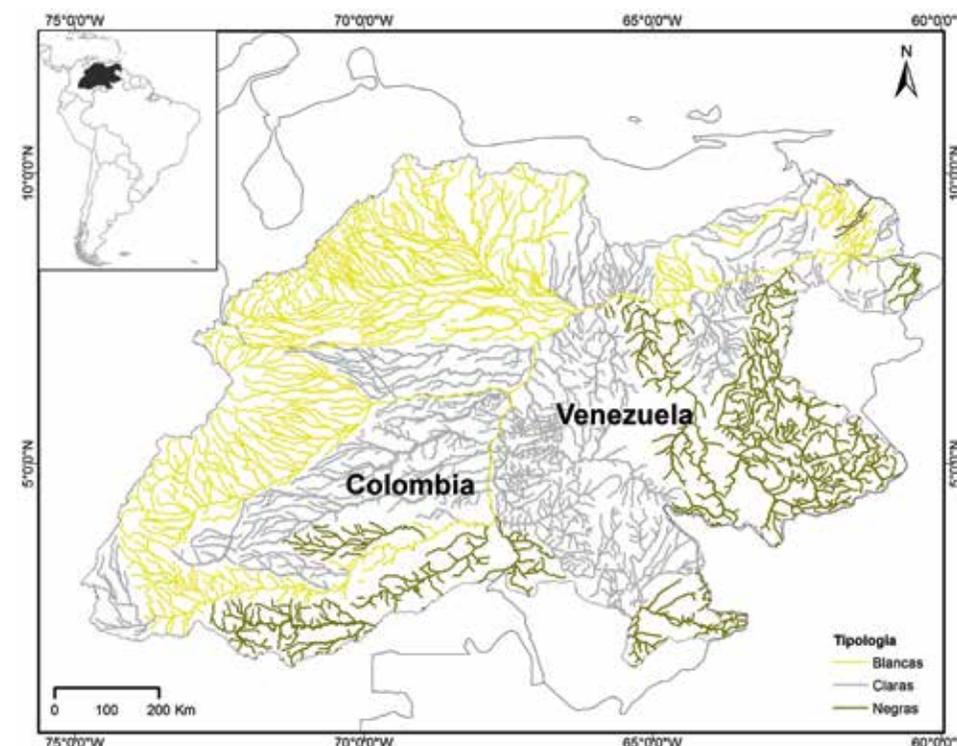
**Tabla 1.** Lista de las subcuencas del Orinoco (*sensu* Lasso *et al.* 2004) y sus tipos de aguas de acuerdo a la clasificación de Sioli (1965, 1975).

Subcuencas	Tipología
<b>Alto Orinoco</b>	Clara
<b>Apure</b>	Blanca
<b>Arauca</b>	Blanca
<b>Aro</b>	Clara
<b>Atabapo</b>	Negra
<b>Bitá</b>	Clara
<b>Capanaparo</b>	Clara
<b>Caris</b>	Clara
<b>Caroni</b>	Negra
<b>Casiquire</b>	Clara
<b>Cataniapo</b>	Clara
<b>Caura</b>	Negra
<b>Cinaruco</b>	Clara
<b>Cuchivero</b>	Clara
<b>Delta del Orinoco</b>	Blanca
<b>Guaviare</b>	Blanca
<b>Inírida</b>	Negra
<b>Manapire</b>	Clara
<b>Meta</b>	Blanca
<b>Morichal Largo</b>	Clara
<b>Orinoco</b>	Blanca
<b>Pao</b>	Blanca
<b>Parguaza</b>	Clara
<b>Sipapo</b>	Clara
<b>Suapure</b>	Clara
<b>Tomo</b>	Clara
<b>Ventuari</b>	Clara
<b>Vichada</b>	Clara
<b>Zuata</b>	Clara

Los ríos de aguas claras del Llano, nacen y desembocan en la propia sabana o en otros caños o ríos de aguas blancas. Otros drenan la región del Escudo Guayanés de ambos países, incluyendo la altillanura en Colombia. En la Amazonia se distribuyen en el Escudo Central Brasileño y en la zona de Terra Firme del Terciario (Sioli 1975). Son típicos de las grandes planicies o sabanas arenosas y muestran mayor variabilidad hidroquímica que los ríos de aguas blancas o negras (Junk 1982), de hecho, podrían considerarse como intermedios entre ambos. Proviene de zonas más bien planas, cubiertas de bosque que atenúa el

efecto erosivo de las lluvias, las cuales penetran al suelo sin producir escurrimiento (Sioli 1975). Así, su hidroquímica depende de las características del suelo por el que discurren (Lasso 2004). Los ríos típicos con esta tipología de aguas son los de las subcuencas del alto Orinoco (en parte), Ventuari, Vichada, Sipapo, Tomo, Cataniapo, Casiquire, Bitá, Parguaza, Cinaruco, Capanaparo, Cuchivero, Manapiare, Zuata, Aro, Caris, Morichal Largo y ciertas partes del Delta (Figura 1-2, Tabla 1).

Las aguas negras tienen su origen el Escudo Guayanés (Orinoquia) o en la Amazonia.



**Figura 1.** Cuenca del Orinoco y su tipología de aguas de acuerdo a la clasificación de Sioli (1965, 1975). Fuente: Morales-Betancourt *et al.* (2014).



M. A. Morales-B.

**TIPOLOGÍA DE AGUAS**



**Figura 2.** Ríos representativos de aguas blancas, claras y negras: a) Orinoco (blancas) cerca de Caicara del Orinoco, Edo. Bolívar, b) Atabapo (negras), c) Dagua (claras). Fotos: G. Colonnello (a), M. A. Morales-Betancourt (b, c).

Nacen o discurren por suelos de arenas blancas (suelos podzólicos) en bosques más o menos abiertos, llamados “caatingas” (Sioli 1975). Las planicies inundables de los ríos de aguas negras, incluidos también los bosques ribereños, se conocen como igapos y los pequeños afluentes o tributarios (quebradas, ríos menores, etc.), como igarapes. Incluyen ciertas partes del alto Orinoco, los ríos Atabapo, Inírida, Caroní y algunos cañones del Delta (Figura 1-2, Tabla 1). Un caso particular es el río Caura en Venezuela, el cual si bien tiene la coloración oscura y drena una parte del Escudo de Guayana, en contraste con el Río Negro y aún del propio río Caroní, no tiene las mismas características de acidez y pobreza de nutrientes del Río Negro. Diferencias estas, que posiblemente se asocian con factores geoquímicos, como por ejemplo la presencia de áreas extensas con arenas blancas que no capturan la alta producción de ácidos húmicos de la cuenca (Vispo y Knab-Vispo 2003).

**Coloración y propiedades fisicoquímicas**

**Aguas blancas**

Son de color marrón claro a oscuro, incluso grisáceo, parecidas a un café con leche (Figura 3); transparencia muy baja (Secchi de 0,1 a 0,5 m, Huber 1985), debido al alto contenido de arcillas (caolinitas, ilitas, motmorillionitas) y otros sólidos inorgánicos suspendidos (arenas finas) que son transportadas desde los Andes hasta las llanuras aluviales (Lasso 2004). El pH es cercano al neutro, variable de acuerdo a la región de la cuenca por donde discorra el cuerpo de agua (5,9 a 7,7). La conductividad es elevada y superior a la de los ríos de aguas claras o negras, también variable (55 a 225  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), siendo incluso más baja en algunos afluentes del delta del Orinoco. En general las aguas blancas pueden ser



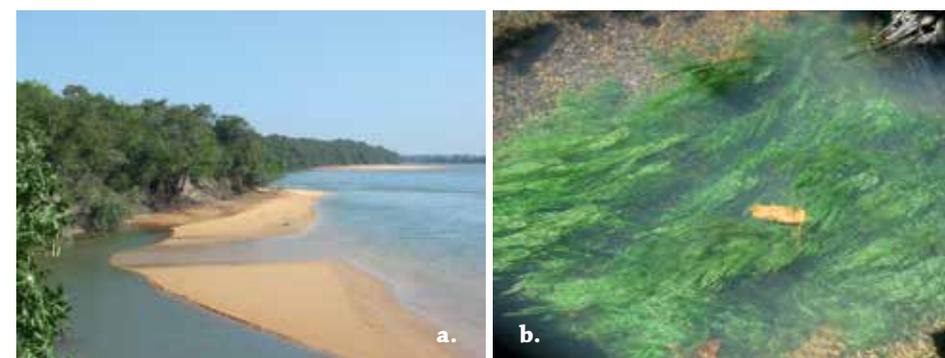
**Figura 3.** Ríos de aguas blancas: a) Apure; b) Guaviare. Foto: A. Barbarino (a), M. A. Morales-Betancourt (b).

consideradas como carbonatadas con un alto porcentaje de metales alcalino-térreos (Furch y Klinge 1978).

**Aguas claras**

Las más variables desde el punto de vista fisicoquímico. Son aguas transparentes o cristalinas (Figura 4); color a veces verdoso o variable de acuerdo al área por la que discurren (amarillas, verde oliva, azuladas, cristalinas); transparencia total o casi total

(Secchi de 1 a 3,5 m, Huber 1985) y con pocos sedimentos en suspensión. De acidez moderada o incluso ácidas en ciertas regiones (pH entre 3,9 y 7,8). La conductividad es intermedia entre las aguas blancas y negras y muestra una gran variación (2-92  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), también relacionada con el tipo de suelo. Tienden a enturbiarse en la época de lluvias por el lavado y escorrentía de las sabanas o bosques ribereños adyacentes (Lasso 2004).



**Figura 4.** Ríos de aguas claras: a) Tomo; b) Morichal Largo. Fotos: M. A. Morales-Betancourt (a), G. Colonnello (b).

## TIPOLOGÍA DE AGUAS

**Aguas negras**

Son de color oscuro o te (marrón oscuro, marrón oscuro-rojizo) (Figura 5); transparencia total o casi total (medidas del disco Secchi de 1 a 3 m, Huber 1985), ácidas o muy ácidas: desde 3 hasta 7,7 en casos particulares de la Orinoquia venezolana (Vegas-Villarrúbia *et al.* 1988a). La conductividad es baja o muy baja, variable de acuerdo a la región biogeográfica, de 0,3 hasta 90  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en casos extremos de ambientes con influencia marina en el delta del Orinoco (Colonnello 1995, Vegas-Villarrúbia *et al.* 1988a,b). Concentración elevada de materia orgánica disuelta (Vegas-Villarrubia *et al.* 1988a). Bajas concentraciones de metales alcalino-térreos (particularmente Sodio y Potasio) y porcentajes elevados de metales traza como el Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc y Aluminio (Junk y Furch 1984, Mora-Polanco *et al.* 2007). Las aguas negras son el resultado de un proceso organogénico. Así, el color oscuro es causado por la presencia de sustancias orgánicas disueltas (ácidos húmicos y fúlvicos principalmente), derivadas de la descomposición de la hojarasca y materia orgánica bajo condiciones ácidas y procesos edáficos

que tienen lugar en los suelos del Escudo Guayanés en la Orinoquia (suelos podzólicos en la Amazonia). Vegas-Villarrúbia *et al.* (1988a) asocian también este color a la presencia de hierro disuelto en el agua (p. e. ríos Caroní y Aro). En la Orinoquia venezolana (Llanos de la Formación Mesa), los suelos son Oxisoles, mientras que en el Escudo Guayanés pueden ser del tipo Spodzols, Inceptisoles arenosos y Entisoles, que pertenecen a ordenes diferentes y son de textura ligera. Por esta última razón, tienen una alta permeabilidad, lo que permite la percolación del agua y la restricción en la adsorción de material húmico, pasando así este directamente a los ríos (Vegas-Villarrúbia *et al.* 1988b). Estas sustancias tienen pesos moleculares altos, son muy resistentes a la descomposición y contribuyen al bajo valor de pH de las aguas donde están, dada su acidez. También son capaces de capturar metales disueltos que por lo general son escasos en el agua. En suelos caoliniticos, gran parte de estas sustancias húmicas son fijadas en las partículas de arcilla. En suelos arenosos estas sustancias pasan directamente a los ríos y quebradas dándoles ese color oscuro, razón por la cual

un río puede tener aguas negras y el subsiguiente no, al no drenar por este tipo de suelos. Otras fuentes de las aguas negras son las áreas inundadas donde el material orgánico de los bosques ribereños es acumulado y descompuesto por el agua. La intensidad de este color negro depende del porcentaje de tales áreas de drenaje y de la cantidad de materia orgánica disponible. Normalmente el material orgánico es acumulado durante la estación seca y lixiviado durante las lluvias. Así, el agua de estos ríos tiene un color más oscuro al inicio de las lluvias que en la estación seca.

**Productividad**

Los sistemas de aguas blancas son muy productivos y ricos en nutrientes y electrolitos (Lasso 2004). La concentración de nutrientes es elevada: nitrógeno (hasta 992 microgramos/l), fósforo (197 microgramos/l); carbono orgánico total (9,3 mg/l) (Saunders y Lewis 1988). Por ello, es que en estos sistemas están las pesquerías más importantes y productivas de la cuenca. Los sistemas de aguas claras son menos productivos y ricos en nutrientes y electrolitos que los de aguas blancas pero si más que los de aguas negras (Lasso 2004). Si bien tienen pesquerías artesanales de cierta importancia como fuente de alimento, su vocación es netamente ornamental y deportiva. En las aguas negras, la concentración de nutrientes es baja o extremadamente baja, en especial respecto al nitrógeno y fósforo (valores de fosfatos de 0 a 0,3 ppm en los caños Cuberima y Pederuales del Delta inferior, Colonnello 1995). No son sostén de pesquerías comerciales aunque si son vitales para la pesca de subsistencia y tienen potencial para la pesca deportiva y ornamental (Lasso 2010).

**Balance de flujos e impacto antrópico**

Muchos humedales de la Orinoquia (léncticos o lóticos) pueden mostrar un cambio

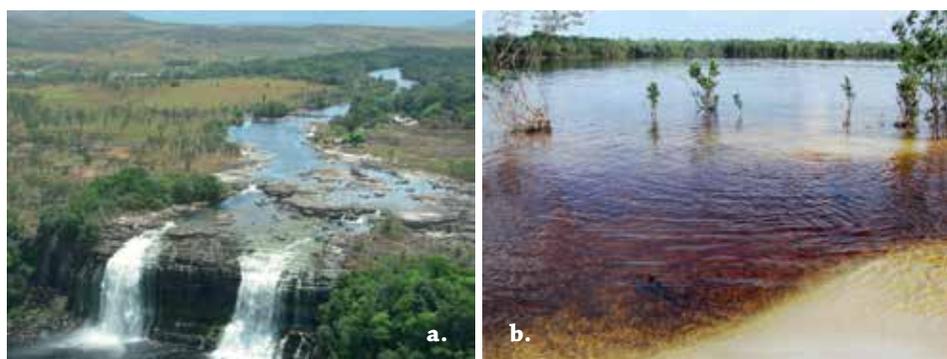
en la coloración de las aguas de acuerdo a la estacionalidad climática (lluvias-sequía; aguas altas-bajas). Algunos ríos que son blancos durante la época de lluvias y aguas altas por el incremento de sólidos suspendidos, se vuelven claros en la estación seca o de aguas bajas. Este fenómeno de alternancia ha sido descrito tanto para la Orinoquia (ríos Aro y Parguaza, Vegas-Villarrúbia *et al.* 1988a; Guaritico, Lasso 2004), como para la Amazonia (río Branco, Junk y Furch 1984, Sioli 1965) y parece estar asociado también al balance de flujo entre los tributarios. En el delta también se observa este fenómeno (Colonnello com. pers.).

También tiene relación con el gradiente hidrográfico o sección de la cuenca. Así, muchos ríos varían su coloración -y otros parámetros fisicoquímicos- según la afluencia o aportes de tributarios con aguas de distinto color. Por ejemplo, el río Guaviare recibe muchos afluentes importantes de aguas claras en su parte más baja y su color no es tan blanco como el río Arauca o Apure, cuyos tributarios son en la mayoría de aguas blancas. En ocasiones, las aguas del río Orinoco, después de la desembocadura del río Meta, al igual que las de los principales ríos tributarios de aguas blancas (Apure, Guaviare, etc.), pierden su color blanco o marrón cuando desbordan en las planicies inundables. Este fenómeno se debe a la sedimentación de los sólidos suspendidos al disminuir la velocidad del agua. Por ello, algunas de estas planicies tienen la apariencia de aguas claras.

Otro efecto muy interesante que ocurre en la zona de confluencia de los grandes ríos de la Orinoquia, es el relativo a la influencia que ejerce el río principal (de mayor porte y caudal) sobre sus tributarios y viceversa. Así, los cambios hidrológicos y geomorfológicos se mantienen aguas abajo de la unión



M. A. Morales-B.



**Figura 5.** Ríos de aguas negras: a) Carrao, Guayana venezolana; b) Atabapo. Foto: G. Colonnello (a), M. A. Morales-Betancourt (b).

TIPOLOGÍA DE AGUAS

de dos ríos y a distancias considerables aguas arriba del afluente o del tributario menor, por el balance de flujos ejercido por el río principal (“backwater effect”) (Figura 6). Este es el caso por ejemplo de la confluencia de los ríos de la Estrella Fluvial Inírida (Orinoco, Atabapo, Guaviare e Inírida) (Lasso *et al.* 2014). Otros datos de varias zonas de confluencia en la cuenca del Orinoco (Rosales *et al.* 1999, Rosales 2000), sugieren que la biota acuática puede ser el reflejo de dicho efecto, el cual está caracterizado por diferentes gradientes biogeoquímicos e hidrodinámicos en zonas donde los ríos de aguas negras y claras (oligotróficos) se encuentran con las aguas blancas (eutróficas) del Orinoco (Rosales *et al.* 2008) (Figura 6).



**Figura 6.** Confluencia de los ríos Guaviare-Inírida (febrero de 2008). Se observa el efecto de mezcla de aguas negras y blancas. Foto: C. A. Lasso.

Por último, muchos de los ríos de la cuenca del Orinoco, tanto en Colombia como en Venezuela que originalmente eran de aguas claras o negras, han pasado por los procesos erosivos en el área de drenaje, a ser de aguas blancas. Este fenómeno también conocido en la cuenca amazónica se denomina “Man-made white waters” (Junk y Furch 1984) y no debe confundirse con ríos de aguas blancas “naturales”. De hecho hoy día, gran parte de los ríos del piedemonte andino que originalmente eran claros, son blancos por estas razones. En ambos casos (claros y negros) al pasar a ser blancos, su biota acuática original se ha extinguido localmente o ha sido reemplazada por otra adaptada a estas nuevas condiciones (Figura 7-8).



**Figura 7.** Ríos de aguas claras que se transformaron a blancas luego de recoger los sedimentos arcillosos infrayacentes, debido a la remoción de la capa superior del suelo. a) Río Cabrutica, afluente Orinoco, Edo Anzoátegui; b) río Guaicupa. Fotos: G. Colonnello.



**Figura 8.** Río Inírida, río de aguas negras que por efecto de la minería aurífera se está transformando en un río de aguas blancas. a) Fotografía tomada en 2008, b) tomada en 2012. Fotos: C. A. Lasso (a), M. A. Morales-Betancourt (b).

Un caso interesante de un sistema de aguas blancas que pasa a ser de aguas claras, es el caño Mánamo, en el Delta superior. El represamiento efectuado en este cauce en los años sesenta, generó la deposición de los sedimentos transportados por el brazo Macareo del Orinoco que se dirige hacia el norte (caño Mánamo), pocos kilómetros

antes del cierre, por lo que el escaso caudal que continúa hacia el mar es de aguas marcadamente claras (Colonnello 2001, Monente y Colonnello 2001). Otro distributario que se desprende antes de esta área de sedimentación y que se dirige hacia el nor-este, el caño Macareo, se mantiene de aguas blancas. También en este caso la



M. A. Morales-B.

## TIPOLOGÍA DE AGUAS



M. A. Morales-B.

biota respondió al cambio, ya que las plantas acuáticas, mayormente praderas flotantes de *Eichhornia crassipes*, demostraron tener un crecimiento mayor en el distributario de aguas claras que en aquél de aguas blancas. En este caso atribuido a las diferencias hidrodinámicas entre ambos cauces (Colonnello 1998).

## Bibliografía

- Colonnello, G. 1995. La vegetación acuática del Delta del río Orinoco. (Venezuela). Composición florística y aspectos ecológicos (I). *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 55 (144): 3-34.
- Colonnello, G. 1998. Biomass production of *Eichhornia crassipes* and *Paspalum repens* in two contrasting environments of the Orinoco River Delta (Venezuela). *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 26:1827-1829.
- Colonnello, G. 2001a. The environmental impact of flow regulation in a tropical delta: The case of the Mánamo distributary of the Orinoco River (Venezuela), Ph.D. Thesis, Loughborough University. Loughborough, UK. 294 pp.
- Colonnello, G. 2001b. Physico-chemical comparison of the Mánamo and Macareo rivers in the Orinoco delta after the 1965 Mánamo dam construction. *Interciencia* 26 (4): 136-143.
- Furch, K. y H. Klinge. 1978. Towards a regional characterization of the biogeochemistry of alkali and alkali-earth metals in northern South America. *Acta Científica Venezolana* 29: 434-444.
- Galvis, G., J. I. Mojica, F. Provenzano, C. A. Lasso, D. Taphorn, R. Royero, C. Castellanos, A. Gutiérrez, M. Gutiérrez, Y. López, L. Mesa, P. Sánchez y C. Cipamocha. 2007. Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en las especies de interés ornamental. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Incorder-Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales), Bogotá, Colombia. 425 pp.
- Huber, O. 1985. Geographical and physical Features. Chapter 1. Pp. 1-62. *En*: Steyermark, J., P. Berry y B. Holst B. (Eds.). *Flora of the Venezuelan Guayana*. Volumen 1. Portland: Timber Press.
- Humboldt, von A. 1860. *Voyages aux régions équinoxiales*. VII. Chez N. Maze. Paris.
- Junk, W. 1982. Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. *Revue Hydrobiologie Tropicale*: 15 (4): 285-321.
- Junk, W. y K. Furch. 1984. The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationships with the biota. Chapter 1. Pp. 3-14. *En*: Prance. G. T. y T. E. Lovejoy (Eds.). *Key Environments Amazonia*. IUCN. Pergamon Press.
- Lasso, C. A. 2004. Los peces de la Estación Biológica El Frío y Caño Guaritico (estado Apure), Llanos del Orinoco, Venezuela. Publicaciones del Comité Español del Programa Hombre y Biosfera-Red IberoMaB de la UNESCO. Número 5 (enero 2004). Sevilla. 458 pp.
- Lasso, C. A. 2010. Consumo de pescado y fauna acuática en la cuenca amazónica venezolana: análisis de nueve casos de estudio entre comunidades indígenas. FAO. COPESCAALC Documento Ocasional N° 15. 42 pp.
- Lasso, C. A., J. I. Mojica, J. S. Usma, J. A. Maldonado-Ocampo, C. DoNascimento, D. C. Taphorn, F. Provenzano, O. M. Lasso-Alcalá, G. Galvis, L. Vásquez, M. Lugo, A. Machado-Allison, R. Royero, C. Suárez y A. Ortega-Lara 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por cuencas. *Biota Colombiana* 5 (2): 95-158.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. A. Villa-Navarro, M. T. Sierra-Quintero, A. Ortega-Lara, L. M. Mesa, M. A. Morales-Betancourt, O. M. Lasso-Alcalá y M. Patiño. 2014. Peces de la Estrella Fluvial de Inírida: ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y su confluencia con el Orinoco. Pp. 99-126. *En*: Trujillo, F., J. S. Usma y C. A. Lasso (Eds.). *Biodiversidad de la Estrella Fluvial de Inírida*. Fundación Omacha, WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, CDA. Bogotá.
- Machado-Allison, A., C. A. Lasso, J. S. Usma, P. Sánchez-Duarte y O. M. Lasso-Alcalá. 2010. Peces. Pp. 216-257. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco*. Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto Alexander von Humboldt-WWF Colombia-Fundación La Salle de Ciencias Naturales-Fundación Omacha-Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia)-Conservación Internacional Colombia. Bogotá D. C., Colombia.
- Monente, J. A. y G. Colonnello. 2004. Consecuencias ambientales de la intervención del delta del Orinoco. Pp. 114-124. *En*: Lasso, C. A., L. E. Alonso, A. L. Flores y G. Love (Eds.). *Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela*. Boletín RAP de Evaluación Biológica #37. Conservation International. Washington, D. C.
- Mora-Polanco, A., L. Sánchez, C. A. Lasso y C. Mac-Huae. 2007. Parámetros fisicoquímicos de algunos cuerpos de agua adyacentes a la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad del Zulia* 41 (1): 44-59.
- Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, L. C. Bello y F. de P. Gutiérrez. 2014. Distribución potencial del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*). *Biota colombiana* (en prensa).
- Rosales, J. 2000. An ecohydrological approach for riparian forest biodiversity conservation in large tropical rivers. Ph.D. Thesis. University of Birmingham.
- Rosales, J., G. Petts y J. Salo. 1999. Riparian flooded forest of the Orinoco and Amazon basins: a comparative review. *Biodiversity & Conservation* 8: 551-586.
- Rosales, J., L. Blanco-Belmonte y C. Bradley. 2008. Hydrogeomorphological and ecological interactions in tropical floodplains: The significance of confluence zones in the Orinoco Basin, Venezuela. Pp. 295-316. *En*: Wood, P., D. Hannah y J. Sadler (Eds.). *Hydroecology and Ecohydrology: Past, Present and Future*. John Wiley y Sons LTD.
- Saunders III, J. y W. Lewis Jr. 1988. Transport of phosphorous, nitrogen and carbon by the Apure river, Venezuela. *Biogeochemistry* 5: 323-342.
- Sioli, H. 1950. Das Wasser im Amazonasgebiet. *Forsch. Fortschr.* 26: 274-280.
- Sioli, H. 1965. Bemerkungen zur Typologie amazonischer Flüsse. *Amazoniana* 1 (1): 74-83.
- Sioli, H. 1975. Tropical rivers as expressions of their terrestrial environment. Chapter 19. Pp. 275-288. *En*: Goley, F. y E. Medina (Eds.). *Tropical Ecological System*. Trend in Terrestrial and Aquatic Research. Springer-Verlag, New York.
- Sioli, H. y H. Klinge. 1961. Über Gewässer und Boden des brasilianischen Amazonasgebietes. *Erde* 92 (3): 205-219.
- Vegas-Villarrubia, T., J. Paolini y R. Herrera. 1988a. A physico-chemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and the Amazon basins in Venezuela. *Archiv für Hydrobiologie* 111 (4): 491-506.
- Vegas-Villarrubia, T., J. E. Paolini y J. García-Miragaya. 1988b. Differentiation of some Venezuelan blackwater rivers based upon physico-chemical properties of their humic substances. *Biogeochemistry* 6: 59-77.
- Vispo, C y C. Knab-Vispo. 2003. Introduction: A general description of the Lower Caura. Pp.1-34. *En*: Vispo, C y C. Knab-Vispo (Eds.). *Plantas and Vertebrates of the Caura's Riparian corridor: Their Biology, Use and Conservation*. *Scientia Guianae* 12: 1-34.



F. Mijares



### 3. PLANTAS ACUÁTICAS: UTILIDAD PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE LÍMITES EN HUMEDALES DE LA ORINOQUIA

Anabel Rial B.

Las mayores planicies inundables neotropicales (Amazonas, Paraguay-Paraná y Orinoco) mantienen gran parte de la biodiversidad del continente, a su vez la flora acuática es el soporte de otros organismos y de las funciones de estos sistemas (Junk 1986, Neiff 1986, Colonnello 1996, Pott y Pott 2000, Murphy *et al.* 2003, Santos y Thomaz 2007, Thomaz *et al.* 2009, Ferreira *et al.* 2011, Agostinho *et al.* 2007, Theel *et al.* 2008, Thomaz *et al.* 2008, Fernández *et al.* 2009, Rial 2009, Lasso *et al.* 2010, 2011, Mormul *et al.* 2010).

El criterio botánico para la tipificación, caracterización y delimitación de humedales, se basa en tipos de vegetación acuática, claramente visibles y directamente relacionados al agua del ecosistema y es útil incluso en condiciones de afectación antrópica. El consenso internacional ha situado a las plantas acuáticas como organismos clave en la caracterización, clasificación y delimitación de humedales (Beal 1977, Rzedowski 1981, Best 1988, Reed 1988, Lavania *et al.* 1990, Tiner 1993, Gopal y Sah 1995, Gopal *et al.* 2001, Mitsch y Gosselink 1993, Suárez *et al.* 2005, Drechsler *et al.* 2009, Marrero 2011, Aponte y Cano 2013, Junk

*et al.* 2013, Rial y Lasso 2014). Su presencia indica ciertos atributos del hábitat y por ello se emplean para definirlo. Pero además, muchos aspectos que pasan desapercibidos para observadores eventuales, pueden advertirse por la presencia de estos vegetales capaces de reflejar condiciones de mediano y largo plazo en el humedal, como por ejemplo intensidad y duración de los ciclos de inundación y sequía, alteración del flujo hídrico o composición fisicoquímica del agua.

En Colombia son el elemento clave en el proceso de identificación, caracterización y establecimiento de límites de humedales que adelanta el país (Lasso *et al.* 2014). En la Orinoquia si cabe son de mayor utilidad, dado que la flora y vegetación acuática de esta región es mejor conocida que la de otras cuencas en el país como el Amazonas, Magdalena-Cauca, Caribe y Pacífico. Así pues, siguiendo el criterio propuesto y discutido para la Orinoquia (Rial y Lasso 2014), se considerará planta acuática aquel organismo vegetal que habita en ecosistemas acuáticos permanentes o temporales, inundables (por desborde) o anegables (por lluvia), que completa su ciclo vital

## PLANTAS ACUÁTICAS

en condiciones alternantes de lluvia y sequía, con las siguientes precisiones: 1) indistintamente en agua o en suelos casi secos y sobreviviendo al siguiente ciclo; 2) mediante modificaciones morfológicas (ecofenos) visibles en ambos períodos (ecofases) (lluvia y sequía) y con floración durante la ecofase acuática; 3) con o sin variaciones morfológicas y con floración durante la ecofase terrestre.

También la riqueza (diversidad  $\alpha$ ) de plantas acuáticas sirve para la identificación caracterización y establecimiento de límites en humedales, pero la diversidad  $\beta$  es más útil aun. En un gradiente dado, las singularidades en la composición de especies de los humedales sirve para detectar diferencias y especies indicadoras. Con el conjunto de datos es posible caracterizar ambientes, analizar sistemas, ver respuestas al pulso de inundación, a las variaciones interanuales y a otras dinámicas ecológicas que implican integridad ecosistémica, conjuntos de atributos susceptibles de degradación o preservación.

### Características de los ambientes

Hay humedales en los cuatro grandes paisajes de la Orinoquia: Andes, Llanos, Guayana y Delta. Por su naturaleza pueden ser naturales o artificiales. Su origen geológico y condiciones climáticas se asocian a otras características que definen su biota: a) altitud; b) tipo de agua y suelo; c) modo de circulación del agua; d) hidropériodo-pulso de inundación; e) conectividad con otros sistemas acuáticos y f) dimensión y profundidad. Estos atributos influyen en la composición de las comunidades vegetales, y algunas de ellas determinan la presencia de ciertas especies, que se convierten entonces en indicadoras de hábitat.

### Altitud

En el gradiente Andes-Delta, las diferencias geológicas y bioclimáticas permiten separar a los humedales de altura de aquellos de tierras bajas. Por una parte los humedales de los tepuyes de la Guayana, el segundo sistema montañoso más alto de Suramérica, cuyas cimas alcanzan elevaciones entre 1.500 y 3.015 m s.n.m. y cuyos suelos suelen estar saturados de agua debido a alta pluviosidad, tienen quebradas, charcos, turberas, ciénagas o grietas y canales en las que habitan plantas acuáticas propias de estos ambientes antiguos y aislados. Algunos cursos de agua se precipitan al vacío formando saltos de agua de mayor o menor magnitud, como el Salto Ángel (970 m) el mayor del mundo, en cuya base, la recepción del agua da lugar a un humedal con plantas, curiosamente delicadas (p. e. *Genlisea* sp), adaptadas no solo a la saturación hídrica del sustrato, sino del aire, por el efecto spray de la caída y el microclima que se genera en las paredes rocosas.

Del lado occidental hay más humedales de altura, en la cordillera de los Andes. En Colombia, Flórez *et al.* (1997) diferencian tres franjas altitudinales: a) 3.000 y 3.500 m s.n.m., con lagos, pantanos o turberas; b) 2.600 y 3.000 m s.n.m. con lagunas y pantanos; c) 2.000 y 3.300 m s.n.m. con los mayores complejos de lagos y humedales en el denominado altiplano. Franco *et al.* (2013) cuentan al menos 1.629 sitios de humedales altoandinos en Colombia. En Venezuela estos ambientes se distribuyen desde los 3.800 - 4.500 m s.n.m hasta los 3.000 - 3.800 m s.n.m. a partir de los cuales, Hernández (2005) propone clasificarlos en: a) lagunas de origen glacial; b) afloramientos de agua permanentes y/o estacionales (nacientes y ojos de agua); c) sistemas fluviales permanentes y/o estacionales (quebradas, afluentes y cauces de

río); d) pantanos permanentes y/o estacionales; e) ciénagas bajo la influencia de congelamiento diario; f) turberas y g) céspedes andinos sobre fondos de valle, a partir de la clasificación de humedales continentales propuesta por la Convención Ramsar y adaptada por Rodríguez-Altamiranda (1999) y Molinillo y Monasterio (2002), para los humedales de Venezuela.

### Suelo y agua

Los humedales de suelo rocoso y arenoso, son propios de los Andes y la Guayana. Pero dado su origen reciente el primero, y muy antiguo el segundo, también sus aguas son distintas (Figuras 1 a,b): turbias, ricas en minerales y neutras, las andinas (blancas) y transparentes, oligotróficas y ácidas, las guayanesas (negras) (*sensu* Sioli 1984). En los llanos las aguas son claras o blancas porque discurren sobre suelos arenoso-arcillosos (Figuras 2 a,b,c). Las arenas forman los bancos o zonas más altas de las llanuras inundables, altiplanicies y planicies eólicas, y las arcillas se depositan en las zonas más bajas del microrelieve, en las depresiones, a las que le otorgan- con su impermeabi-

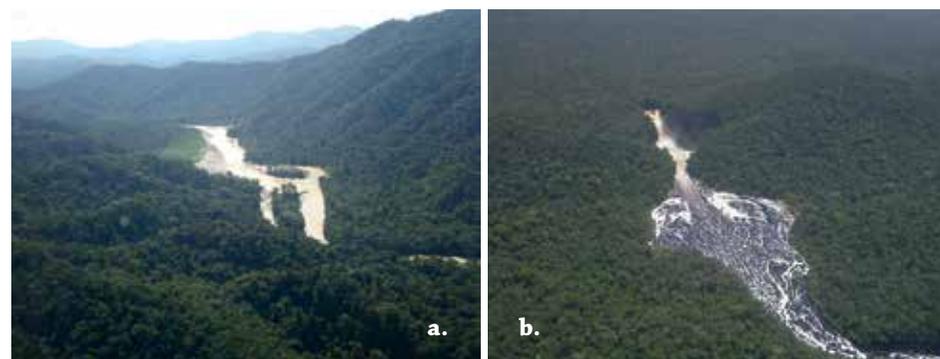
lidad- la cualidad de retener agua por más tiempo. En el Delta, destino final del Orinoco, confluyen todas. En el largo tramo antes de la desembocadura, la carga de sedimentos y materia orgánica es alta. Esta planicie en tres partes (alta, media y baja) conformada por marismas, terrenos anegadizos y aguas de diversa tipología (claras, blancas, negras y salobres), representa un cambio notable de fisonomía, que en la flora acuática se hace visible por ejemplo, en las comunidades de manglares, indicadoras de estos ambientes con influencia marina.

### Circulación del agua

La velocidad de la corriente limita la presencia de muchas especies. La riqueza es mayor en los ambientes lénticos que en los lóuticos, pues el caudal del curso intermedio (rithron) de los ríos, impide la colonización de las riberas por plantas arraigadas (Ramírez y San Martín 2006) y la permanencia de otras bioformas en el canal o cauce principal. La excepción es el caso de las agrupaciones densas de Podostemaceae en raudales o rápidos, o algunas especies de Eriocaulaceae y Xyridaceae en afloramientos

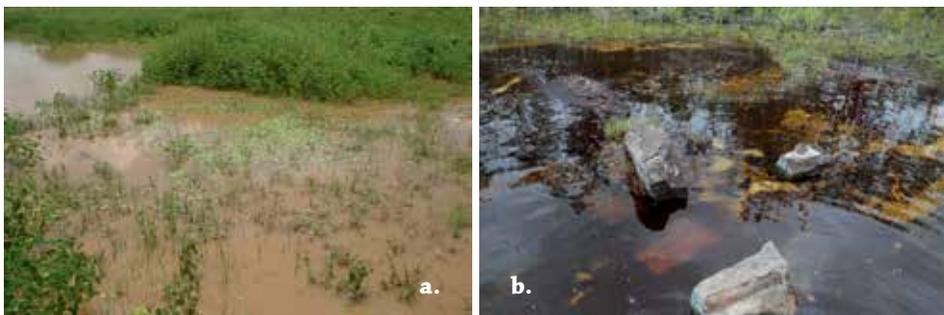


M. A. Morales-B.



**Figura 1.** a) Río aguas blancas piedemonte andino venezolano; b) río aguas negras de la Guayana venezolana. Fotos: A. Rial.

## PLANTAS ACUÁTICAS



**Figura 2.** a) Aguas blancas y turbias, Llanos inundables de Venezuela; b) aguas negras transparentes del río Atabapo. Fotos: A. Rial (a), F. Trujillo (b).

tos rocosos de algunos ríos de la Guayana tanto en Colombia como Venezuela. Así, los ríos albergan menos plantas acuáticas que los ambientes de aguas tranquilas, a menos que su circulación haya sido impedida (diques, carreteras) pasando a comportarse en dichos tramos como sistemas léntricos, en cuyo caso la abundancia de ciertas especies dominantes aumenta casi siempre en detrimento de otras. Sin embargo, es preciso considerar las sinuosidades del curso en cuyos hábitats marginales, la menor incidencia de la corriente puede favorecer -especialmente en aguas bajas- la presencia de vegetación acuática y el asentamiento de islas flotantes.

En los ríos en los que la fluctuación del nivel del agua en época de lluvias y sequía es mayor a uno o dos metros, la vegetación acuática suele ser marginal y estar compuesta por especies de amplia distribución en la cuenca, p. e. *Heliotropium procumbens* Mill., *Mimosa pigra* L. y varias especies de *Ludwigia*. En las orillas de los ríos son comunes las colonias de ciperáceas y/o poáceas. También en los caños, cursos de menor magnitud y profundidad con márgenes frecuentemente menos abruptos, es

común el género *Paspalum* en todos los tipos de aguas (blancas, claras y negras). Sin embargo, las Xyridaceae no habitan o son poco comunes en márgenes de ríos llaneros y son frecuentes en márgenes de ríos guayanenses.

En aguas bajas, las orillas de ríos, usualmente con restos de troncos derribados y/o arrastrados por las crecidas, y los remansos, son el hábitat eventual de especies flotantes como *Pistia stratiotes* L., *Paspalum repens* P. J. Bergius. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. Las islas flotantes de bora, denominadas camalotes en Argentina (Neiff y Neiff 1980), embalsados en Paraguay (Mereles 1998-2000) y buchones en Colombia, son agrupaciones de esta y/u otras especies que provienen de derivas y divagan río abajo hasta quedar retenidas entre estos obstáculos que detiene la corriente. Tal como se verá a continuación, el flujo y la conectividad provista por estos corredores fluviales favorecen la dispersión y amplía la distribución geográfica de las especies capaces de tolerar los cambios en el recorrido a lo largo de ríos de aguas blancas y negras (Rial 2013), como por ejemplo a través del Inírida-Guaviare-Orinoco-Atabapo.

### Hidroperiodo y conectividad

El pulso de inundación es la fuerza principal que determina la existencia, productividad e interacción de la biota en los grandes sistemas fluviales inundables (Junk *et al.* 1989). Este evento vital ha sido documentado por diversos autores llamando la atención sobre la importancia de atender las características del ciclo hidrológico en las grandes planicies de Suramérica (Junk 1986, Neiff 1986, Junk *et al.* 1989, Neiff 1999, Rial 2009, Rial *et al.* 2010, Junk *et al.* 2013, Varandas *et al.* 2013). En las planicies del Orinoco esta función determina la aparición y renovación continua de ambientes espacio-temporales y favorece la diversidad  $\beta$ . Gracias a las adaptaciones de las plantas acuáticas a las fases del ciclo anual, tanto el pulso de inundación como la conectividad entre ambientes y/o con sistemas fluviales, contribuyen a la riqueza y a la dispersión de estos organismos entre humedales de la región. En aguas altas, los ambientes acuáticos de las planicies (lagunas, esteros, bajíos, bajos, zurales, charcos, caños de sabana), pierden su identidad en un plano inundable que provee flujos continuos de energía y materia, tales como la dispersión de bioformas, ecosafes flotantes, estolones y semillas.

Cuando el agua de lluvia y/o de desborde llena todas las depresiones y aumenta el caudal de caños y ríos, se favorece la propagación de algunas especies y la colonización de otros hábitats con conexiones permanentes o temporales en la cuenca. Cuando las cualidades adaptativas de estas especies son altas, pueden convertirse en invasoras o en malezas (Fridley 2011). Si el hábitat está alterado (eutroficación, aumento de CO<sub>2</sub> en el agua, disminución de O<sub>2</sub> disuelto, salinización, aumento de T°, sedimentación), el grado de susceptibilidad a una invasión o la dominancia (maleza)

será previsiblemente mayor; igual que si las especies nativas han sido erradicadas, por ejemplo, sustituidas por pastos introducidos o arroz. La conectividad y el ciclo de lluvia-sequía propician la renovación y enriquecimiento del agua, el transporte y asentamiento de semillas, propágulos e individuos. Son el movimiento (flujo) y el corredor (conectividad) para la dispersión de muchas plantas acuáticas nativas de estos sistemas interconectados de la cuenca, las mas conocidas, usualmente consideradas malezas acuáticas: *Salvinia auriculata*, *Eichhornia crassipes*, *Limnobium laevigatum* y *Azolla filiculoides*.

### Dimensión y profundidad

La dimensión y profundidad del cuerpo de agua son tal vez, los factores menos determinantes de la riqueza de especies, si consideramos que son usualmente las aguas someras, los márgenes y las orillas móviles, los hábitats con mas recambio y riqueza de especies (Rial 2014).

### Formas de vida y ecofases

Los términos forma de vida, forma de crecimiento, bioforma y hábito de crecimiento, suelen emplearse como sinónimo -no siempre apropiadamente- pero siempre de modo práctico, para describir el aspecto externo de las plantas. Así lo definieron Font Quer (1977) o más recientemente Judd *et al.* (2002), manteniendo la clasificación de Teofrasto (300 A. C.), al separar árboles de arbustos y hierbas. Esta arquitectura propia de las angiospermas, no aplica a las divisiones de briofitos y helechos, para todas las cuales, la clasificación de Sculthorpe (1967) es útil al diferenciar las formas enraizadas de las libres; las que emergen de las que flotan o están sumergidas, en las siguientes categorías comunes en toda la Orinoquia: arraigadas emergente (ae), arraigada flotante (af), flotante libre (f) y sumergida o pleustófito (s).



M. A. Morales-B.

## PLANTAS ACUÁTICAS

Estas cuatro bioformas ampliamente reconocidas, están presentes y sirven para comparar comunidades de esta macrocuenca. Tal vez una singularidad se presenta en los páramos andinos (Venezuela, Colombia), cuya vegetación ha sido clasificada en general, según las formas de vida de Cuatrecasas (1968), Vareschi (1970), Monasterio (1980) y Hofstede (1995). En tales altitudes, son comunes las formas singulares de roseta y cojín. Así, Rangel-Ch. *et al.* (2000) se refieren a turberas, cojines y vegetación de pantano o acuática, como tipos de vegetación o comunidades. Según el caso, las tres pueden ser comunidades o tipos de vegetación acuática, diferenciables a la vez en arraigadas, emergentes y sumergidas.

Las bioformas sumergidas (p. e. *Najas arguta* Kunth, *Elodea* spp, *Mayaca longipes* Mart. ex Seub, *Mayaca fluviatilis* Aubl. *Mayaca sellowiana* Kunth, *Callitriche nubigera* Fassett.), se distribuyen en toda la cuenca y todo el gradiente de profundidad, en aguas con suficiente transparencia para permitir la fotosíntesis. Su presencia puede ser temporal o permanente. Temporal incluso efímera, en orillas de esteros y lagunas durante las primeras lluvias del llano; en quebradas o riachuelos de las sabanas de arenas blancas de la Guayana. Su estabilidad es mayor en aguas eutrofizadas de embalses y represas cuando ocurren, pero surgen temporalmente en madrevejas de la Guayana y lagunas de inundación de los llanos inundables cuando las lluvias aportan nutrientes a estos ambientes oligotróficos (Guayana) o desecados por el verano (Llanos) (*Cabomba furcata* Schult. y Schult.f.).

Las arraigadas flotantes también habitan a lo largo del gradiente de profundidad, desde las orillas someras hasta el espejo de agua, a profundidades variables, usualmente me-

nores de un metro. Casi siempre en aguas con un cierto grado de transparencia. Las especies con esta arquitectura, suelen considerarse acuáticas estrictas. No obstante, muchas tienen ecofase terrestre sobre suelo húmedo, en ambientes temporales sometidos al pulso de inundación; es el caso por ejemplo de *Sagittaria guayanensis* Kunth, *Ludwigia helmintorrhiza* (Mart.) H. Hara, *Ludwigia sedoides* (Humb. y Bonpl.) H.Hara o *Marsilea polycarpa* Hook. y Grev., entre otras.

Los pleustófitos o flotantes libres habitan en todo el gradiente, desde la orilla móvil hasta el espejo de agua. En los cuerpos de agua de gran magnitud, una vez presentes pueden colonizar desde la orilla hasta el centro, avanzando tanto como los nutrientes en el agua, el viento y la corriente lo permitan (Figura 3). También pueden quedar en el cinturón externo que limita con el espejo de agua (Figura 4) o desplazarse a otras orillas de un ambiente léntico, o a otros ambientes o tramos del mismo, si viajan por cursos de agua corriente. En caños y ríos de planicies inundables son frecuentes las islas flotantes de especies libres solitarias; pequeñas poblaciones o incluso comunidades más o menos complejas formadas por especies que se desarraigan y constituyen sustratos que sirven de balsa o remanso a otras especies por ejemplo: *Eichhornia azurea*, *Paspalum repens* con *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes*.

Las bioformas arraigadas emergentes son abundantes y caracterizan las orillas móviles “moveable shoreline” (Rial 2014) de los cuerpos de agua sometidos a variaciones en el nivel hidrométrico. Su presencia requiere de una cierta morfología de las orillas para colonizar, pendientes suaves o playas en lugar de paredes



M. A. Morales-B.



**Figura 3.** Distribución de las plantas acuáticas flotantes (*Azolla*) en el gradiente de profundidad de un embalse andino, Colombia. Foto: A. Rial.



**Figura 4.** Cinturón externo de plantas acuáticas en el límite del espejo de agua en los llanos inundables. Foto: A. Rial.

verticales o cauces abruptos y ausencia de corrientes. La lista de especies arraigadas emergentes es la más larga de las cuatro bioformas y si bien son estimadas en su mayoría como especies helofitas, anfíbias o facultativas, su presencia en los humedales es indicadora de una de las características más relevantes de los humedales tropicales: la fluctuación. *Hydrolea spinosa* L., *Thalia geniculata* L., *Pacourina edulis* Aubl., *Ipomoea carnea* Jacq, *Caperonia palustris* (L.) A.St. Hill, *Eleocharis intersticta* (Vahl) Roem. Ex Schult., *E. tiarata* Gomez-Laur, *E. mutata* (L.) Roem. y Schult, *Cyperus luzulae* (L.) Retz., *Oxycaryum cubense* (Poepp. y Kunth) Palla y *Sesbania* sp, son algunos ejemplos. Además de las bioformas, en los sistemas de alta fluctuación, surgen adaptaciones para persistir en ambas fases (Neiff 1996, Casco 2003), estas son las ecofases, imprescindibles en la comprensión de dichos



M. A. Morales-B.

**PLANTAS ACUÁTICAS**

sistemas y en el concepto de planta acuática (Rial 2003). Los organismos que están condicionados preponderantemente por la fase de inundación o por la fase de sequía, son denominados estrategias de fase, mientras que los que se adecuan a una gama amplia de condiciones del régimen pulsátil, son conocidos como euritípicos (plásticos) o anfítolerantes (Neiff 1996).

**Riqueza de especies y aspectos de su distribución**

Se estima entre 350-400 especies la riqueza de plantas acuáticas de la Orinoquia, una

cifra alta en relación a otros inventarios en el Neotrópico (Tabla 1). En sus principales regiones: Andes, Llanos, Guayana y Delta, las listas incluyen 171 especies en el delta del Orinoco (Colonnello 2004), 198 en los llanos inundables (Rial 2009) y más de 200 en las planicies inundables del Orinoco-Guayana (Sanoja *et al.* 2010). En las porciones llanera (excepto Arauca) y guayanesa de esta cuenca en Colombia, el listado preliminar incluye 211 especies (Rial 2013), en tanto que en los Andes, los inventarios recientes dan cuenta de 89 especies en el área específica del Páramo de Chingaza

**Tabla 1.** Algunos inventarios de plantas acuáticas en el Neotrópico.

PAÍS	HUMEDAL	RIQUEZA ESTIMADA	AUTOR
Ecuador	Lagunas de páramo	19	Terneus (2002)
Venezuela	Embalse Represa hidroeléctrica de Guri- Guayana	27	Vegas-Vilarrubia y Cova (1993)
Ecuador	Reserva Prod. Fauna. Cuyabeno. Sistema lacustre-riberino Amazonia	28	Terneus (2007)
Venezuela	Lagunas Pumar y Seca-Páramo Guaramacal	30	Cuello y Cleef (2009)
Paraguay	Chaco húmedo	32	Mereles <i>et al.</i> (1992)
Brasil	Planicie de inundación del alto río Paraná	55	Thomaz <i>et al.</i> (2009)
Suriname	Surinám	68	Werkhoven y Peeters (1993)
Chile	Patagonia occidental	86	San Martín <i>et al.</i> (2011)
Colombia	Páramo de Chingaza	89	Schmidt-Mumm y Vargas-Ríos (2012)
México	Región de Tamaulipas	93	Mora-Olivo <i>et al.</i> (2008)
Colombia	Altiplano del oriente antioqueño	94	Posada y López (2011)
México	Humedales México	111	Lot <i>et al.</i> (1986)
Argentina	Delta del Paraná, isla Martín García y ribera Platense	112	Lahitte y Hurrel 1999
Paraguay	Humedales Paraguay	114	Mereles (2004)

PAÍS	HUMEDAL	RIQUEZA ESTIMADA	AUTOR
Perú	Humedales de la costa de Lima	123	Aponte y Cano (2013)
Argentina	Esteros del Iberá	127	Neiff y Poi de Neiff (2006)
Colombia	Humedales Bogotá (Fúquene-Cucunuba y Palacio)	134	Guzmán (2012)
Brasil	Planicies inundables alto Paraná	153	Alves-Ferreira <i>et al.</i> (2011)
Venezuela	Delta del Orinoco	171	Colonnello (2004)
Venezuela	Llanos inundables del Orinoco- Venezuela	198	Rial (2009)
Venezuela	Planicies inundables Orinoco-Guayana	> 200	Sanoja <i>et al.</i> (2010)
Colombia	Región llanera (sin Arauca) y guayanesa del Orinoco - Colombia	> 211	Rial (2013)
Brasil	Pantanal	247	Pott y Pott (2000)
Brasil	Río Grande do Sul (naturales y manejados)	250	Rolon <i>et al.</i> (2010)
Costa Rica	Palo Verde y valle del río Tempisque	320	Crow (2002)
Brasil	Delta do Jacui (incluyendo leñosas)	331	Longhi-Wagner y Feijó (1981)
Brasil	Planicie inundable Amazonas	338	Junk y Piedade (1993)
Chile	Chile	455	Hauenstein (2006)
Bolivia	Llanos de Moxos (incluyendo leñosas)	483	Beck (1984)
Venezuela	Venezuela	509	Velásquez (1994)
Brasil	Río Grande do Sul (planicie costera)	400-500	Irgang y Gastal (1996)
ORINOQUIA COLOMBIA-VENEZUELA		350-400	Estimaciones de la autora

(Schmidt-Mumm y Vargas-Ríos 2012) y 134 especies en los humedales de Bogotá y lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio, en una recopilación de Guzmán (2012). De

esta riqueza, una parte está restringida a determinados ambientes e incluso hábitats y otra es compartida, es decir especies de amplia distribución en la cuenca.

## PLANTAS ACUÁTICAS



M. A. Morales-B.

**Andes**

Ciertas comunidades de plantas acuáticas presentes en los páramos de Colombia (Cleef 1981, Franco *et al.* 1986, Rangel-Ch. *et al.* 2000, Madriñán 2010), también habitan del lado venezolano entre los 2.900 y 3.100 m s.n.m (Cuello y Cleef 2009). En los humedales paramunos y altotepuyanos, las plantas inferiores (líquenes, musgos y hepáticas) son más abundantes que en los llanos, Guayana y el Delta. Las cumbres andinas son hábitats muy específicos para especies formadora de turberas como *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm y en general para comunidades de briófitos con una función determinante en los procesos de colmatación autóctona de lagunas someras, charcas o pantanos (Sánchez *et al.* 1989).

En los Andes, se distinguen así, los ambientes altos de páramo y subpáramo con quebradas, turberas, esfangales, pantanos, charcos, lagunas y zonas mas bajas del altiplano (entre 2.500 y 2.700 m s.n.m), con lagunas, quebradas, jagüeyes o préstamos y embalses. Diversos autores han registrado la vegetación acuática (Cuatrecasas 1958, Wink y Wijninga 1987, Wijninga *et al.* 1989, Velásquez 1994, Schmidt-Mumm 1998, Cortés y Rangel-Ch. 1999, Rangel-Ch. *et al.* 2000, Guzmán 2002, 2012, Romero 2002, Chaparro 2003, Granés 2004, Cuello y Cleef 2009, Vásquez y Serrano 2009, Schmidt-Mumm y Vargas-Ríos 2012, entre otros), lo que permite una aproximación preliminar a la riqueza de plantas acuáticas en la región andina de la cuenca. La tabla 2 muestra

**Tabla 2.** Especies de plantas acuáticas en ambientes andinos de la cuenca del Orinoco.

FAMILIA	ESPECIE
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.
	<i>Lilaeopsis chinensis</i> (L.) Kuntze
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i> L.
	<i>Wolffiella lingulata</i> (Hegelm.) Hegelm.
	<i>Wolffiella oblonga</i> (Phil.) Hegelm
	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.
Araliaceae	<i>Hydrocotyle bondplandii</i> A. Rich.
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.
	<i>Hydrocotyle umbellata</i> L.
Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i> Lam.
Balantiopsaceae	<i>Isotachis serrulata</i> (Sw.) Gottsche
Begoniaceae	<i>Begonia fischeri</i> Schrank
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br
	<i>Rorippa nasturium-aquaticum</i> (L.) HayeK
	<i>Rorippa pinnata</i> (Sessé & Moc.) Rollins
Cabombaceae	<i>Brasenia schreberi</i> J. F. Gmel
Calceolariaceae	<i>Calceolaria mexicana</i> Benth
Compositae	<i>Ambrosia peruviana</i> Willd.

FAMILIA	ESPECIE
Asteraceae	<i>Acmella oppositifolia</i> (Lam.) R. K. Jansen
	<i>Baccharis breviseta</i> DC
	<i>Bidens laevis</i> (L.) "Britton, Sterns & Poggenb."
	<i>Cotula coronopifolia</i> L.
	<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC
	<i>Gnaphalium americanum</i> Mill
	<i>Senecio carbonelli</i> S. Díaz
Crassulaceae	<i>Senecio madagascariensis</i> Poir.
	<i>Vazquezia anemonifolia</i> (Kunth) S.F. Blake
Cyperaceae	<i>Crassula venezuelensis</i> (Steyermark) Bywater & Wickens
	<i>Carex lurida</i> Wahlenb.
	<i>Carex teres</i> Boott
	<i>Cyperus alternifolius</i> L
	<i>Cyperus compactus</i> Retz
	<i>Cyperus papyrus</i>
	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.
	<i>Eleocharis dombeyana</i> Kunth
	<i>Eleocharis macrostachya</i> Britton
	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.
	<i>Eleocharis stenocarpa</i> Svenson
	<i>Eleocharis sellowiana</i> Kunth
	<i>Isolepis inundata</i> R.Br.
	<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey) Soják
Ditrichaceae	<i>Ditrichum submersum</i> Cardot & Herzog
Elatinaceae	<i>Elatine paramoana</i> Schmidt-M. & Bernal
	<i>Elatine triandra</i> Schkuhr
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> HBK
Halogaraceae	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc
	<i>Myriophyllum quitense</i> Kunth
Hydrocharitaceae	<i>Egeria densa</i> Planch
	<i>Limnobium laevigatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine
Hypericaceae	<i>Hypericum brathys</i> Sm.
Isoëtaceae	<i>Isoetes karstenii</i> A. Braun
	<i>Isoetes lechleri</i> Mett
	<i>Isoetes novo-granadensis</i> H.P. Fuchs
	<i>Isoetes palmeri</i> H.P. Fuchs
	<i>Isoetes triquetra</i> A. Br.
Juncaceae	<i>Juncus densiflorus</i> Kunth
	<i>Juncus effusus</i> L.
	<i>Juncus involucratus</i> Steud.
	<i>Juncus microcephalus</i> Kunth



M. A. Morales-B.

## PLANTAS ACUÁTICAS

FAMILIA	ESPECIE
Juncaceae	<i>Juncus sellowianus</i> Kunth <i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen
Jungermanniaceae	<i>Cryptochila grandiflora</i> (Lindenb. & Gottsche) Grolle
Lamiaceae	<i>Scutellaria racemosa</i> Pers.
Leguminosae	<i>Trifolium repens</i> L.
Lemnaceae	<i>Lemna gibba</i> L.
	<i>Lemna minor</i> L.
	<i>Lemna valdiviana</i> Phil.
	<i>Wolffia columbiana</i> H.Karst
Lentibulariaceae	<i>Utricularia gibba</i> L.
Limncharitaceae	<i>Hydrocleys nymphoides</i> (Willd.) Buchenau
Lithraceae	<i>Cuphea racemosa</i> (L.f.) Spreng <i>Marsilea mollis</i> B.L. Rob. & Fernald
Marsileaceae	<i>Marsilea</i> sp. <i>Pilularia mandoni</i> A. Br
Najadaceae	<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus <i>Epilobium denticulatum</i> Ruiz & Pav.
Onagraceae	<i>Ludwigia hexapetala</i> (Hook. & Arn.) Zardini, H.Y. Gu & P.H. Raven
	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven
	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Hara
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum crotalophoroides</i> Walt.
	<i>Ophioglossum ellipticum</i> Hook & Grew
Orchidaceae	<i>Habenaria repens</i> Nutt
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca bogotensis</i>
Plantaginaceae	<i>Callitriche deflexa</i>
	<i>Callitriche heterophylla</i> Pursh
	<i>Callitriche nubigera</i> Fasset
	<i>Gratiola bogotensis</i> Cortés
	<i>Plantago rigida</i> Kunth
Poaceae	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.
	<i>Calamagrostis efussa</i> (Kunth) Steud
	<i>Chusquea tessellata</i> Munro
	<i>Cortaderia nitida</i> (Kunth) Pilg.
	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br. <i>Phalaris angusta</i> Nees ex Trin
Podostemaceae	<i>Apinagia</i> sp
	<i>Marathrum</i> sp
	<i>Rhyncholacis</i> sp
	<i>Tristicha trifaria</i> (Bory ex Willd.) Spreng
Polygonaceae	<i>Persicaria hydropiperoides</i> (Michx.) Small
	<i>Persicaria punctata</i> (Elliott) Small
	<i>Persicaria sagittata</i> (L.) H. Gross.

FAMILIA	ESPECIE
Polygonaceae	<i>Persicaria segetum</i> (Kunth) Small.
	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.
Polypodiaceae	<i>Pityrogramma trifoliata</i> (L.) Tryon
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms
Portulacaceae	<i>Mona meridensis</i> (Fierdrich) Ö. Nilsson
	<i>Potamogeton bertereanus</i> Phil.
	<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong <i>Potamogeton pusillus</i> L.
Ranunculaceae	<i>Ranunculus flagelliformis</i> Smith
	<i>Ranunculus limoselloides</i> Turcz.
	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC
Ricciaceae	<i>Ricciocarpus natans</i> L. (Corda)
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum muticum</i> (Wedd.) Standl.
	<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunth) Schlttdl. <i>Galium ascendens</i> Willd. ex Spreng
Seligeriaceae	<i>Blindia magellanica</i> Schimp
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.
	<i>Solanum marginatum</i> L. f.
	<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.
Sphagnaceae	<i>Sphagnum cuspidatum</i> Ehrh. ex Hoffm
	<i>Sphagnum cyclophyllum</i> Sull. & Lesq.
	<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.
Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i> L.
	<i>Typha dominguensis</i> Pers.
	<i>Typha latifolia</i> L.
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i> Kunth

130 especies en 80 géneros y 47 familias, de las cuales Cyperaceae y Compositae con 13 y 10 especies, Polygonaceae (7), Poaceae y Juncaceae (6) e Isoëtaceae y Plantaginaceae (5), pueden considerarse las más representativas.

Las poblaciones de *Plantago rigida* Kunth con apariencia de cojín verde, indican acumulación de agua en estos páramos andinos. Otras especies de la lista andina, al menos 20, están presentes en otros hu-

medales de la cuenca, especialmente en el Llano:

- *Ambrosia peruviana* Willd.
- *Azolla caroliniana* Willd.
- *Bidens* (L.) Britton, Sterns & Poggenb.
- *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms
- *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. & Schult.
- *Habenaria repens* Nutt
- *Hydrocleys nymphoides* (Willd.)

## PLANTAS ACUÁTICAS

- *Hydrocotyle ranunculoides* L. f.
- *Hydrocotyle umbellata* L.
- *Lemna gibba* L.
- *Lemna minor* L.
- *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine
- *Ludwigia hexapetala* (Hook. & Arn.) Zardini, H.Y. Gu & P.H. Raven
- *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H. Raven
- *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara
- *Marsilea* sp.
- *Najas guadalupensis* (Spreng.) Magnus
- *Persicaria hydropiperoides* (Michx.) Small
- *Persicaria punctata* (Elliott) Small
- *Pistia stratiotes* L.
- *Ricciocarpus natans* L. (Corda)
- *Utricularia gibba* L.

El resto habita solo en esta región montañosa de la cuenca. *Crassula venezuelensis* (Steyer.) M. Bywater y Wickens, *Carex bonplandii* Kunth, *Callitriche nubigena* Fasset, *Calamagrostis effusa* (Kunth) Steud, *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm, *Eleocharis macrostachya* Britton, *Ranunculus flagelliformis* Sm. y *R. nubigenus* Kunth ex DC, caracterizan los humedales de páramo (Schmidt-Mumm y Vargas-Ríos 2012). También son propias de esta región andina ciertas comunidades de herbazales de *Phytolacca bogotensis* Kunth que junto a *Solanum americanum* Mill y algunas especies de *Ludwigia*, crecen en lagunas y antiguos meandros del río Bogotá y sus áreas de inundación (Wijninga et al. 1989). Especies como *Mona meridensis* (Fierdrich) Ö. Nilsson y *Crassula venezuelensis* (Steyermark) Bywater y Wickens se restringen también a los Andes.

A menor altitud, determinadas especies como *Schoenoplectus californicus* (C. A. Mey.) Soják o *Thypha angustifolia* L. son dominantes en lagunas del valle del río Ubaté

(Guzmán 2012), en donde mas del 80% de la vegetación acuática corresponde a bioformas arraigadas emergentes. En los humedales de la sabana de Bogotá también predominan (mas del 50%) estas bioformas, junto a algunas especies sumergidas como *Myriophyllum* sp. (Chaparro 2003) y flotantes libres como *Azolla filiculoides*, *E. crassipes* o *Lemna gibba* L.

Algunas de las especies registradas en estos ambientes según Chaparro (2003), Cuatrecasas 1958, Wink y Wijninga (1987), Wijninga et al. (1989) y Cortés y Rangel-Ch. (1999), los siguientes:

- *Azolla filiculoides* Lam
- *Bidens laevis* "Britton, Sterns & Poggenb."
- *Cotula coronopifolia* L.
- *Cuphea racemosa* (L. f.) Spreng.
- *Cyperus papyrus* L.
- *Eichhornia crassipes* Mart. Solms.
- *Epilobium denticulatum* Ruiz & Pavón
- *Hydrocotyle bonplandii* A. Rich.
- *Hydrocotyle ranunculoides* L. f.
- *Juncus effusus* L.
- *Lemna gibba* L.
- *Lemna* sp
- *Lilaeopsis* sp
- *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd) Heine
- *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H. Raven
- *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara
- *Myriophyllum* sp
- *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov
- *Persicaria punctata* (Elliott) Small
- *Phytolacca bogotensis* Kunth
- *Rorippa pinnata* (Sessé & Moc.) Rollins
- *Rumex obtusifolius* L.
- *Schoenoplectus californicus* (C. A. Mey.) Soják
- *Scutellaria racemosa* Pers.
- *Typha angustifolia* L.

- *Vazquezia anemonifolia* (Kunth) S. F. Blake

Algunas de estas especies son de amplia distribución en la Orinoquia (*Persicaria punctata* (Elliott) Small, *Limnobium laevigatum* (Humb. y Bonpl. ex) Heine, *E. crassipes*) o restringida a esta franja altitudinal andina como *Phytolacca bogotensis* Kunth.

En los humedales artificiales andinos, abundantes y de gran extensión que sirven como reservorio de agua y/o para generación de electricidad, la flora acuática está particularmente condicionada por los niveles de nitrógeno y fósforo disponibles, usualmente variables a lo largo del año, y por la acidificación de los suelos que quedan expuestos en las orillas en tiempos de bajo

caudal. La riqueza y abundancia pueden ser similares entre embalses a la misma altura y tipo de agua y sustrato, pero en el caso de dos de ellos, meso-oligotróficos y ubicados uno en los Andes de Colombia (Neusa) y otro en la Guayana de Venezuela (Guri), hay diferencias significativas. En el primero la riqueza y composición de especies es baja y la cobertura de las pocas especies alta. En este embalse habitan *Egeria densa* Planch y *Azolla filiculoides*, sumergida y flotante libre respectivamente (Figura 5), mientras que las arraigadas emergentes son escasas (*Polygonum* sp, *Eleocharis* sp). En Guri (Figura 6), un embalse que puede alcanzar los 4.200 km<sup>2</sup> que surte a la séptima hidroléctrica del mundo, la riqueza es mayor. Según Vegas-Vilarrubia y Cova (1993) 27 especies, con predominio de flotantes y arraigadas



M. A. Morales-B.


 Figura 5. *Egeria densa* y *Azolla filiculoides*, embalse andino. Foto: A. Rial.

## PLANTAS ACUÁTICAS



**Figura 6.** Represa del Guri, Guayana venezolana. Foto: A. Rial.

emergentes y ausencia de sumergidas. Este embalse ha albergado especies provenientes de la cuenca del Caroní, de todas las bioformas conocidas en la Orinoquia, incluyendo sumergidas (*Elodea granatensis* Humb. y Bonpl., *Utricularia* spp), flotantes libres (*Lemna minor* L., *Salvinia auriculata*, *E. crassipes*), arraigadas flotantes (*Nymphaoides indica* L. (Kuntze), *Heteranthera reniformis* Ruiz y Pav.), arraigadas emergentes (*Habenaria repens* Nutt., *Eleocharis interstincta* (Vahl) Roem. y Schult.) e incluso una podostemaceae: *Mourera fluviatilis* Aubl. (Velásquez 1994).

### Llanos

En las planicies de Colombia y Venezuela habitan entre 200-250 especies de plantas acuáticas de unas 60 familias, de las cuales Cyperaceae y Poaceae son siempre las más abundantes -con más de 30 especies cada una- definiendo el extenso ecosistema de sabana de esta cuenca. En general, es muy frecuente el género *Ludwigia*

(Onagraceae) con unas 15 especies, así como las compuestas (Asteraceae) y los jacintos de agua, boras, buchones, nombres locales para las especies de la familia Pontederiaceae (*Eichhornia crassipes*, *E. azurea* (Sw.) Kunth, *Pontederia subovata* (Seub.) Lowden, *Heteranthera reniformis* y *H. limosa* (Sw.) Willd.) así como las Rubiaceae, Alismataceae, Araceae y Euphorbiaceae que aunque con menos especies, suelen estar presentes en todos los ambientes de la cuenca (Rial 2009, 2013). Algunas especies son indicadoras de suelos enriquecidos con urea, comunidades nitrófilas de *Heteranthera limosa*, *H. reniformis*, *Murdannia nudiflora* (L.) Brennan, presentes en charcos y zanjas temporales cercanas a poblados o potreros.

Otras especies son dominantes en ciertos humedales y los definen, por ejemplo el palmar llanero de *Copernicia tectorum* (Kunth) Mart., los corozales de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. y los maporales o chagüaramales de *Roystonea*

*oleracea* (Jacq.) O. F. Cook; pero el caso más representativo y extenso es el del *Mauritia flexuosa* L. f. El morichal es un sistema diferenciable y complejo (González-Boscán y Rial 2010, Lasso *et al.* 2013), mixto, con corrientes profundas y calma superficial, dominado por esta palma acuática, en comunidades de variada composición y estructura (Fernández 2007), según la variante fisionómica de este ecosistema en Colombia y Venezuela. Se distribuyen en la sabana (Llanos y Guayana) y en el Delta y pueden ser incluso transiciones entre morichal y herbazal de pantano. Al menos 104 especies de 77 géneros y 43 familias han sido registrados en diversas comunidades de estos ambientes (Tabla 3). En general, son frecuentes las ciperáceas (*Rhynchospora* spp, *Cyperus haspan* L., *C. luzulae* (L.) Rottb. Ex Retz., *Eleocharis* spp) y onagráceas (*Ludwigia* spp). Cuando en los morichales de sabana el caño es de menor dimensión y predominan un pantano o una laguna de aguas transparentes, las utricularias (Lentibulariaceae) *Utricularia breviscapa* Wr. Ex Griseb, *U. foliosa* L., *U. hispida* Lam., *U. hydrocarpa* Vahl y *U. myrioscista* A. St. Hill y Girard, son abundantes y se acompañan de especies de familias menos comunes en el resto de la sabana como Eriocaulaceae, Xyridaceae y Droseraceae, típicas de suelos arenosos, junto a otras de amplia distribución como por ejemplo las Pontederiaceae, Araceae, Nyphaeaceae y Alismataceae. Velásquez (1994) comenta que el pH ácido determina la presencia de algunas de estas especies mencionadas y de otras como *Tonina fluviatilis* Aubl, *Mayaca fluviatilis* Aubl. o *Syngonanthus* spp.

En la sabana inundable, con gran variedad de hábitats, la riqueza de plantas acuáticas es mayor en sistemas lénticos en lluvias y aguas altas, respecto a los lóticos, sequía y aguas bajas. Son mayoritariamente de

hábito arraigado emergente y escasamente sumergidas, dada la turbidez del agua. Este hábito de crecimiento o bioforma, aparece solo temporalmente en aquellas lagunas y márgenes de esteros que se llenan con agua de lluvia o en morichales de suelo arenoso.

En el gran humedal llanero Poaceae y Cyperaceae son dominantes, pero a la vez parte de comunidades dinámicas en su composición y estructura durante el ciclo anual.

Debe tenerse en cuenta, que si bien algunas comunidades de plantas acuáticas definen ciertos humedales llaneros, las fluctuaciones que produce el pulso de inundación, determinan el reemplazo de especies en ensamblajes sucesivos o comunidades climax dinámicos (Rial 2004, 2006). De modo que algunas especies que caracterizan un hábitat durante uno o varios periodos o ciclos, pueden desaparecer y ser sustituidas por otras que ocupan el rol dominante de la comunidad. Por esta razón, en los llanos inundables el carácter predictivo del método fitosociológico no resulta en todos los casos tan útil como en otros sistemas más estables. Aquellas asociaciones fitosociológicas que definen un hábitat pueden cambiar si se alteran natural o antrópicamente los parámetros funcionales. Para analizar cuantitativamente las relaciones entre recurrencia, intensidad, duración y estacionalidad de los eventos hidrológicos, y la organización de las comunidades bióticas se creó la herramienta PULSO (Neiff y Neiff 2003).

La riqueza de estos sistemas está determinada por la estabilidad del cambio (Rial 2004, 2006) que implica la ocurrencia natural y alternante de la inundación y la sequía. Por ejemplo, una especie como *Pacourina edulis* Aubl. habita en los llanos



M. A. Morales-B.



M. A. Morales-B.

PLANTAS ACUÁTICAS

**Tabla 3.** Especies de plantas acuáticas registradas en diversos morichales de la cuenca del Orinoco.

FAMILIA	ESPECIE
Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.
	<i>Echinodorus</i> sp.
Alismataceae	<i>Sagittaria guayanensis</i> Kunth
	<i>Sagittaria rhombifolia</i> Cham.
Amaranthaceae	<i>Gomphrena globosa</i> L.
Apocynaceae	<i>Mandevilla hirsuta</i> (Rich.) K.Schum.
	<i>Marsdenia sprucei</i> Rothe
	<i>Montrichardia arborescens</i> (L.) Schott
	<i>Anthurium</i> sp.
Araceae	<i>Philodendron</i> cf <i>krauseanum</i> Steyererm.
	<i>Philodendron acutatatum</i> Schott Picatón
	<i>Philodendron brevispathum</i> Shott
	<i>Urospatha sagittifolia</i> (Rudge) Schott
Asteraceae	<i>Micania micrantha</i> H.B.K.
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia maxima</i> Jacq.
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i> Schult. & Schult. f.
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan
Asteraceae	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.
Costaceae	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe
	<i>Costus arabicus</i> L.
Cyperaceae	<i>Cyperus haspan</i> L.
	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz.
	<i>Eleocharis filiculmis</i> Kunth
	<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem. & Schult.
	<i>Fimbristylis complanata</i> (Retz.) Vahl
	<i>Fuirena unbellata</i> Rottb.
Cyperaceae	<i>Rhynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl
	<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton
	<i>Scleria melaleuca</i> Rchb. Ex Schltldl. & Cham.
Droseraceae	<i>Drosera capillaris</i> Poir.
Dryopteridaceae	<i>Cyclodium meniscioides</i> (Willd.) C. Presl
	<i>Eriocaulon humboldtii</i> Kunth
Eriocaulaceae	<i>Philodice hoffmannseggii</i> Mart
	<i>Tonina fluviatilis</i> Aubl.
Eriocaulcaul	<i>Syngonanthus caulescens</i> (Poir.) Ruhland
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cataractarum</i> Spruce ex Peyr.

FAMILIA	ESPECIE
Euphorbiaceae	<i>Caperonia palustris</i> (L.) A. St. -Hil.
	<i>Croton trinitatis</i> Millsp.
Fabaceae	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.
Gentianaceae	<i>Chelonanthus alatus</i> (Aubl.) Pull
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.
Lamiaceae	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl.) Kuntze
	<i>Genlisea</i> sp.
	<i>Utricularia breviscapa</i> C. Wright ex Griseb.
	<i>Utricularia foliosa</i> L.
Lentibulariaceae	<i>Utricularia hispida</i> Lam.
	<i>Utricularia hydrocarpa</i> Vahl
	<i>Utricularia myrioscista</i> A. St.-Hil. & Girard
	<i>Rotala ramosior</i> (L.) Koehne
Lythraceae	<i>Cuphea antisiphilitica</i> Kunth
	<i>Cuphea odonelli</i> Lourteig
Malvaceae	<i>Byttneria</i> sp.
Maranthaceae	<i>Thalia geniculata</i> L.
Mayaceae	<i>Mayaca fluviatilis</i> Aubl.
	<i>Mayaca madida</i> (Vell.) Stellfeld
	<i>Miconia racemosa</i> (Aubl.) C.
	<i>Acisanthera crassipes</i> (Naudin) Wurdack
	<i>Acisanthera uniflora</i> (Vahl) Gleason
Melastomataceae	<i>Nepsera aquatica</i> (Aubl.) Naudin
	<i>Pterolepis trichotoma</i> (Rottb.) Cogn.
	<i>Rhynchanthera bracteata</i> Triana
	<i>Rhynchanthera grandiflora</i> (Kunth) DC.
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze
Mimosaceae	<i>Mimosa orthocarpa</i> Spruce ex Benth.
	<i>Mimosa pigra</i> L.
	<i>Mimosa sensitiva</i> L.
Mimosaceae	<i>Mimosa velloziana</i> Mart.
Nymphaea	<i>Nymphaea novogranatensis</i> Wiersema
Ochnaceae	<i>Sauvagesia erecta</i> L.
	<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) H. Hara
	<i>Ludwigia sediodes</i> (Humb. & Bonpl.) H.Hara
Onagraceae	<i>Ludwigia inclinata</i> (L.f.) M. Gómez
	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell
	<i>Ludwigia lithospermifolia</i> (Mitch.) Mars
Orchidaceae	<i>Habenaria repens</i> Nutt.

PLANTAS ACUÁTICAS



M. A. Morales-B.

FAMILIA	ESPECIE
Plantaginaceae	<i>Bacopa myriophylloides</i> (Benth.) Wettst.
	<i>Bacopa salzmanii</i> (Benth) Wettst. Ex Edwall
	<i>Benjaminia reflexa</i> (Benth.) D'Arcy
	<i>Conobea aquatica</i> Aubl.
Poaceae	<i>Panicum parvifolium</i> Lam.
	<i>Peltaea trinervis</i> C. Presl
	<i>Andropogon bicornis</i> L.
	<i>Eriochrysis cayenensis</i> Beauv.
	<i>Leptocoryphium lanatum</i> (Kunth) Nees
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M. Kerguelen
	<i>Heteranthera zosterifolia</i> Mart.
Pontederiaceae	<i>Pontederia parviflora</i> Alexander
	<i>Pontederia subovata</i> (Seub.) Lowden
	<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey
	<i>Coccocypselum hirsutum</i> Bartl. Ex DC.
	<i>Diodella sarmentosa</i> (Sw.) Bacigalupo & E.L. Cabral
	<i>Diodella teres</i> (Walter) Small
	<i>Perama galioides</i> (Kunth) Poir.
	<i>Sabicea venezuelensis</i> Steyerm.
	<i>Sipanea veris</i> S. Moore
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.
Schophulariaceae	<i>Lindernia microcalyx</i> Pennell & Stehlé
	<i>Agalinis hispidula</i> (Mart.) D'Arcy
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.
Sterculiaceae	<i>Melochia spicata</i> (L.) Fryxell
	<i>Melochia villosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle
Xyridaceae	<i>Xyris fallax</i> Malme
	<i>Xyris laxifolia</i> Mart.



Figura 7. Morichal llanero de aguas claras. Foto: K. González.

inundables (Apure y Arauca) pero suele ser rara en los inventarios; Aristiguieta (1964) incluso la consideró rara en Venezuela. Fue ocasional-escasa durante varios años (1999-2003) en un gran humedal llanero en el estado de Apure en Venezuela (Rial 2009). Sin embargo, coincidiendo con un

ciclo de precipitaciones abundantes, se convirtió en la especie dominante y abundante en las aguas someras de algunos bajíos y esteros, mostrando un cambio visible en la fisonomía (composición y estructura) de estos ambientes. Esto recuerda, entre otros aspectos que aún se desconocen, uno al

que no se ha prestado suficiente atención: el banco de semillas viables en el suelo. Un alto porcentaje de la flora potencial de un humedal puede estar en el banco de semillas (Gordon 2000) a partir del cual, muchas especies de plantas emergentes y efímeras se regeneran y sobreviven (der Valk y Davis 1978, Ungar y Riehl 1980, van der Valk 1981), con lo cual el banco de semillas sería un indicador potencial de la apariencia de un humedal que aún no germina.

**Guayana**

Los ambientes acuáticos de esta región también incluyen morichales y sabanas inundables de zonas blancas, así como raudales, saltos, zonas torrentosas y charcos sobre lajas marginales a los ríos de aguas negras, típicos de esta región. Estos humedales de aguas negras, conforman el hábitat de plan-

tas acuáticas menos frecuentes o ausentes del resto de la cuenca.

Las familias Eriocaulaceae, Podostemaceae y Xyridaceae son típicas de las aguas negras de la Guayana de Venezuela (edo. Bolívar) y Colombia (dpto. Guainía y porciones del Vichada y Meta). Algunas Xyridaceae y Eriocaulaceae (Figura 8) caracterizan fisionómicamente ciertos ambientes guayanese. Si bien hay especies endémicas de los llanos como *Eriocaulon rubescens* Moldenke y al menos unas 14 especies compartidas de ambas regiones (Aymard 2007), al menos una docena de especies de Xyridaceae parecen ser exclusivas de la Guayana, entre ellas: *Xyris garcia-barrigae* Idrobo y L. B. Sm., *X. filiscapa* Malme, *X. stenostachya* Steyerm., *X. juncifolia* Maguire L.B.Sm, *X. bicephala* Gleason, *X.*

PLANTAS ACUÁTICAS



**Figura 8.** *Abolboda pulchella* en suelo rocoso-arenoso. Foto: A. Rial.

*aquatica* Idrobo y L.B.Sm, *X. involucrata* Nees, *X. longiceps* Malme, *Abolboda grandis* Griseb., *A. macrostachya* Spruce ex Malme, *A. americana* (Aubl.) Lanj. En el caso de las Eriocaulaceae algunas son incluso endémicas de la región como *Paepalanthus kunhardtii* Mold. o de las cimas de los tepuyes *Paepalanthus chimantensis* Hensold del Macizo de Chimantá (Hensold 1999).

Las especies de la familia Podostemaceae, habitan adheridas a las rocas en rápidos y saltos de agua. Generalmente tienen dos ecofases; una acuática (vegetativa) como arraigada sumergida y una terrestre (reproductiva) como arraigada emergente, en la que quedan estacionalmente expuestas al aire en sequía. Si bien la familia está presente en toda la cuenca (Phillbrick com. pers.) puede considerarse indicadora de

ambientes torrentosos, aguas oxigenadas, transparentes y ácidas; incluye 26 especies sólo en la Guayana de Venezuela (Berry 2004) (*Apinagia* Tul., *Jenmaniella* Engl., *Maranthrum* Bonpl. *Mourera* Aubl. *Osarya* Tul y Wedd., *Rhyncholacis* Tul) además del nuevo género *Autana* C. T. Philbrick y la especie *A. andersonii* descritos recientemente por Phillbrick *et al.* (2011), provenientes de cuatro ríos afluentes del Orinoco en Venezuela. En la Orinoquia de Colombia esta familia no ha sido estudiada aun y la especie más conspicua y emblemática es *Macarenia clavigera* P. Royen, endémica de ambientes de influencia guayanesa en Colombia (Figuras 9a, b). Es probable, que algunas especies de *Apinagia*, *Maranthrum*, *Mourera*, *Rhyncholacis* y *Weddellina* que habitan en la Amazonia también estén presentes en la Orinoquia.



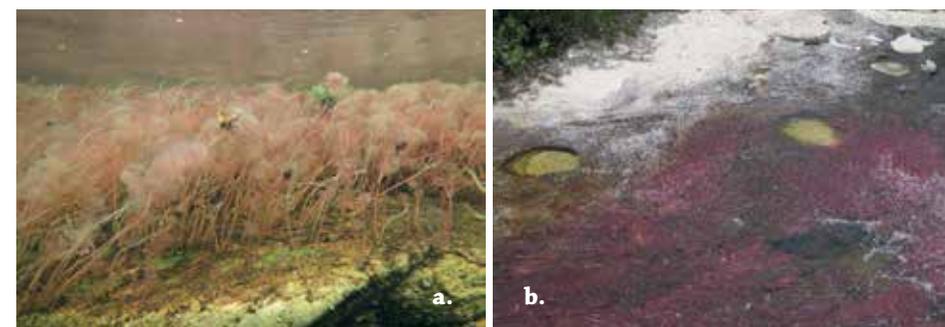
M. A. Morales-B.

Así pues, en los ambientes guayaneses de suelos arenosos y rocosos y aguas ácidas se encuentran especies, algunas de las cuales se muestran en la tabla 4, poco frecuentes o usualmente ausentes de la región llanera. En los suelos arenosos y rocosos de los tepuyes se encuentran endemismos también entre las Lentibulariaceae como en el caso de *Genlisea glabra* P. Taylor (Aprada tepuy 2.100-2.500 m s.n.m.) o *G. pygmaea* A. St-Hil. (Ilú tepuy, Kukenán-tepuy, Ptari-tepuy, Murisipán-tepuy 1.300-2.700 m s.n.m.) (Taylor 1999). También son especies de ambientes rocosos y aguas corrientes de Colombia y Venezuela *Utricularia neottioides* A. St. Hil y Girard y *Utricularia oliveriana* Steyererm.

En la desembocadura de este gran río al mar, en el delta del Orinoco, la flora acuática y los procesos hidrológicos han sido ampliamente descritos por Colonnello (1995, 2004). Unas 80 especies presentes en estos humedales se encuentran también en los Llanos. Las especies más frecuentes en el Delta (Colonnello 1995), corresponden también a las de mayor valor de importancia en los llanos inundables de Venezuela y son *E. crassipes* y *P. stratiotes*.

Las especies indicadoras más conspicuas del Delta, son los manglares y están presentes en aguas salobres en ambientes con influencia marina. Son abundantes y de las familias Combretaceae (*Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn.), Acanthaceae (*Avicennia germinans* (L.) y Rhizophoraceae (*Rhizophora racemosa* G. Mey. y *Rhizophora mangle* L.), que forman comunidades extensas junto a especies también indicadoras pero de menor porte como *Crenea maritima* Aubl. (Lythraceae) o *Spartina alterniflora* Loisel (Poaceae).

También hay que tener en cuenta que algunas especies de plantas acuáticas aparecen rara vez en los inventarios. Por ejemplo *Phyllanthus fluitans* Benth. Ex Müll. Arg. En Venezuela Colonnello (1995) colectó un solo ejemplar en el delta del Orinoco, en una pequeña laguna de aguas claras. En los llanos se colectó una sola muestra durante un año en un tramo de caño represado también de aguas claras (Rial 2009). Esta especie no está incluida en el libro de la flora vascular de los llanos de Venezuela (Duno *et al.* 2007) y en Colombia hay un solo registro de herbario proveniente de un caño en el Arauca (FMB-51842) probablemente con



**Figura 9.** *Macarenia clavigera*: a) especie; b) hábitat (fondo rocoso), caño Cristales, serranía de La Macarena. Fotos: C. A. Lasso.

PLANTAS ACUÁTICAS



M. A. Morales-B.

**Tabla 4.** Algunas plantas acuáticas características de suelos arenosos, rocosos y aguas negras en la región guayanesa de la cuenca del Orinoco.

<b>Sabanas inundables de aguas negras y arenas blancas</b>	
Droseraceae	<i>Drosera biflora</i> (Willd. ex Roem. Schult.)
Droseraceae	<i>Drosera cayennensis</i> Sagot ex Diels
Eriocaulaceae	<i>Tonina fluviatilis</i> Aubl.
Gentianaceae	<i>Chelonanthus alatus</i> (Aubl. ) Pulle
Lentibulariaceae	<i>Utricularia simulans</i> Pilg.
Melastomataceae	<i>Siphanthera foliosa</i> (Naudin) Wurdack
Cyperaceae	<i>Scleria mitis</i> P. J. Bergius
Poaceae	<i>Andropogon leucostrachyus</i> Kunth
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> P. J. Bergius
<b>Lajas rocosas en rios de aguas negras</b>	
Xyridaceae	<i>Abolboda pulchella</i> Bonpl.
Commelinaceae	<i>Callisia filiformis</i> (M. Martens & Galeotti)
Gentianaceae	<i>Coutoubea minor</i> Kunth
Gentianaceae	<i>Coutoubea reflexa</i> Benth
Solanaceae	<i>Melananthus ulei</i> Carvalho
Melastomataceae	<i>Pachyloma huberoides</i> (Naudin) Triana
Rubiaceae	<i>Perama galioides</i> (Kuth) Poir.
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon humboldtii</i> Kunth
Portulacaceae	<i>Portulaca pusilla</i> Kunth
<b>Saltos y rápidos (raudales) rocosos de aguas torrentosas</b>	
Podostemaceae	<i>Apinagia longifolia</i> (Tul.) P. Royen
Podostemaceae	<i>Apinagia richardiana</i> (Tul.) P. Royen
Podostemaceae	<i>Apinagia ruppioides</i> (Kunth) Tul.
Podostemaceae	<i>Apinagia multibranchiata</i> (Kunth) Tul.
Podostemaceae	<i>Macarenia clavigera</i> P. Royen
Podostemaceae	<i>Marathrum aeruginosum</i> Royen
Podostemaceae	<i>Marathrum squamosum</i> Wedd.
Podostemaceae	<i>Mourera fluriatilis</i> Aubl.
Podostemaceae	<i>Rhyncholacis divaricata</i> Matth.
Podostemaceae	<i>Rhyncholacis penicillata</i> Matth.
Podostemaceae	<i>Weddellina squamulosa</i> Tul.

las mismas características fisicoquímicas. A pesar de su amplia distribución (México, Antillas, Venezuela, Colombia y Guyana hasta Paraguay), *Ludwigia torulosa* (Arn.) H. Hara es una especie menos común que otras de la familia, que puede hallarse tanto en aguas blancas como negras. *Helianthus tenellus* (Mart. ex Schult.f.) J. G. Sm. también es poco frecuente, tal vez vale decir también inconspicua. En Venezuela los pocos ejemplares colectados provienen de la Guayana (Duno *et al.* 2007), de los Llanos (Duno *et al.* 2007, Rial 2009) y del Delta (Colonnello 1995). En Colombia los cinco registros de la especie (COL) en la Orinoquia provienen del departamento del Meta.

**Conclusiones**

- Las plantas acuáticas sirven para identificar, clasificar y delimitar humedales a partir de sus relaciones espacio-temporales con la calidad y cantidad de agua en estos ambientes.
- Las ecofases que amplían el concepto de planta acuática, reflejan la variación morfológica y estratégica de las plantas acuáticas de la Orinoquia.
- La riqueza de plantas acuática de las cuatro regiones de la cuenca binacional del Orinoco se estima entre 350-400 especies. Los llanos y el Delta comparten gran parte de sus inventarios, y las especies de hábitat restringido se encuentran principalmente en los Andes y la Guayana.
- La altitud es determinante para algunas plantas acuáticas. Los ambientes de páramo y las cimas de los tepuyes son hábitat únicos para especies que no están presentes en las tierras bajas de la cuenca.
- La corriente del agua impide el asentamiento de las plantas acuáticas. Por eso su riqueza es mayor en ambientes de aguas tranquilas. Sin embargo, la

familia Podostemaceae es indicadora de este factor en su extremo: las aguas torrentosas y sus especies constituyen grandes poblaciones en aguas muy oxigenadas y ácidas de la Guayana.

- Las familias Sphagnaceae y Plantaginaceae se asocian con los páramos andinos y las Eriocaulaceae, Podostemaceae y Xyridaceae a las aguas negras de la Guayana.
- Las plantas acuáticas pueden ser indicadores del tipo de ambiente o de sus alteraciones. Las especies de distribución restringida en la cuenca sirven en el primer caso. Para indicar condiciones del ambiente, incluso las especies de amplia distribución pueden señalar alteraciones en la calidad y cantidad de agua.
- Las listas de especies de gran parte de los humedales a lo largo de los ciclos hidrológicos anuales, es una tarea pendiente. Se necesita este conocimiento para entender el funcionamiento de estos ecosistemas tan dinámicos para decidir su conservación o su grado de transformación.
- La extensión y funcionalidad de los humedales debe determinarse en términos físicos, teniendo en cuenta todas las escalas: la zona de transición acuático-terrestre (ATTZ), el concepto de litoral móvil (Junk *et al.* 1989) y el de orilla móvil (Rial 2014) y en términos bióticos, mediante la riqueza, composición, estructura y dinámica de las biocenosis acuáticas.
- Los bancos de semillas son el reservorio de gran parte de la flora de un humedal. Pero puede ser además muy útil como indicador de la composición potencial de ese ambiente. Hay que prestarle mayor atención y estudio.
- A diferencia de los animales, la plasticidad genética de las plantas les confie-

## PLANTAS ACUÁTICAS



M. A. Morales-B.

re, especialmente a las acuáticas, grados de tolerancia a patrones variables de temperatura, oxígeno y nutrientes. Las más tolerantes, lo son mediante estrategias fisiológicas, reproductivas, ecológicas para la eficiente productividad y adaptación al medio. Esta es la condición de las plantas más ampliamente distribuidas en la cuenca; algunas de ellas consideradas maleza. Las menos tolerantes se restringen a ciertas aguas y definen estos ambientes.

- Las invasoras o malezas en un humedal, causa de pérdida de especies nativas, un indicador de previa perturbación humana. Las malezas e invasoras pueden indicar un estado alterado, pueden señalar que somos la causa al menos temporalmente, de dicha disfuncionalidad del sistema.
- En algunos países, las comunidades vegetales de los humedales están protegidas bajo figuras como comunidades ecológicas amenazadas, y amparadas por leyes vinculadas a la conservación de especies.
- Por último, las plantas acuáticas son los productores primarios de los humedales, son de enorme y subestimada utilidad, e indican nada menos que el inicio del ciclo vital de estos sistemas acuáticos que recién empezamos a conocer.

## Bibliografía

- Agostinho, A., S. Thomaz, L. Gomes y S. Baltar. 2007. Influence of the macrophyte *Eichhornia azurea* on fish assemblage of the Upper Paraná River floodplain (Brazil). *Aquatic Ecology* 41: 611-619.
- Alves-Ferreira, F., R. P. Mormul, S. M. Thomaz, A. Pott y V. J. Pott. 2011. Macrophytes in the upper Paraná river floodplain: checklist and comparison with other large South American wetlands. *Revista de Biología Tropical* 59 (2) : 541-556.
- Aponte, H. y A. Cano. 2013. Estudio florístico comparativo de seis humedales de la costa del Lima (Perú); Actualización y nuevos retos para su conservación. *Revista Latinoamericana de Conservación* 3 (2): 15-27.
- Aristiguieta, L. 1964. Compositae. Flora de Venezuela. Vol. X Parte segunda. Instituto Botánico. Caracas. 483 pp.
- Aymard, G. 2007. Eriocaulaceae. Pp. 268-270. En: Duno, R., G. Aymard y O. Huber (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la Flora vascular de los llanos de Venezuela. Catálogo anotado e ilustrado. FUDENA. Fundación Empresas Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas.
- Beal, E. 1977. A manual of marsh and aquatic vascular plants of North Carolina, with habitat data. Technical Bulletin 247. North Carolina Agric. Exp. Station. 298 pp.
- Beck, S. G. 1984. Comunidades vegetales de las sabanas inundables del NE de Bolivia. *Phytocoenología* 12: 321-350.
- Berry, P. E. 2004. Podostemaceae. Pp. 301-315. En: Steyermark, J., P. Berry, K. Yatskievych y B. Holst (Eds.). Flora of the Venezuela Guayana. Volume 8. Poaceae-Rubiaceae. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis.
- Best, E. P. 1988. The phytosociological approach to the description and classification of aquatic macrophytic vegetation. Pp. 155-182. En: Symoes, J. J. (Ed.). *Vegetation of Inland Waters, Handbook of Vegetation*. Kluwer, Dordrech.
- Casco, S. L. 2003. Poblaciones vegetales centrales y su variabilidad espacio-temporal en una sección del bajo Paraná influenciada por el régimen de pulsos. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. 127 pp.
- Cleef, A. M. 1981. The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Dissertationes Botanicae* 61, Cramer, Vaduz. 320 pp.
- Colonnello, G. 1995. La vegetación acuática del delta del río Orinoco. (Venezuela) Composición florística y aspectos ecológicos (I). *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* (144): 3-34.
- Colonnello, G. 1996. Aquatic vegetation of the Orinoco River Delta (Venezuela). An overview. *Hidrobiología* 340: 109-113.
- Colonnello, G. 2004. Las planicies deltaicas del río Orinoco y golfo de Paria: aspectos físicos y vegetación. Pp. 37-54. En: Lasso, C. A., L. E. Alonso, A. L. Flores y G. Love (Eds.). *Rapid assessment of the biodiversity and social aspects of the aquatic ecosystems of the Orinoco Delta and the Gulf of Paria, Venezuela*. RAP Bulletin of Biological Assessment 37. Conservation International. Washington D.C, USA.
- Cortés, S. y O. Rangel-Ch. 1999. Relictos de la vegetación en la sabana de Bogotá, Memorias del 1er Congreso Colombiano de Botánica (versión CD Rom) ICN. UNA. Diagnóstico ambiental y conservación de la BD en la cuenca alta del río Bogotá.
- Crow, G. E. 2002. Plantas acuáticas del Parque Nacional Palo Verde y el Valle del río Tempisque. 1ed. Santo Domingo de Heredia, INBIO, Costa Rica. 300 pp.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas* 10 (40): 221-268.
- Cuatrecasas, J. 1968. Páramo vegetation and its life forms. En: Troll, C. (Ed.). *Geology of the mountainous regions of the tropical Americas*. Coll. Geogr. 9: 163-186.
- Cuello, N. y A. Cleef. 2009. The páramo vegetation of Ramal de Guaramacal, Trujillo State, Venezuela. 2. Azonal vegetation. *Phytocoenología* 39 (4): 389-409.
- Chaparro, R. B. 2003. Reseña de la vegetación en los humedales de la sabana de Bogotá. Pp. 71-89. En: *Los humedales de Bogotá y la Sabana*. Acueducto de Bogotá, Conservación Internacional-Colombia. Bogotá.
- Crow, G. E. 2002. Aquatic plants of Palo Verde National Park and the Tempisque, Costa Rica. Editorial INBio. 296 pp.
- Duno, R., G. Aymard y O. Huber (Eds.). 2007. Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los llanos de Venezuela. Catálogo anotado e ilustrado. FUDENA. Fundación Empresas Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas. 738 pp.
- Drechsler, M., R. Lourival y H. Possingham. 2009. Conservation planning for successional landscapes. *Ecological modeling* 220: 438-450.
- Fernández, A. 2007. Los morichales de los llanos de venezolanos. Pp. 91-98. En: Duno, R., G. Aymard y O. Huber (Eds.). *Catálogo anotado e ilustrado de la Flora vascular de los llanos de Venezuela*. Catálogo anotado e ilustrado. FUDENA. Fundación Empresas Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas.
- Fernández, R., A. Agostinho, E. Ferreira, C. Pavanelli, H. Suzuki, D. Lima y L. Gomes. 2009. Effects of the hydrological regime on the ichthyofauna of riverine environments of the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology* 69: 669-680.
- Ferreira, F. A., R. P. Mormul, S. M. Thomaz, A. Pott y V. J. Pott. 2011. Macrophytes in the Upper Paraná River floodplain: checklist and comparisons with other large South American wetlands. *Revista de Biología Tropical* 59: 541-556.
- Flórez, A., J. L. Ceballos, J. W. Montoya y L. Castro. 1997. Geosistemas de la alta montaña colombiana. Departamento de Geografía, Universidad Nacional de Colombia e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -Ideam. Bogotá. 409 pp.
- Franco, R., O. Rangel-Ch. y G. Lozano C. 1986. Estudios ecológicos en la Cordillera Oriental-II. Las comunidades vegetales de los alrededores de la Laguna de Chingaza (Cundinamarca). *Caldasia* 15 (71-75): 219-248.
- Franco, V. L., J. Delgado y G. Andrade. 2013. Factores de la vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global. Cuadernos de Geografía: *Revista Colombiana de Geografía* 22 (2): 69-85.
- Font Quer P. 1977. *Diccionario de Botánica*. Editorial Labor, Barcelona.
- Fridley, J. D. 2011. Invasibility of communities and ecosystems. Pp. 356-360. En: Simberloff, D. y M. Rejmánek (Eds.). *Encyclopedia of Biological Invasions*. University of California Press, Berkeley.

## PLANTAS ACUÁTICAS



M. A. Morales-B.

- González-Boscán, V. y A. Rial. 2010. las comunidades de morichal en los Llanos orientales de Venezuela, Colombia y el Delta del Orinoco: impactos de la actividad humana sobre su integridad y funcionamiento. Pp. 125-143. En: Lasso, C. A., S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds). 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 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, Colombia.
- Gopal, B. y M. Sah. 1995. Inventory and classification of wetlands in India. *Vegetation* 118: 39-48.
- Gopal, B., W. J. Junk y J. A. Davis (Eds.). 2001. Biodiversity in wetlands: assesment, functions and conservation. Volumen 2. Backhuys Publishers Leiden. 311 pp.
- Gordon, E. 2000. Dinámica de la vegetación y del banco de semillas en un humedal herbáceo lacustrino (Venezuela). *Revista de Biología Tropical* 48 (1): 25-42.
- Granés, A. 2004. Caracterización florística y fisionómica de la vegetación del humedal de Jaboque. Trabajo de Grado, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.
- Guzmán, A. 2002. Vegetación acuática del humedal del Córdoba, Localidad de Suba, Bogotá. Trabajo de Grado, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Colombia. 80 pp.
- Guzman, A. 2012. Plantas de los humedales de Bogotá y del valle de Ubaté. Fundación Humedales, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Fondo Hugo de Vries. Bogotá, 192 pp.
- Hauenstein, E. 2006. Visión sinóptica de los macrofitos dulceacuícolas de Chile. *Guayana* 70 (1): 16-23.
- Hensold, N. 1999. Eriocaulaceae. Pp. 1-58. En: Berry, P. E., K. Yatskievych y B. K. Holst (Eds.). Flora of the Venezuela Guayana. Volumen 5. Eriocaulaceae-Lentibulariaceae.
- Hernández, Z. 2005. Modelos arquitectónicos en humedales andinos. Un abanico de respuestas funcionales. (Andes de Venezuela). Tesis de Postgrado, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 147 pp.
- Hofstede, R. 1995. Effects of burning and grazing on a colombian páramo ecosystem. PhD. thesis, University of Amsterdam, Amsterdam. 199 pp.
- Irgang, B. E. y Gastal Jr., C. V. 1996. Macrófitas acuáticas da Planície Costeira do RS. Porto Alegre. 290 pp.
- Judd, W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellogg, P. F. Stevens y M. J. Donoghue. 2002. Plant Systematics: A Phylogenetic Approach. Sinauer, Sunderland. 576 pp.
- Junk, W. J. 1986. Aquatic plants of the Amazon system. Pp. 319-337. En: Davies B. R. y K. F. Walker (Eds.). The ecology of river systems. Dr. W. Junk Publishers: Dordrecht, The Netherlands.
- Junk W. J. y M. T. F. Piedade. 1993. Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: species diversity and adaptations to the flood pulse. *Amazoniana* 12: 467-484.
- Junk, W. J., P. B. Bayley y R. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain Systems. Pp. 110-127. En: Dodge, D. (Ed.). Proceedings of the International Large Canadian Special Publication Fish Aquatic Sciences 106.
- Junk, W. J., M. T. F. Piedade, R. Lourival, F. Wittmann, P. Kandus, L. D. Lacerda, R. Bozelli, F. A. Estevez, C. Nunes de Cunha, L. Maltchik, J. Schöngart, Y. Schaeffer-Novelli y A. A. Agostinho. 2013. Brazilian wetlands: their definition, delineation and classification for research, sustainable management and protection. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 24: 5-22.
- Lahitte, H. B., y J. A. Hurrell. 1999. Árboles rioplatenses: árboles nativos y naturalizados del delta del Paraná, isla Martín García y ribera platense. Buenos Aires: L.O.L.A.
- Lavania, G. S., S. C., Paliwal y B. Gopal. 1990. Aquatic vegetation of the Indian subcontinent. Pp. 29-72. En: Gopal, B. (Ed.). Ecology and Management of Aquatic Vegetation in the Indian Subcontinent Kluwer Academic Publishers.
- Lasso, C. A., S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. 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, Colombia. 609 pp.
- Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. C. Señaris, A. Díaz, G. Corzo y A. Machado-Allison (Eds.). 2011. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: II áreas prioritarias para su conservación y uso sostenible. 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, Colombia. 304 pp.
- Lasso, C. A., A. Rial y V. González (Eds.). 2013. Morichales y canaguchales de Colombia y Venezuela. Parte I. Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 339 pp.
- Lasso C. A., F. de P. Gutiérrez y D. Morales-B. (Eds.). 2014. X. Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia. 281 pp.
- Longhi-Wagner, H. M. y R. F. Ramos. 1981. Composição florística do Delta do Jacuí, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 26: 145-163.
- Lot, A., A. Novelo y P. Ramírez-García. 1986. Angiospermas acuáticas mexicanas 1. V. Listados florísticos de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 60 pp.
- Madriñán, S. 2010. Flora ilustrada del Páramo de Chingaza. Guía de campo de plantas comunes. Segunda Edición. Universidad de los Andes, Ediciones Uniandes. Bogotá. 62 pp.
- Marrero, C. 2011. La vegetación de los humedales de agua dulce de Venezuela. *Biollania* (Edición especial) 10: 250-263.
- Mereles, F. 2004. Los humedales del Paraguay: principales tipos de vegetación. Pp. 67-88. En: Salas, D., F. Mereles y A. Yanosky. (Eds.). Los Humedales de Paraguay. Comité Nacional de Humedales. Asunción.
- Mereles, F., R. Degen y N. López de Kochalca. 1992. Humedales en el Paraguay: Breve reseña de su vegetación. *Amazoniana* 12: 305 - 316.
- Mitsch W. J. y J. G. Gosselink 1993. Wetlands. Segunda edición. Van Nostrand Reinhold, New York. 722 pp.
- Molinillo, M. y M. Monasterio. 2002. Patrones de vegetación y pastoreo en ambientes de páramo. *Ecotrópicos* 15 (1): 19-34.
- Monasterio, M. 1980. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. Pp. 94-158. En: Monasterio, M. (Ed.). Estudios ecológicos de los páramos andinos. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Mora-Olivo, A. J. L. Villaseñor, I. Luna-Vega y J. J. Morrone. 2008. Patrones de distribución de la flora vascular estricta en el estado de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana Biodiversidad* 79 (2): 435-488.
- Mormul, R. P., S. M. Thomaz, J. Higuti y K. Martens. 2010. Ostracod (Crustacea) colonization of a native and a non- native macrophyte species of Hydrocharitaceae in the Upper Paraná floodplain (Brazil): an experimental evaluation. *Hydrobiologia* 644: 185-193.
- Murphy, K. J., G. Dickinson, S. M. Thomaz, L. M. Bini, K. Dick, K. Greaves, M. P. Kennedy, S. Livingstone, H. McFerran y J. M. Milne 2003. Aquatic plant communities and predictors of diversity in a subtropical river floodplain: the upper rio Paraná, Brazil. *Aquatic Botany* 77: 257-276.
- Neiff, J. J. 1986. Aquatic plants of the Paraná system. Pp. 557-571. En: Davies, B. R.

## PLANTAS ACUÁTICAS

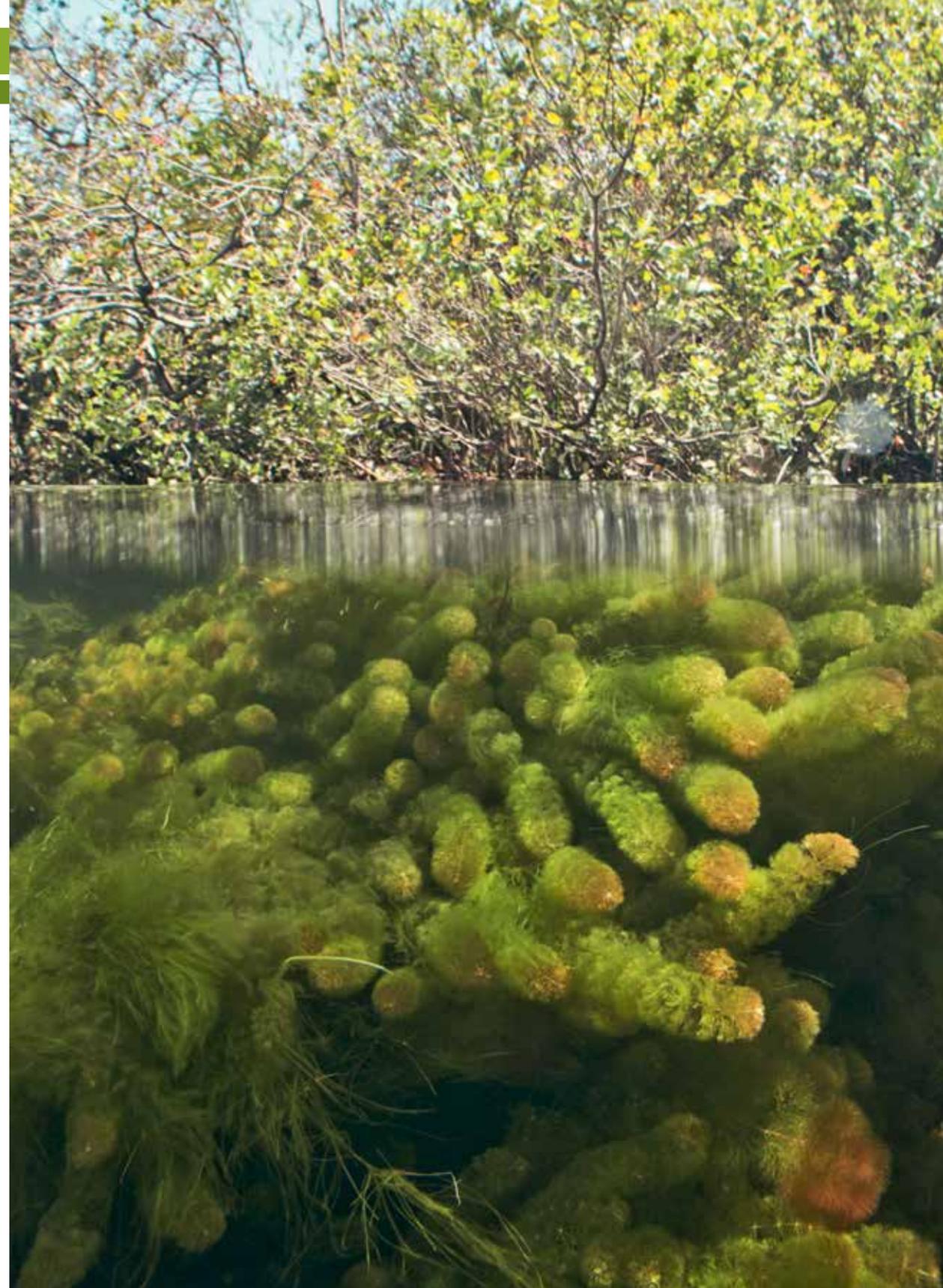


M. A. Morales-B.

- y K. F. Walker (Eds.). The Ecology of River Systems. Dr W. Junk Publishers: Dordrecht, The Netherlands.
- Neiff, J. J. 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 26: 167-180.
  - Neiff, J. J. 1999. El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. Pp. 1-49. *En: Malvárez, A. I. y P. Kandus (Eds.). Tópicos sobre grandes humedales sudamericanos ORCYT-MAB (UNESCO) Montevideo.*
  - Neiff, J.J. y M. Neiff. 2003. PULSO, software para análisis de fenómenos recurrentes. Dirección Nacional de Derecho de Autor N. 236164 (Argentina) Buenos Aires. Consultado 17 de febrero 2014: <http://www.neiff.com.ar>.
  - Neiff, J. J. y A. Poi de Neiff. 2006. Situación ambiental en la ecorregión Iberá. Pp. 177-184. *En: Brown, A., U. Martínez-Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds.). La Situación Ambiental Argentina 2005. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.*
  - Philbrick, T., J. Malecki, N. Ippery y H. Stevens. 2011. A new genus of Podostemaceae from Venezuela. *Novon* 21:475-480.
  - Posada, J. A. y M. T. López. 2011. Plantas acuáticas del altiplano del Oriente Antioqueño. Universidad Católica de Oriente. Colombia. 121 pp.
  - Pott, V. J. y A. Pott. 2000. Plantas acuáticas do Pantanal. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia: Brasília, Brazil. 354 pp.
  - Ramírez, C. y C. San Martín 2006. Ecosistemas dulceacuicolas. Pp. 112-124. *En: Saball, P., M. T. Arroyo, J. C. Castilla, C. Estades, J. M. Ladrón de Guevara, S. Larrain, C. Moreno, F. Rivas, J. Rovira, A. Sánchez y L. Sierralta (Eds.). Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.*
  - Rangel-Ch. O., J. L. Fernández, M. Celis y J. Sarmiento. 2000. Espermatófitos. Pp. 129-378. *En: Rangel-Ch., O. (Ed.). La Región de vida paramuna de Colombia. Diversidad Biótica III. Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos, Bogotá.*
  - Reed, P. 1988. National List of plant species that occur in wetlands: National summary U.S. Fish and Wild life Service. *Biological report* 88 (24): 2-244.
  - Rial, A. 2003. El concepto de planta acuática en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Memoria Fundación La Salle Ciencias Naturales* 155: 119-132.
  - Rial, A. 2004. Acerca de la dinámica temporal de la vegetación en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Memoria Fundación La Salle Ciencias Naturales* 158: 59-71.
  - Rial, A. 2006. Variabilidad espacio-temporal de las comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 52 (2): 403-413.
  - Rial, A. 2009. Plantas acuáticas de los Llanos del Orinoco. Editorial Orinoco-Amazonas Caracas. Editorial Orinoco. Amazonas, Caracas. 392 pp.
  - Rial, A. 2013. Flora acuática de la Orinoquia colombiana. II Convocatoria Nacional de Biodiversidad. Convenio N° 5211419 Ecopetrol-Universidad de los Andes. Informe técnico final. 306 pp.
  - Rial, A. 2014. Diversity, bioforms and abundance of aquatic plants in a wetland of the Orinoco floodplains (Venezuela). *Biota colombiana* 15 (1): 1-9.
  - Rial, A. y C. A. Lasso. 2014. Plantas acuáticas. Pp. 103-112. *En: Lasso C. A., F. de P. Gutiérrez y D. Morales- B. (Eds.). 2014. X. Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia.*
  - Rial, A., C. A. Lasso y J. Ayarzagüena. 2010. Efectos en la ecología de un humedal de los llanos de Venezuela (cuenca del Orinoco) causados por la construcción de diques. Pp. 416-431. *En: Lasso, C. A., J. S. Usma. F. Trujillo y A. Rial (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la conservación y uso sustentable 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. Colombia.*
  - Rodríguez-Altamiranda, A. R. 1999. Conservación de humedales en Venezuela: inventario, diagnóstico ambiental y estrategia. Comité Venezolano de la UICN, Caracas, Venezuela. 110 pp.
  - Rolón, A. S., H. Flores Homem y L. Maltchik. 2010. Aquatic macrophytes in natural and managed wetlands of Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasileira* 22 (2): 133-146.
  - Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D. F. 432 pp.
  - Romero, E. 2002. Elaboración de los diseños detallados para la adecuación hidráulica y restauración ecológica del humedal del Torca. Acueducto de Bogotá- Gerencia Técnica. Bogotá.
  - Rosales, J., C. F. Suárez y C. A. Lasso. 2010. Descripción del medio natural de la cuenca del Orinoco. Pp. 51-73. *En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 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 Recurso 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. Colombia.*
  - San Martín, C., Y. Pérez, D. Montenegro y M. Álvarez. 2011. Diversidad, hábito y hábitat de Macrófitos acuáticos en la Patagonia occidental (Región de Aisén, Chile). *39 (1): 23-41.*
  - Sánchez, R., J. O. Rangel-Ch. y J. Aguirre. 1989. Estudios ecológicos en la Cordillera Oriental, IV: Aspectos sinecológicos de la brioflora de los depósitos turbosos paramunos de los alrededores de Bogotá. *Caldasia* 16: 41-57.
  - Sanoja, E., W. Díaz, J. Rosales y P. Rodríguez. 2010. Lista de especies de la Orinoquia guayanesa seleccionadas siguiendo el criterio de subcuencas del Orinoco de la flora de la Guayana Venezolana. Anexo 1. Pp. 449-532. *En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco. Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y usos sostenibles de la biodiversidad. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.*
  - Santos, A. M. y S. M. Thomaz. 2007. Aquatic macrophyte diversity in lakes of a tropical floodplain: the role of connectivity and water level. *Austral Ecology* 32: 177-190.
  - Schmidt-Mumm, U. 1998. Vegetación acuática y palustre de la Sabana de Bogotá y plano del río Ubaté. Tesis de Maestría, Facultad de Biología, Universidad Nacional de Colombia.
  - Schmidt-Mumm, U. y O. Vargas. 2012. Comunidades vegetales de las transiciones terrestre-acuáticas del páramo de Chingaza, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 60 (1): 35-64.
  - Sculthorpe, C. D. 1967. The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold, London. U.K. 610 pp.
  - Sioli, H. 1984. The Amazon, Limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin. Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht.
  - Suárez, M. L., A. Mellado, M. M. Sánchez-Montoya y M. R. Vidal-Abarca. 2005. Propuesta de un índice de macrófitos (IM) para evaluar la calidad ecológica de los ríos de la cuenca del Segura. *Limnetica* 24 (3-4): 305-318.
  - Taylor, P. 1999. Lentibulariaceae. Pp. 782-803. *En: Berry, P. E., K. Yatskievych y B. K. Holst (Eds.). Flora de la Venezuelan Guayana. Volumen 5. Eriocaulaceae-Lentibulariaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis.*
  - Terneus E. 2002. Comunidades de plantas acuáticas de los páramos de norte y sur del Ecuador. *Caldasia* 24 (2): 379-391.
  - Theel, H. J., E. D. Dibble y J. D. Madsen. 2008. Differential influence of a monotypic and diverse native aquatic plant bed on

## PLANTAS ACUÁTICAS

- a macroinvertebrate assemblage: an experimental implication of exotic plant induced habitat. *Hydrobiologia* 600: 77-87.
- Thomaz, S. M., E. D. Dibble, L. R. Evangelista, J. Higuti y L. M. Bini. 2008. Influence of aquatic macrophyte habitat complexity on invertebrate abundance and richness in tropical lagoons. *Freshwater Biology* 53: 358-367.
  - Thomaz, S. M., P. Carvalho, A. Padial y J. T. Kobayashi. 2009. Temporal and spatial patterns of aquatic macrophyte diversity in the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology* 69: 617-625.
  - Tiner, R. W. 1993. Using plants as indicators of wetland. *Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia* 144: 240-243.
  - Ungar, I., A. y T. E. Riehl. 1980. The effect of seed reserves on species composition in zonal halophyte communities. *Botanical Gazette* 141: 447 - 452.
  - van der Valk, A. G. 1981. Succession in wetlands: A Gleasonian approach. *Ecology* 62: 688 - 696.
  - van der Valk, A. G. y C. B. Davis. 1978. The role of seed banks in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes. *Ecology* 59: 322 - 335.
  - Varandas, S., J. Milne, S. Thomaz, S. McWatters, R. Mormul, M. Kennedy y K. Murphy. 2013. Anthropogenic and natural drivers of changing macrophyte community dynamics over twelve years in a Neotropical riverine floodplain system. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23: 678-697. DOI: 10.1002/aqc.2368.
  - Vareschi, W. 1970. Flora de los páramos de Venezuela. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
  - Vásquez, V. H. y M. A. Serrano. 2009. Las áreas naturales protegidas de Colombia. Conservación Internacional Colombia. Fundación Biocolombia. Bogotá D.C. 696 pp.
  - Vegas-Vilarrubia, T. y M. Cova. 1993. Estudios sobre la distribución y ecología de macrófitos acuáticos en el embalse de Guri. *Interciencia* 18 (2): 77-82.
  - Velásquez, J. 1994. Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Universidad Central de Venezuela, CDCH. Caracas. 992 pp.
  - Werkhoven, M. C. y G. M. Peeters. 1993. Aquatic macrophytes. Pp. 99-112. En: Quiboter, P. E. (Ed.). Freshwater ecosystems of Suriname. Kluwer Academic, Dordrecht, Holanda.
  - Wijninga, V. M., O. Rangel-Ch. y A. M. Cleef. 1989. Botanical ecology and conservation of the Laguna de la Herrera (Sabana de Bogotá, Colombia). *Caldasia* 16 (76): 23-40.
  - Wink, R. y V. Wijninga. 1987. The vegetation of the semi-arid region of Herrera, Cundinamarca. Colombia.



Río de aguas claras, en época de aguas altas. Foto: I. Mikolji



Charco temporal en la RN-Bojonawi, río Orinoco. Foto: F. Trujillo



## 4. HUMEDALES DE LA ORINOQUIA

En la cuenca del Orinoco (Colombia-Venezuela) se reconocen 49 tipos de humedales naturales y siete creados, regulados o muy transformados por el hombre. Las regiones con mayor diversidad de humedales son: Orinoquia Llanera (38 tipos); Orinoquia Guayanesa (28); Delta (19) y Orinoquia Andina (11). Es importante hacer notar como un mismo tipo de humedal puede aparecer en diferentes subregiones biogeográficas de la Orinoquia.

Las subcuencas con mayor número de tipos de humedales fueron: Meta (38 tipos), Arauca (35) y Apure (32), seguidos de Guaviare (22), delta del Orinoco (20), Vichada (19), Inírida (16), Caroní (16), Capanaparo (15), Cinaruco (14), Tomo y Bitá (12), Caura, Cuchivero, Ventuari, Suapure y Zuata (11 c/u), Atabapo y Sipapo (10), Alto Orinoco y Parguaza (9), Morichal Largo (8) Aro, Pao y Casiquiare (5 c/u) y Cuao (3). Estos valores reflejan la riqueza ecosistémica acuática e inclusive la terrestre a nivel de cuenca hidrográfica, determinada en gran medida por factores como la altitud, fisiografía, geomorfología y geoquímica, entre otros. Así, aquellas cuencas que discurren por más de una región biogeográfica tendrán una mayor diversidad de ecosistemas

acuáticos o humedales. No obstante, es oportuno señalar que la representatividad de humedales en algunas cuencas probablemente esté subestimada, dada la ausencia de estudios regionales.

En Colombia, los departamentos con mayor representación de humedales fueron: Arauca, Vichada, Meta y Casanare. A nivel estatal (Venezuela): Apure, Barinas, Guárico y Bolívar (Tabla 1, pag. 19).

Los humedales de carácter léntico fueron los más numerosos (34 tipos), seguidos de los lóticos (13). Nueve tipos de humedales mostraron la condición léntica y lótica de manera independiente, asociado a la estacionalidad climática (aguas bajas y estiaje versus aguas altas y subida de aguas). En cuanto al tiempo de retención del agua, la mayoría de los humedales pueden ser del tipo permanente o temporal a lo largo de su existencia (23 tipos), de acuerdo a las lluvias y/o sequía. Solo 17 tipos de humedales fueron de carácter únicamente permanente y 16 temporal. Respecto al tipo de aguas, la condición dominante fue presentar diferentes combinaciones de dos o tres tipos de aguas, considerando las blancas, claras y/o negras (Tabla 1, pag. 19).

HUMEDALES DE LA ORINOQUIA



M. A. Morales-B.

La lista y desarrollo de las fichas descritas a continuación se organizaron alfabéticamente. Para cada tipo de humedal se incluye la siguiente información:

- **Otros nombres (técnicos y/o comunes)**
- **Distribución**
  - a. Países.
  - b. Regiones y subregiones biogeográficas. Las cuatro grandes regiones y subregiones (modificado de Michelangeoli *et al.* 2000) son:
    1. Región Andino-Orinoquense (Orinoquia Andina): 5.500-150 m s.n.m.  
Subregiones:
      - Páramo (por encima 2.800 m s.n.m.)
      - Vertientes (2.800-1.000 m s.n.m.)
      - Piedemontes (1.000-500 m s.n.m.)
      - Ríos de abanicos trenzados *sensu* Machado-Allison *et al.* (2010) (500-150 m s.n.m.)
    2. Región Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera): 150-100 m s.n.m.  
Subregiones:
      - Llanos altos
      - Llanos medios
      - Llanos bajos
    3. Región Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa): 0-3.000 m s.n.m.  
Subregiones:
      - Pantepui (3.000- 1.500 m s.n.m.)
      - Piedemontes guayaneses (2.000-500 m s.n.m.)
      - Lomas y planicies residuales (1.200-100 m s.n.m.)
    4. Región Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica): aprox. 0 m s.n.m.  
Subregiones:
      - Delta superior
      - Delta medio

- Delta inferior

A efectos para prácticos, estas regiones y subregiones pueden agruparse en cuatro grandes categorías: Orinoquia Andina, Orinoquia Llanera, Orinoquia Guayanesa y Orinoquia Atlántica o Delta.

- c. Subcuencas  
Subcuencas o ríos siguiendo la clasificación de Lasso *et al.* (2004), en algunos casos se indica una jerarquía menor.
- d. Departamentos/estados (Colombia y/o Venezuela).

• **Descripción**

- a. Sistema: fluvial, lacustre, palustre, geotérmico, artificial (Caro-Caro *et al.* 2010).
- b. Circulación del agua (léntico, lótico).
- c. Estacionalidad (permanente, temporal).
- d. Tipología aguas: claras, blancas, negras (Sioli 1965, 1975).
- e. Descripción del humedal. Incluye en la medida de la disponibilidad de información, los siguientes aspectos: fisionomía, especies vegetales características o diagnosticas del humedal o las asociaciones más representativas; tipo de cubeta y otros aspectos geomorfológicos; profundidad del cuerpo de agua; duración del periodo de inundación; parámetros fisicoquímicos del agua; tipos de suelo o sustrato y altitud, entre otros.

• **Servicios ecosistémicos y usos**

De acuerdo a la aproximación del "Millennium Ecosystem Assessment-MA (2005) (ver de Groot *et al.* 2010), que reconocen las siguientes categorías: provisión, regulación, hábitat y soporte, servicios culturales).

- **Comentarios**  
Información complementaria sobre la descripción y funcionalidad del hu-

medal, así como aspectos relativos al estado de conservación del mismo.



Chigüiro en estero del Casanare. Foto: F. Trujillo

## Aguas termales o manantiales geotérmicos



C. Marrero

**Otros nombres:** termales, aguas calientes, aguas termo-mineras.

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Andino-Orinoquense (Orinoquia Andina), Planicie-Orinoquense (Orinoquia llanera: llanos altos, medios y bajos).

**Subcuencas:** Apure, Meta.

**Departamentos Colombia:** Cundinamarca, Norte de Santander.

**Estados Venezuela:** Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo.

### Descripción

Sistema palustre. Lótico. Permanente o temporal. Aguas minerales.

Ambiente de aguas subterráneas calientes en su sitio de emergencia o afloramiento;

temperatura mayor que la media anual de las aguas locales (aprox. 5 °C), usualmente entre 20 y 40 °C. Altas concentraciones de minerales de composición variable (calcio, sodio, potasio, hierro, azufre, cloro, flúor, magnesio, litio, amonio, nitratos, bicarbo-

## 4.1 HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

natos, arsénico, bario) y pH variable, entre 2 y 7. En la Orinoquia se distribuyen usualmente a lo largo de las fallas geológicas, en donde las aguas subterráneas se calientan al llegar a cierta profundidad, luego ascienden como vapor y se condensan al llegar a la superficie en forma de agua caliente.

**Vegetación asociada.** Algas, comunidades marginales y herbazales (Marrero 2011). En las orillas: *Eleocharis* sp, *Nasturtium officinalis*, *Equisetum bogotense* y *Pennisetum clandestinum*. Algas de diversas clases (p. e. Cyanophyta, Rhodophyta, Pyrrophyta). Las aguas minerales de las termas son el hábitat de una gran diversidad de microorganismos vegetales autóctonos característicos de cada tipo de agua según sus condiciones fisicoquímicas, temperatura y pH.

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** productos químicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos y agua.

**Regulación:** clima local.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares de rituales); valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, baños medicinales).

**Comentarios**

Las denominadas aguas calientes, termas o aguas termo-mineras, son aquellas aguas subterráneas en las que en su punto de emergencia presentan una temperatura superior a la media anual local y una concentración total de sólidos disueltos superior a un 1 g/l. También presentan concentraciones minerales muy altas (Urbani 1991). El término tiene su origen en las propiedades térmicas del agua y en la región andina se les denomina aguas calientes.

**Autores**

Crispulo Marrero, Douglas Rodríguez-Olarte y Carlos A. Lasso

**Arracachales o rabanales**

I. Mikolji

**Otros nombres:** arracachal, rabanal (Colombia); rabanal (Venezuela).

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Arauca, Caroní, Delta, Inírida, Guaviare, Meta, Morichal Largo.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Guainía, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas, Amacuro, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Delta, Guárico, Monagas.

**Descripción**

Sistema palustre o ribereño. Léntico o lótico. Temporal o permanente. Aguas blancas, claras o negras.

Ambiente acuático caracterizado por la especie *Montrichardia arborescens* (rábano

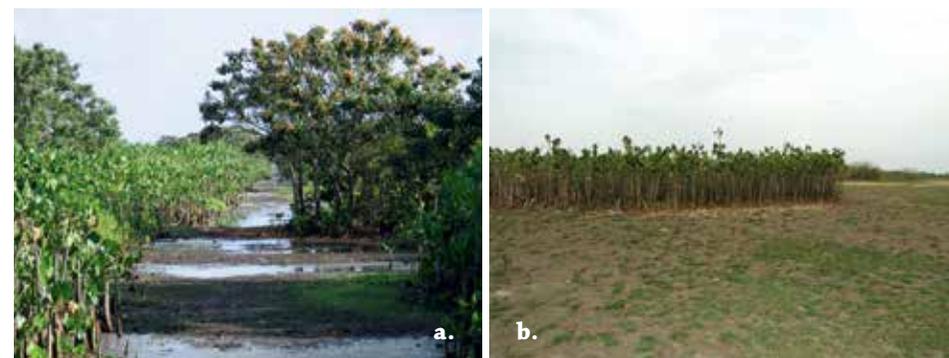
o arracacha) (Figura 1), hierba gigante de 3-10 m de altura, que se dispone en dos o tres facies: 1) como franja de dimensiones variables (hasta cientos de metros) en márgenes de cursos de agua (Figura 2) y morichales sobre sustratos arenosos hasta limosos; 2) formando colonias

densas marginales en lagunas del Llano (Rial 2009) y cubetas arcilloso-arenosa del delta del Orinoco (Colonnello 1995, Huber y Riina 1997). Suelos minerales u orgánicos, anegados. Puede constituir el sotobosque de comunidades de morichal (*Mauritia flexuosa*) o de chagüaramo o mapora (*Roystonea oleracea*, var. *oleracea*) (Colonnello et al. 2012).

**Vegetación asociada.** Caños del delta del Orinoco y Llanos: *Paspalum repens*, *Echinochloa polystachya*, *Polygonum acuminatum*, *Eichhornia crassipes* y *Eichhornia azurea*. Herbazales interiores: *Ludwigia* spp, *Costus arabicus*, *Thalia geniculata* y *Heliconia psittacorum*. Ambientes sombreados: *Crinum erubescens*, *Hymenocallis* sp, *Amaranthus australis* y *Lemna* spp.



**Figura 1.** *Montrichardia arborescens*, detalle: a) flor; b) hoja. Fotos: I. Mikolji (a), F. Mijares (b).



**Figura 2.** *Montrichardia arborescens*. a) En bajada de aguas, Casanare; b) en época seca, Cravo Norte, Arauca. Fotos: F. Trujillo (a), F. Mijares (b).

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua y alimento para las poblaciones locales; medicinas, la savia de *M. arborescens* es usada por los indígenas Warao del Delta en el tratamiento de sarampión, conjuntivitis y picaduras de insectos y escorpiones (Wilbert 2001) y entre los criollos de Guayana se usa en el tratamiento de la diabetes y para protegerse de las descargas de los tembladores o temblones (*Electrophorus electricus*). Los frutos son usados también por los Warao como cebo para la pesca del morocoto (*Colosoma macropomum*).

**Regulación:** regulación de flujos hídricos y control de la erosión y estabilización de sedimentos en humedales ribereños (Gordon et al. 2000).

**Hábitat y soporte:** sitio de alimentación, refugio y reproducción de especies de fauna silvestre, peces e invertebrados, especialmente en el delta del Orinoco (Lasso y Sánchez-Duarte 2011).

### Comentarios

*Montrichardia arborescens* es una planta acuática de origen neotropical, con gran plasticidad ecológica. Puede alcanzar 3 m de altura y diámetros en la base del tallo

de hasta 15 cm en suelos de aguas blancas (alto contenido de nutrientes). En aguas oligotróficas (bajo contenido de nutrientes), los tallos son muy delgados (2 o 3 cm.). En ambientes sombreados y fuertemente oligotróficos (suelos orgánicos), puede alargar sus tallos hasta 8 y 10 m de altura. Debe su gran capacidad para formar comunidades densas a su reproducción sexual y asexual, vía producción y germinación de semillas o por rizomas subterráneos, de 40 a 105 cm de largo y perímetros de 12 a 30 cm, que pueden interconectar dos a cuatro individuos (Gordon et al. 2000). En los Llanos es común en lagunas y morichales, es frecuente en ríos de los Llanos altos orientales como el Uracoa y Tigre que afluyen al delta del Orinoco. En la Guayana está presente en las orillas de ríos en planicies aluviales y de desborde, y en el Delta en cubetas y orillas, sobre todo en aquellas convexas y deposicionales de los caños. En Colombia habita en márgenes de morichales, lagunas y caños del Meta; en tapones de drenaje en Puerto Carreño en el Vichada y sabanas inundables del Arauca. Este ambiente constituye un refugio para la tortuga galápagua (*Podocnemis vogli*), las boas (*Eunectes murinus*), babas o babillas (*Caiman crocodilus*), chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*), perros de agua (*Pteronura brasiliensis*) y muchos peces.

### Autores

Giuseppe Colonnello, Anabel Rial y Elizabeth Gordon

## Arroyos y quebradas de montaña



I. Mikolji

**Países:** Colombia y Venezuela

**Región:** Andino-Orinoquense (Orinoquia Andina: páramo).

**Subcuencas:** Arauca, Apure, Guaviare, Meta.

**Departamentos Colombia:** Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Santander.

**Estados Venezuela:** Apure, Barinas, Lara Mérida, Táchira, Trujillo.

### Descripción

Sistema fluvial. Lótico. Permanente. Aguas claras.

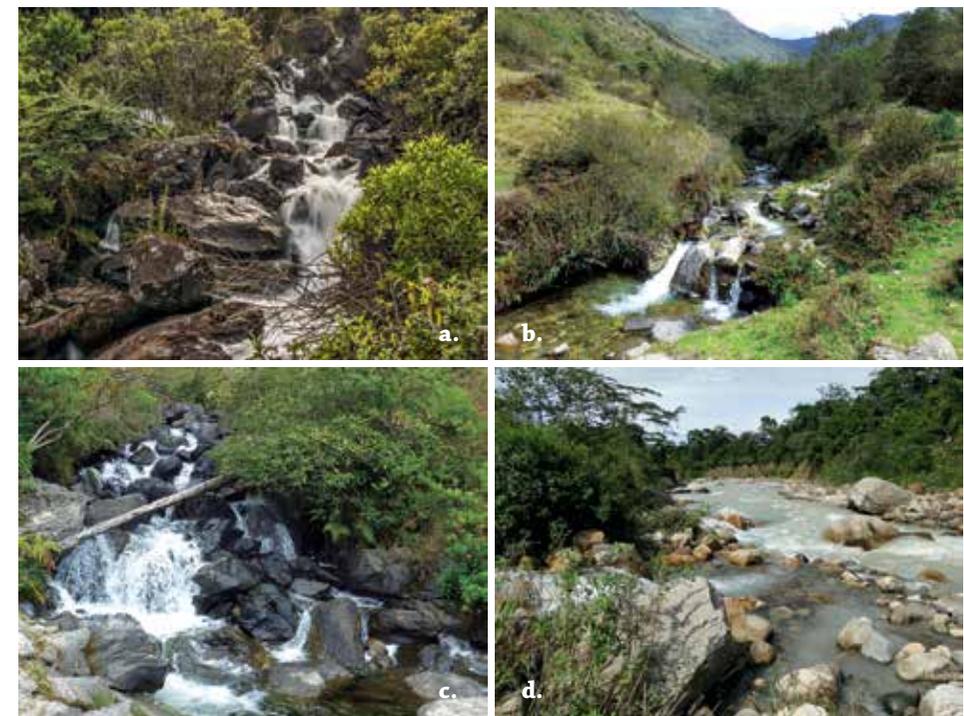
Ambiente de aguas corrientes ubicado a más de 3.000 m s.n.m. Relativamente pequeños en términos de su área de drenaje, descarga y longitud. Conforman las cabecezas de ríos de mayor orden. Se originan por las aguas de lluvia, llovizna, nieve, aguanieve y granizo y por los desagües superficiales y subterráneos de lagos, lagunas,

turberas, ciénagas, pantanos y el deshielo de glaciares. Características morfológicas e hidrológicas variables, desde cursos de agua encajonados entre dos vertientes, con cauces estrechos, escalonados, de alta pendiente y caudales torrentosos, hasta corrientes de agua lentas que discurren por valles intermontanos de poca inclinación, con lechos relativamente amplios y a veces anastomosados (Figura 3). En el páramo abierto están expuestos a la acción directa de la radiación solar y a la precipitación

debido a la escasa cobertura de la vegetación ribereña (Figura 4). Cambios de caudal asociados al régimen de precipitación de marcada estacionalidad (Monasterio y Molinillo 2003). Temperatura promedio baja y cercana a la del aire, cuyo promedio anual es 10 °C a los 3.000 m de altitud, la cual disminuye a una tasa promedio de 0,6 °C por cada 100 m de elevación (Sarmiento 1986). La variación diaria de la temperatura en el agua es mayor que la estacional. Durante la época seca es frecuente la formación de escarcha en la capa superficial del agua en las corrientes de poco caudal. Contenido de

oxígeno disuelto entre 7 y 8,5 ppm según la altura (Segnini y Chacón 2005). Porcentaje de saturación menor a mayor altitud dada la reducción de la presión atmosférica del aire (Jacobsen 2008a).

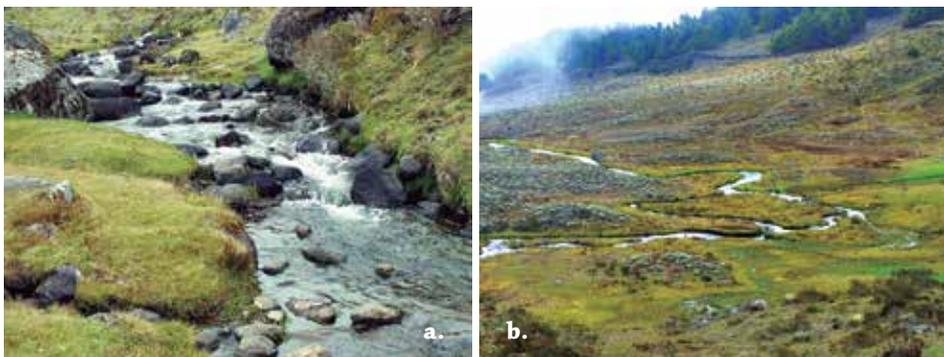
**Vegetación asociada.** Plantas acuáticas sumergidas: *Potamogeton* spp (Schmidt-Mumm y Vargas 2012). Varias especies de Poaceae, *Ascolepis*, *Cyperus*, *Eleocharis* sp, *Bacopa* sp, *Nasturtium acuaticum* (Rial com. pers.). Rocas cubiertas de musgos y perifiton. Páramo abierto: vegetación cercana a los cauces dos estratos, uno superior, ar-



**Figura 3.** Arroyos de alta montaña: a) con alta pendiente; b) encajonado, afluente del río Santo Domingo (3.100 m s.n.m.), Venezuela; c) escalonados, cascada La Victoria (páramo de Mucubají, 3.200 m s.n.m.), Venezuela; d) con lecho relativamente amplio, Tame, Arauca, Colombia. Fotos: I. Mikolji (a), I. Correa (b, c), F. Mijares (d).

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES



**Figura 4.** Arroyo en el páramo abierto en Venezuela, río Sto. Domingo: a) naciente; b) valle Mucubaji. Fotos: S. Segnini.

bustivo y abierto, altura máxima 4 m, predominio de frailejones (*Espeletia* spp), piñuelas (*Puya* spp) y arbustos (*Hypericum* sp, *Pernetia* sp, *Hesperomeles* sp y *Chaetolepis* sp, entre otros); estrato inferior herbáceo, menor de 40 cm, dominado por plantas en forma de cojín, rosetas acaules, gramíneas y ciperáceas (Monasterio 1980, Ataroff y Sarmiento 2004). Límite inferior del páramo: riberas con pequeños bosques de galería con arbustos de los géneros: *Baccharis*, *Weinmannia* y *Acaena*.

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** agua (recolección y distribución de agua para diferentes usos, abastecen de agua a lagunas y a ríos de mayor orden que conducen el agua hacia las tierras bajas); alimento (proveen de alimento a la fauna acuática y terrestre; pesca de truchas para subsistencia, cultivo comercial de truchas); recursos genéticos; productos bioquímicos.

**Regulación:** clima local y regional; crecidas e inundaciones; volumen hídrico de lagunas, calidad del agua.

**Hábitat y soporte:** reproducción, crecimiento, albergue, protección para la biota acuática y semiacuática; alimento para algunos insectívoros estrictamente terrestres como arañas, aves y murciélagos; mantenimiento de especies endémicas o amenazadas, tanto acuáticas como terrestres; reciclaje de nutrientes.

**Culturales:** valor espiritual, religioso, estético, recreativo, deportivo y turístico.

**Comentarios**

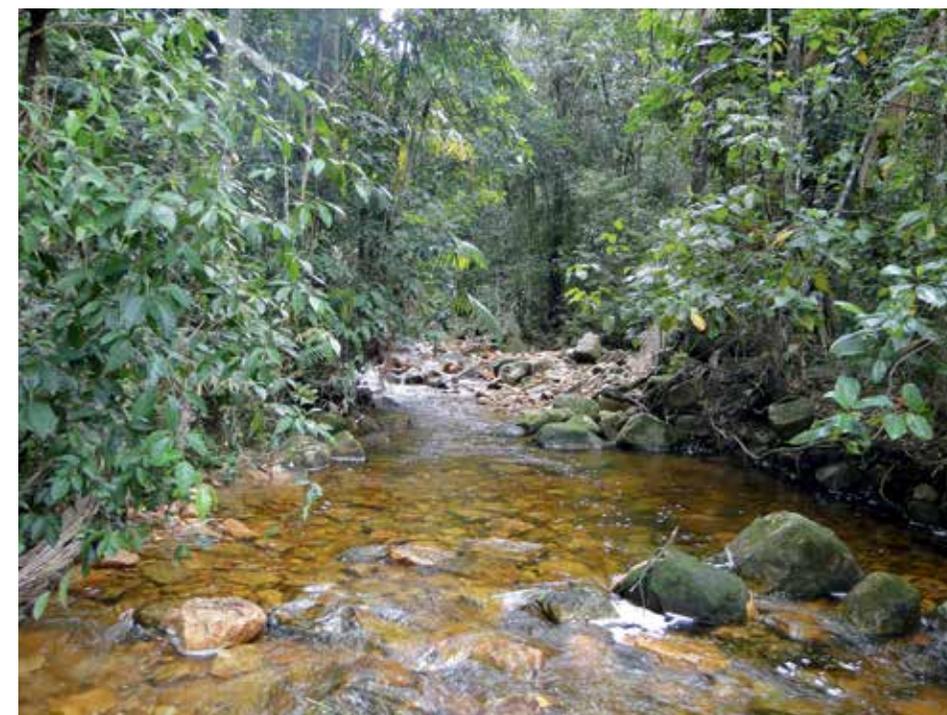
Estos ambientes mantienen una biota particular adaptada a las condiciones extremas del clima de alta montaña. En los páramos colombianos sólo se ha registrado la presencia de especies de peces nativos pertenecientes a dos géneros, *Trichomycterus* (Trichomycteridae) y *Astroblepus* (Astroblepidae), (Cala 1990, Maldonado-Ocampo *et al.* 2005, Jacobsen 2008b); en Venezuela no hay registros de la presencia de peces nativos por encima de los 3.000 m s.n.m. La trucha arco iris (*Onchorynchus mykiss*) introducida en Venezuela en 1938 (Ginés *et al.* 1952) y en

Colombia en 1940 (Gutierrez y Urbina 2012), es el pez más abundante (Mora *et al.* 1992, Péfaur y Sierra 1998). Este salmónido ha causado la desaparición de peces endémicos de la familia Astroblepidae y Trichomycteridae en varias cuencas hidrográficas de los Andes colombianos (Lasso com. pers.) y de Venezuela, aunque en este último caso se requieren estudios detallados para cuantificar el impacto

en cada río. Los insectos acuáticos constituyen el grupo de fauna más diverso y numeroso, especialmente los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera y Coleoptera (Jacobsen 2008b). La frecuencia, abundancia y dominancia de estos grupos varía en función de las condiciones ambientales predominantes y del grado de intervención antrópica en las microcuencas hidrográficas.

**Autores**

Samuel Segnini y María Marleny Chacón



Tame, Arauca. Foto: F. Mijares.

## Bajíos o bajos



F. Mijares

**Otros nombres:** bajíos (Venezuela), bajos (Colombia).

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales de la altillanura).

**Subcuencas:** Arauca, Bitá, Apure, Capanaparo, Cinaruco, Guaviare, Meta, Tomo, Vichada.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Apure, Barinas, Guárico, Portuguesa.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas claras y blancas.

Cubeta de desborde o depresión de la sabana que retiene agua durante las lluvias y se seca al final de la estación seca. Hasta 1 m de profundidad, comúnmente 60 cm, dependiendo del grado de la pendiente del suelo. Suelos (Ultisoles), hidromórficos,

franco-arenosos, con un horizonte poco profundo de plintita (Sequera y López-Hernández 1999) u horizonte argílico (Haplustalf) o limoso-arcillosos o arcillosos (Clemente y Rojas 1980, González-Ronquillo *et al.* 2009), de textura fina, ácidos y medianamente impermeables. En la altillanura ondulada o disectada se diferencian en secos, húmedos e inundables (Rippstein *et al.* 2001). En la sabana inundable ocupan

la mayor proporción de la sabana, entre los bancos (zonas secas) y los esteros de acuerdo a la clasificación de Ramia (1967). Según su ubicación se diferencian los bajos tipo nacimiento en las cabeceras de los caños de sabana y los bajos tipo bosque en las adyacencias de los bosques de galería. Los primeros reciben conjuntamente el agua de escurrimiento superficial de las lluvias y el agua del nivel freático, permanecen inundados durante el periodo de lluvias. En los bajos tipo bosque la vegetación está sujeta a inundación de 10 a 11 meses al año. El banco -en sentido amplio-también está presente en las sabanas eólicas. Constituye el ecosistema de mayor extensión en las sabanas de banco, bajo y estero típicas de la llanura inundable.

**Vegetación asociada.** Comunidades de gramíneas y ciperáceas de sabana inundable, plantas acuáticas herbáceas y arbustivas arraigadas emergentes, flotantes arraigadas y libres, y solo eventualmente alguna sumergida en las orillas someras y transparentes. En Colombia en los bajos secos se encuentran especies como: *Irlbachia alata* y *Paspalum multicaule*. Bajos húmedos: *Ipomoea schomburgkii*, *Rotala ramosior*, *Scleria distans*, *Paspalum convexus*, *Otachyrium versicolor* (Serna-Isaza *et al.* 2001). En la sabana eólica: *Leptocoryphium lanatum*, *Andropogon selloanus* y *Axonopus purpusii* (González *et al.* 1990). En la sabana inundable: *L. lanatum*, *A. selloanus*, *A. purpusii*, *Eriochrysis nolcooides*, *Sorghastrum parviflorum*, *Rhynchospora globosa* (Salamanca 1983) y *A. bicornis* y *A. hypogynus* (Antelo obs. pers.). En los bajos tipo nacimiento el crecimiento herbáceo puede ser denso y alcanzar más de un metro de altura y entre las especies más comunes se incluyen a *Axonopus aureus*, *Axonopus anceps*, *Andropogon leucostachyus*, *Panicum micranthum*, *Heliconia psittacorum*,

*Jussiaea nervosa* y *Trachypogon plumosus*. En los bajos tipo bosque, la cobertura vegetal también es densa con una altura de 50 a 70 cm. Entre las especies más comunes se encuentran *Eriochrysis cayanensis*, *Xyris caroliniana*, *Blechnum serrulatum* y *Caladium macrotites*; en algunos sitios se pueden encontrar arbustos como *Miconia* sp y ocasionalmente moriches (*Mauritia flexuosa*).

En Venezuela en las orillas se observaron: campanillales (*Ipomoea carnea*), platanillales (*Thalia geniculata*), dormideras (*Mimosa pigra*), *Ludwigia* spp, *Heliotropium procumbens* y *Portulaca oleraceae*. Desde la orilla hasta el espejo de agua diversas comunidades cuya composición, estructura y abundancia varían espacio-temporalmente: *Paspalum chaffanjonii*, *Panicum laxum*, *Paratheria prostrata*, *Axonopus purpusii*, *Leersia hexandra*, *Luziola subintegra*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Cyperus miliacea*, *Eichhornia crassipes*. *Eichhornia azurea*, *Pontederia subovata*, *Caperonia palustris*, *Salvinia auriculata*, *Eleocharis intersticta*, *Eleocharis mutata* y *Eleocharis mitrata*, islas flotantes de *Paspalum*, *Eichhornia crassipes*, *Oxycarium cubense* (ecofase epífita) y *Salvinia auriculata* (Rial 2009).

### Servicios ecosistémicos

**Provisión:** alimento (pesquería, animales silvestres, plantas, ganado, usados frecuentemente como áreas de cultivo), agua, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima (regional y local); erosión; purificación del agua; ciclo hidrológico; balance de nutrientes; depósito de sedimentos; polinización.

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

**Hábitat y soporte:** banco de semillas; hábitat de una gran diversidad de flora acuática; sitio de criadero y reproducción; anidamiento, cría y alimentación de fauna silvestre; protección del pool genético.

### Comentarios

En el bajío algunos invertebrados (lombrices y termitas), construyen sobre el terreno ciertas protuberancias conspicuas que junto al paso y el pisoteo del ganado forman un microrelieve característico de los llanos venezolanos llamado “topial” o “lombri-

zal”. En esta zona el aporte de agua es básicamente pluvial (Lasso 2004). Los bajíos constituyen un hábitat de gran importancia para la alimentación del ganado por ser hábitat de especies nativas como *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Panicum* spp, *Paspalum* spp, *Sacciolepis myurus*, etc., que pueden sostener los rebaños sin necesidad de introducir pastos y disminuir la composición florística del humedal. Requiere medidas urgentes de conservación, preservación de la integridad ecosistémica y de los flujos de agua.

### Autores

Anabel Rial, Carlos A. Lasso, Rafael Antelo, Fernando Trujillo, Clara Caro-Caro y José S. Usma

## Bijagüales



Fundación Cunaguaro

**País:** Colombia

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos).

**Subcuencas:** Arauca, Meta.

**Departamentos:** Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas blancas y claras.

Ambientes inundables poco profundos con predominancia de *Thalia geniculata* (Figura 5), especie que forma grandes extensiones y que cuando se encuentra bien desarrollada puede alcanzar hasta dos metros de altura. Este ambiente acuático permanece inundado durante la época lluviosa y en la época seca las plantas se marchitan y quemán fácilmente, pero los rizomas se mantienen en estado latente hasta que se inundan nuevamente. Esta especie es una planta acuática rizomatosa con hojas ova-

les de más de 60 cm de largo y casi 30 cm de ancho.

**Vegetación asociada.** Crece con algunas gramíneas como *Hymenachne amplexicaulis*, *Panicum maximum* y *Paspalum fasciculatum*, entre otras, a veces asociadas a morichales.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, alimento (carne de monte-caza), fibras, recursos genéticos, productos bioquímicos.

**Regulación:** clima local, polinización.

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES



**Figura 5.** *Thalia geniculata*. Foto: Fundación Cunaguaro.

### Autores

Fernando Trujillo, Clara Caro-Caro y José S. Usma

**Hábitat y soporte:** áreas de refugio y descanso de fauna silvestre y acuática.

**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo y caza deportiva).

### Comentarios

Este tipo de ambiente es frecuente en la cuenca del río Meta, en especial en los ríos Casanare (Ariporo), Cusiana, Upía y Cravo Sur.

## Bosques arbustivos o de matorral inundable



F. Trujillo

**País:** Colombia.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos).

**Subcuencas:** Arauca, Meta.

**Departamentos:** Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas blancas y claras.

Ambientes inundables, poco profundos, con bosques variados de porte medio a bajo, caracterizado por ser un matorral denso y heterogéneo, formado por especies arbustivas, hierbas altas, algunos árboles dispersos (que pueden alcanzar los siete metros de altura) y lianas. Se desarrolla en suelos ligeramente inundados de poca profundidad. Estas inundaciones son de tipo estacional y están relacionadas con los períodos de lluvias y desbordes de caños.

**Vegetación asociada.** Las comunidades vegetales están representadas por especies leñosas, generalmente ramificadas desde la base. Andrade y Etter (1987) la definen como vegetación achaparrada, con un estrato herbáceo poco denso asociado a los árboles. Entre las especies vegetales más importantes están: *Spondias mombin*, *Cochospermum orinocense*, *Cordia tetrandra*, *Guazuma ulmifolia*, *Helicteres guazumaefolia*, *Palicourea punicea* y *Tessaria integrifolia*.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, alimento (pesca subsistencia, carne de monte-caza, frutos: *Spondias*

## HUMEDALES NATURALES

*mombin*), fibras, leña y productos forestales maderables, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales (la corteza de *Spondias mombin* se usa como cicatrizante); productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local, polinización.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y alimentación, zonas de migración, descanso de fauna silvestre.

**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo y caza deportiva).

**Comentarios**

Este tipo de arbustal inundable es frecuente en la cuenca del río Meta, en especial en los ríos Casanare (Ariporo), Cusiana, Upía y Cravo Sur.

**Autores**

Fernando Trujillo, Clara Caro-Caro, Carlos A. Lasso y José S. Usma

## HUMEDALES NATURALES

**Bosques de albardón del delta del Orinoco**

G. Colonnello

**País:** Venezuela.

**Región:** Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Delta (caño Mánamo, caño Macareo y río Grande).

**Estados Venezuela.** Delta Amacuro, Monagas.

**Descripción**

Sistema fluvial y palustre. Lótico. Permanente o temporal. Aguas blancas, claras o negras.

Ambiente acuático caracterizado por la presencia de bosques y matorrales (herbazales cuando dichos ambientes son alterados), estacionalmente inundable ( $\approx$  4 meses). Dispuestos a lo largo de los albardones de los distributarios del delta superior y medio del Orinoco, los cuales van desapa-

reciendo a medida que los cursos de agua discurren hacia el delta inferior. Son comunidades leñosas de hasta 25 m de altura, de uno -cuando ha sido intervenido por actividades de subsistencia- a tres estratos; estructura y composición florística variable. En el delta superior se disponen sobre planicies antiguas de explayamiento, de texturas gruesas y muy intervenidas en la actualidad. También están asociados a grandes cauces de la planicie deltaica (p. e. caños Macareo, Aragüao, Aragüaito); alta con-

centración de sedimentos (aguas blancas), sobre albardones de orilla altos, de hasta 5 m y suelos arenosos a franco-arenosos; pH moderadamente básico. En el delta medio están presentes en los caños que drenan cuencas interiores (caudales intermedios de segundo o tercer orden) y aguas predominantemente negras o claras (p. e. caños Mariusa, Pedernales y Cocuina), sobre albardones de menor altura, menos de 2 m de desnivel sobre el plano circundante. Con

sustratos limo-arcillosos y oligotróficos. En el delta inferior (p. e. caños Jarina, Cuberima) más cerca de la desembocadura, se acentúa la oligotrofia y la materia orgánica de los suelos y los bosques quedan anegados permanentemente (hipoxia) (Figura 6) (Canales 1985, Colonnello 2001a, González-Boscán 2011).

**Vegetación asociada.** Comunidades leñosas de uno a tres estratos, con diver-

sos ensamblajes de especies, en los distintos caños distributarios. Bosques altos siempreverdes con estratos inferiores intervenidos: *Spondias mombin*, *Sapium glandulosum*, *Luehea seemanii*, *Cupania americana*, *Acosmium nitens*, *Albizia pistaciifolia* (delta superior). Bosques medios, tres estratos, siempreverdes y poco inundables: *Ceiba pentandra*, *Spondias mombin*, *Inga edulis*, *Casearia mariquitensis*, *Miconia prasina*, *Bixa urucurana*, *Nectandra pichurim*, *Paspalum fasciculatum*, *Echinochloa polystachya* (delta medio, caño Macareo). Bosques bajos, uno a dos estratos: *Mouriri guianensis*, *Macrolobium acaciifolium*, *Symmeria paniculata*, *Zygia inaequalis*, *Gustavia augusta*, *Byttneria divaricata*, *Dalbergia frutescens* y *Lonchocarpus densiflorus* (delta medio, caño Mariusa). Bosques de uno a tres estratos: *Spondias mombin*, *Virola surinamensis*, *Genipa*

*americana*, *Ceiba pentandra*, *Tabebuia rosea*, *Hernandia guianensis*, *Vismia cayennensis*, *Ficus spp*, *Tapirira guianensis*, *Couroupita guianensis*, *Montrichardia arborescens*, *Machaerium lunatum* (delta medio, caños Pedernales y Cocuina). Bosques de tres estratos con especies emergentes: *Rhizophora harrisonii*, *Rhizophora mangle*, *Swartzia leptopetala*, *Euterpe precatoria*, *Manicaria saccifera*, *Simphonia globulifera*, *Costus arabicus*, *Acrostichum aureum* (caño Jarina, transición delta medio a inferior) (Figura 7, 8) (González-Boscán 1999, 2011a, Colonnello 2001a).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia incluye moluscos y crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos, plantaciones frutales: *Cocos nucifera*, *Teobroma*

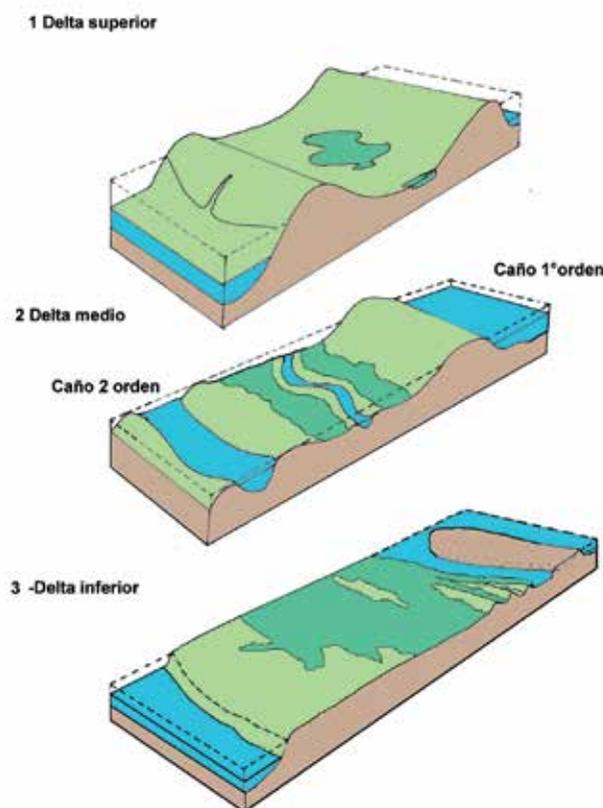


Figura 6. Gradación en la topografía de los albardones del delta superior al inferior.

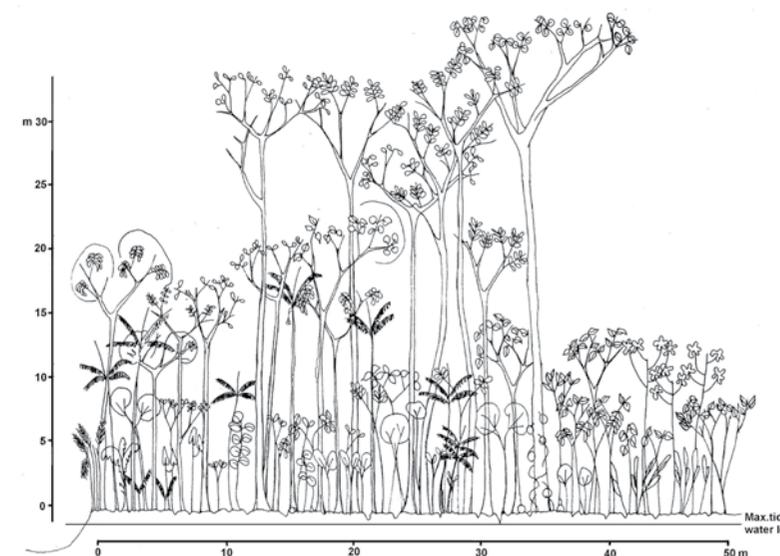
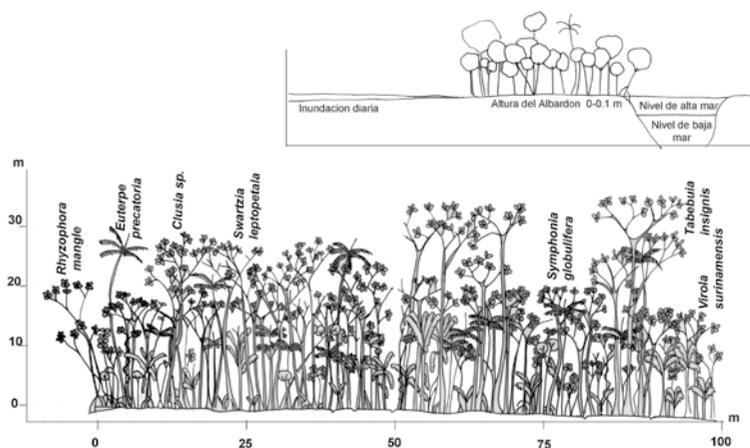


Figura 7. Albardones en el caño Jarina (delta medio). Fuente: Colonnello (2001a).



**Figura 8.** Albardones del caño Jarina (delta inferior). Fuente: Colonnello (2001a).

*cacao*, *Musa* spp), agua, fibras, leña y productos forestales maderables, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales y productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local y regional, polinización, erosión, enfermedades, control plagas y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento), zonas de migración, descanso para la fauna silvestre y acuática.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares sagrados y especies curativas para las comunidades indígenas (Wilbert 2001), valores estéticos y recreativos (ecoturismo, caza y pesca deportiva).

**Comentarios**

Los bosques de albardón, prolijos en el delta superior del Orinoco hace cinco décadas, han sido fuertemente intervenidos a causa de la ocupación criolla y las actividades productivas, particularmente a lo largo de los caños Mánamo, Macareo, río Grande, Aragüao y Aragüaito.

**Autor**

Giuseppe Colonnello

**Bosques de rebalse**



G. Colonnello

**Otros nombres:** bosque inundable del Orinoco (Castro-Lima 2010), bosque inundable (Parra-O. 2006), bosque ribereño estacionalmente inundable, bosque ribereño parcialmente inundable, medio, semicaducifolio (Orinoco medio), bosque ribereño, medio, semidecídúo (bajo Orinoco) (Huber y Riina 1997).

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales).

**Subcuencas:** Arauca, Apure, Aro, Bitá, Capanaparo, Caris, Caura, Caroní, Cinaruco, Cuchivero, Inírida, Guaviare, Maniapiare, Mapire, Meta, Pao, Parguaza, Suapure, Tomo, Vichada, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Casanare, Guaviare, Guainía, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Bolívar, Delta Amacuro, Guárico, Monagas.

**Descripción**

Sistema fluvial y palustre. Lótico o léntico. Temporal. Aguas blancas, claras y negras.

Ambiente acuático que se establece a lo largo de planicies aluviales y vegas, caracte-

rizado por la presencia de bosques de hasta 30 m de altura, matorrales y herbazales estacionalmente anegados (6 meses y hasta 10 m de profundidad), a causa de las crecidas estacionales (pulso de inundación *sensu* Junk *et al.* 1989). Con variaciones florísticas

## HUMEDALES NATURALES

y estructurales de acuerdo a la geomorfología, suelo, aportes sedimentarios, tipo de agua, etc., entre los tributarios o tramos de cada cauce. Dos posiciones geomorfológicas: bancos y cubetas, conformando un paisaje complejo de espiras de meandro activas y abandonadas. Suelos arenosos en los bancos y arcillosos en las cubetas.

**Vegetación asociada.** Colombia, géneros dominantes: *Licania*, *Eschweilera*, *Mabea*, *Schnella* y *Gustavia* (Vincelli 1981). Dpto. Vichada (PNN El Tuparro): *Ocotea cymbarum*, *Campsiandra comosa*, *Machaerium inundatum*, *Licania longistila*, *Malouetia virescens*, *Miconia aplostachya*, *Pithecellobium divaricatum* y *Pithecellobium glomeratum* (Rangel-Ch. 2011). Orillas del Orinoco medio (y el Meta): *Campsiandra amplexicaulis*, *Simira rubescens*, *Symmeria paniculata*, *Zygia cataractae*, *Eschweilera* aff. *Tenuifolia* y *Licania heteromorpha* (Parra-O. 2006). Venezuela, estado Bolívar (Laguna de Mamo): arbustales y herbazales inundables en barras arenosas (*Psidium maribense*, *Coccoloba ovata*, *Alchornea castaneifolia* y *Simaba orinocensis*. Islas: *Tessaria integrifolia*: arbustales inundables en márgenes deposicionales y remansos: *Inga vera* y *Coccoloba ovata*. Bosques inundables en cubetas o depresiones: *Piranhea trifoliata*, *Macrolobium acaciifolium*, *Albizia subdimidiata*, *Hecatostemon completus*, *Homalium racemosum*, *Ruprechtia tenuiflora*, *Simira rubescens*, *Sclerolobium aureum*, *Etaballia dubia*, *Gustavia augusta*, *Tachigali davidsei*, *Machaerium dubium*, *Symmeria paniculata* y *Lonchocarpus crucisrubrae*. Bosques inundables en diques o bancos de islas y complejos de orilla: *Cordia tetrandra*, *Cecropia latiloba*, *Nectandra pichurim*, *Phyllanthus elsiae*, *Ruprechtia cruegerii*, *Crescentia amazonica*, *Alchornea discolor* y *Spondias*

*mombin*) (Colonnello 1990, González-Boscán 1998, Rosales *et al.* 2003). Soledad-estado Anzoátegui: *Ricciocarpus natans*, *Salvinia auriculata*.

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** agua, alimento (pesca subsistencia incluye moluscos y crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos), pesca ornamental, fibras, leña y productos forestales maderables, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local y regional, polinización, erosión, control de plagas, riesgos naturales y enfermedades.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento), zonas de migración, descanso de fauna silvestre, alimentación y refugio de especies vulnerables como la tonina (*Inia geoffrensis*) o en peligro de extinción como el manatí (*Trichechus manatus*) (Castelblanco-Martínez *et al.* 2009, Rivas *et al.* 2010).

**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo, caza y pesca deportiva).

**Comentarios**

Los bosques de rebalse no deben confundirse con los bosques de inundación prolongada o permanente de tierras bajas, ni deben emplearse las denominaciones varzea - en aguas blancas- e igapó - en aguas negras y claras-, descritas para la Amazonia (Prance 1979). La extensión de los ambientes rebalsados, análogas a las varzeas de la cuenca amazónica, solo entre el río Meta y el Delta, abarca cerca de 7.000 km<sup>2</sup> (Hamilton y Lewis 1990a). Estas comunidades muestran su mayor expresión en las már-

genes del Orinoco, pero también en otros grandes ríos de la Orinoquia (Colonnello 1990, Díaz y Rosales 2006, Parra-O. 2006, Castro-Lima 2010). La presión humana sobre estos ecosistemas ha reducido las poblaciones de flora y fauna asociadas. La expansión de las actividades agrícolas (p. e. cultivo del algodón en Venezuela) y pecuarias, han propiciado la quema y reducido

significativamente la superficie de herbazales y bosques en la Orinoquia (Colonnello *et al.* 2010).

En la figura 9 se muestran diferentes tipos de bosque de rebalse según la tipología de aguas (blancas y claras), así como el árbol típico de los bosques de rebalse del bajo Orinoco.



**Figura 9.** Bosque de rebalse: a) río Cravo Norte (aguas blancas); b) confluencia ríos Zuata y Orinoco (aguas blancas); c) confluencia ríos Caura-Orinoco (aguas claras); d) *Homalium racemosum*, árbol dominante en los rebalses del Orinoco medio. Fotos: F. Mijares (a), G. Colonnello (b-d).

**Autores**

Giuseppe Colonnello y Anabel Rial

## Bosques enanos inundables en valles glaciares



D. Jiménez

**País:** Colombia.

**Región:** Andino-Orinoquense (Orinoquia Andina: páramo alto y medio).

**Subcuencas:** Arauca, Meta.

**Departamentos:** Arauca, Boyacá, Cundinamarca.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Permanente. Aguas claras (lluvia).

Ambiente acuático caracterizado por bosques o arbustales enanos dominados por *Polylepis quadrijug*, *Polylepis cocuyensis*, *Escallonia myrtilloides* y *Hesperomeles heterophylla*. Posiblemente asociado a estados sucesionales avanzados de turberas y lagunas colmatadas, cuyas especies herbáceas dominantes son remplazadas por estratos arbustivos y arbóreos (Andrade com. pers.). Pueden ser una forma de los

denominados bosques achaparrados, en los que la vegetación está formada por un estrato de árboles pequeños de 8-10 m de altura, con dominancia de una o dos especies (Rangel-Ch. 1999). Rangel-Ch. (2000) reconoce este tipo de vegetación en zonas de páramo bajo, variando entre arbustal enano y bosque enano por efecto de la hidromorfía. En el páramo medio describe bosques relictuales de *Polylepis quadrijuga* que se desarrollan en sitios turbosos. Generalmente favorecidos por la presencia de materiales desprendidos de frentes rocosos que inhiben el uso del

suelo, así como por las resurgencias de agua al pie de los frentes o cornisas (Flórez 2003).

**Vegetación asociada.** Estrato arborescente: *Cestrum parvifolium*, *Gynoxys* sp y *Diplostegium* sp. Los suelos están cubiertos por tapetes de musgos, generalmente del género *Sphagnum*.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** maderas, uso artesanal, recursos genéticos.

**Regulación:** facilitan la retención del agua y por tanto la regulación del régimen hídrico.

**Hábitat y soporte:** anidación, alimento para avifauna, protección, descanso.

**Culturales:** valores estéticos.

### Comentarios

Se encuentran en el Nevado del Guicán, valle de las Lagunillas (subcuenca del Arauca) y en el páramo de Chingaza (subcuenca del Meta).

### Autores

Olga León, Diana Jiménez, Catherine Agudelo y Carlos Sarmiento

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

## Bosques esclerófilos inundables, altos a medios siempreverdes de los ríos Atabapo, Casiquiare y Río Negro



C. A. Lasso

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Guayano-Orinoquense: incluye las “caatingas” y las “banas” del Río Negro.

**Subcuencas:** Alto Orinoco (en parte), Atabapo, Casiquiare, Inírida.

**Departamentos Colombia:** Guainía, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal o permanente. Aguas negras y claras (lluvia).

Ambiente acuático caracterizado por un mosaico de comunidades boscosas estacionalmente inundables. Los ambientes con mayor variación del nivel del agua, se conocen como “caatingas” del Río Negro (caatinga amazónica en Brasil) (Figura 10) (Huber 1995a), y los arbustales bajos es-

tacionalmente inundables “banas” del alto Río Negro. Presentes en los amplios interfluvios del Yatúa y Casiquiare, del Casiquiare al Atabapo y en ambos márgenes del Río Negro-Guainía, hasta el Inírida (ver unidad 16 en Huber 1995b). Fisonomía siempreverde, esclerofilia, color verde grisáceo del follaje; suelos de arenas blancas, pobres en nutrientes, ácidos. Estructura de la vegetación heterogénea, con alturas generalmente no mayores de 30 m y densidad de co-

pas medias a densas. Los bosques de bana son comunidades de vegetación de poca extensión sobre domos con suelos arenosos, estructuralmente ralas y de bajo porte (< de 15 m de altura); pueden llegar a ser bosques mayores y más densos de acuerdo a las condiciones hídricas y edáfico-nutricionales, tanto en suelos como en raíces (Klinge y Cuevas 2000). Suelos arenosos (Spodosoles), pobres en nutrientes, particularmente N y P, condición que se traduce en la señalada alta esclerofilia de la vegetación y baja concentración de nutrientes foliares (Medina y Cuevas 2011).

**Vegetación asociada.** Especies dominantes en los bosques de caatinga de San Carlos de Río Negro: *Micrandra sprucei*, *Eperua leucantha*, *Micropholis maguirei*, *Caraipa densiflora*, *Hevea* sp, *Pradosia schomburgkiana*, *Macrobium gracile*, *Aldina kunhardtiana*, *Qualea* sp, *Macrobium limbatum* y *Emmotum floribundum* (Dezzeo et al. 2000). Las palmas son elementos importantes en estos bosques, destacan *Oenocarpus baca-*

*ba*, *Oenocarpus bataua*, *Euterpe precatoria*, *Attalea maripa*, *Manicaria saccifera* y diversas especies de *Geonoma*, *Astrocaryum* y *Bactris*. En la caatinga alta de La Esmeralda dominan *Bombacopsis cf. amazonica*, *Caraipa longipedicellata*, *Irianthera cf. elliptica*, *Micrandra siphonioides*, *Eperua obtusata*, *Dendropanax arboreus*, *Hevea pauciflora*, *Neocouma ternstroemiacea*, *Protium aracauchini* y *Protium carolense*. Arbustos comunes: *Myrmidone macrosperma*, *Psychotria eggensis* y *Psychotria humboldtiana*. *Mauritia carana*, *Euterpe* sp, *Oenocarpus bataua* y *Mauritia (Mauritiella) aculeata*. Caatinga baja: *Bombacopsis cf. amazonica*, *Byrsonima wurdackii*, *Caraipa longipedicellata*, *Iryanthera cf. elliptica*, *Eperua obtusata*, *Clusia spathulifolia*, *Hevea pauciflora*, *Macrobium gracile* y *Neea cf. mapourioides*. Arbustos: *Clidemia heteronuera*, *Tococa macrophysca* y *Psychotria hoffmannseggiana*. Es común también especies acuáticas de las familias: Eriocaulaceae, Cyperaceae, Rapateaceae (Figura 11).



**Figura 10.** Caatinga anegada. Foto: O. Herrera.

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES



**Figura 11.** Vegetación acuática: Eriocaulaceae, Cyperaceae y Rapateaceae, en el caño Momoni, cuenca del río Casiquiare: a) vista general; b) detalle. Fotos: F. Rojas-Runjaic.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** alimento (pesca de subsistencia en aguas bajas, cacería, frutos principalmente de palmas), agua, fibras, leña y productos forestales maderables, recursos genéticos, medicinas naturales.

**Regulación:** los bosques inundables contribuyen a la formación del clima regional y subregional (absorción de radiación y evapotranspiración).

**Hábitat y soporte:** funcionan como áreas criadero (reproducción, crecimiento), zonas de migración y descanso, fundamentalmente para la fauna acuática.

### Comentarios

También presente en el Río Negro-Guainía (Amazonas). En los alrededores de San Carlos de Río Negro, Dezzeo *et al.* (2000) describen cuatro tipos de bosques de acuerdo a las especies dominantes: a)

de yévaro (*Eperua purpurea*); b) guaco (*Monopteryx uauacu*); c) mixtos y d) caatinga alta. Solo este último es inundable y por tanto considerado en esta descripción. El número de árboles es de 880 ha<sup>-1</sup>, la mayoría de los individuos con menos de 30 cm DAP. El número de especies por cada 0,6 ha alcanzó los 39 individuos (mayores o iguales a 10 cm de DAP). Coomes y Grubb (1996) encontraron valores de densidad de árboles muy superiores con 1480 individuos ha<sup>-1</sup> en las caatingas de La Esmeralda al pie del Duida, aunque florísticamente, ambas localidades son bastante similares. A pesar de haber sido prospectados de manera intensa desde hace algo más de dos siglos, labor que comenzó con Humboldt y Bonpland (ver Huber y Wurdack 1984), poco se conoce acerca de la composición, estructura, relaciones fitogeográficas, funcionamiento y diferencias florísticas o ecológicas entre los distintos ambientes acuáticos y boscosos de estos ríos.

### Autores

Giuseppe Colonnello y Ángel Fernández

## Bosques estacionalmente inundables, altos y siempre-verdes de las planicies terminales del Guaviare, Vichada, Ventuari y Guayapo



C. A. Lasso

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Guyano- Orinoquense (Orinoquia-Guayanesa): lomas y planicies residuales).

**Subcuencas:** Cuaó, Guayapo, Inírida, Ventuari, Vichada.

**Departamentos Colombia:** Guainía, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas claras (lluvia) o negras.

Ambiente acuático caracterizado por bosques dominados por palmas de los géneros *Mauritiella* (Figura 12), *Euterpe*,

*Oenocarpus* y *Manicaria* y grandes árboles de 30-40 m de alto, con copas densas y globosas, pertenecientes principalmente a las familias Apocynaceae, Fabaceae y Mimosaceae (Huber 1995a). Fisonomía variable de acuerdo a la duración de la inundación. En terrenos permanente-

## HUMEDALES NATURALES

mente anegados, formaciones densas de palmas con dominancia del género *Maurita* o *Mauritiella*, asociadas con especies de *Aspidosperma* (Apocynaceae) y *Ormosia* (Fabaceae), *Chaunochiton loranthoides* (Olacaceae) (ver unidad 17 en Huber 1995b). En igapos estacionales del río Sipapo, bosques de dos estratos emergentes que no sobrepasan los 25 m de altura, con doseles no tan cerrados (Camaripano y Castillo 2003 en: Camaripano y Castillo 2004). Asociados a herbazales y arbustales en suelos de arenas blancas, pobres y ácidos anegadizos (ver unidades 65 y 87). Elevado endemismo vegetal, especialmente en el medio y bajo río Ventuari, bajo Casiquiare, Atabapo y Guainía (Huber 1995a, Rodríguez et al. 2006).

**Vegetación asociada.** Para bosques estacionalmente inundables asociados al río Sipapo, Camaripano y Castillo (2003) reportan 614 especies de espermatofitas: 60% árboles, 12% trepadoras, 12% arbustos y 8% hierbas. Los taxa más representados fueron Rubiaceae con 19 géneros (p. e. *Alibertia bertierifolia*, *Borreria* sp, *Faramea* sp, *Pagamea* spp, *Palicourea* sp, *Posoqueria* sp, *Psychotria* sp, *Rudgea* spp, *Sipanea* sp; Fabaceae con 18 géneros (p. e. *Acosmium nitens*, *Aldina* spp, *Dalbergia* spp, *Machaerium* spp, *Swartzia* spp); Melastomataceae con 13 géneros (p. e. *Bellucia grossularioides*, *Graffenrieda* spp, *Miconia* spp, *Mouriri* spp, *Tococa* spp); Apocynaceae con 16 géneros (p. e. *Aspidosperma* spp., *Couma* spp, *Forsteronia laurifolia*, *Himatanthus* spp) y Clusiaceae



**Figura 12.** *Mauritiella armata*, abundante en la cuenca del río Autana. Foto: G. Colonnello.

## HUMEDALES NATURALES

con 8 géneros (p. e. *Calophyllum brasiliense*, *Caraipa* spp, *Clusia* spp, *Symphonia globulifera*, *Tovomita* spp, *Vismia* spp). Monocotiledóneas: Orchidaceae con 23 géneros (p. e. *Bifrenaria longicornis*, *Brassavola martiana*, *Catasetum* spp, *Dichaea* spp, *Epidendrum* spp, *Maxillaria* spp) y Arecaceae con 10 géneros (p. e. *Astrocaryum* spp, *Attalea* spp, *Bactris* spp, *Euterpe precatoria*, *Iriartella setigera*, *Leopoldinia major*, *Leopoldinia piassaba*). Para el delta del Orinoco-Ventuari, Rodríguez et al. (2006) reportan 347 especies de angiospermas, comunidades leñosas de bosques ribereños, con y sin palmas y comunidades arbustivas y herbáceas; hierbas dominantes: *Schoenocephalum cucullatum*, *Schoenocephalum teretifolium*, *Guacamaya superba*, especies de *Rhynchospora*, *Lagenocarpus* y de *Xyris*, *Schiekia orinocensis*, *Schizaea incurvata* y

varias Eriocaulaceae; arbustos de hojas escleromorfas con tendencia al crecimiento apical en las ramas: *Pachira sordida*, *Humiria balsamifera*, *Tepuianthus savannensis*, varias especies de *Ouratea*, *Terminalia yapacana*, *Hirtella* sp, *Tacca parkeri*, *Archytaea angustifolia*, *Ochthocosmus multiflorus*, *Davilla nitida*, *Lasiadenia ottohuberi* y *Pachyloma pusillum*. Para la confluencia del Orinoco-Ventuari (Figura 13), Rodríguez et al. (op. cit.) citan los siguientes elementos leñosos en los arbustales: *Lagenocarpus sabanensis*, *Aspidosperma pachypterum*, *Parahancornia negroensis*, *Ilex divaricata*, *Marlierea uniflora*, *Sauvagesia linearifolia*, *Comolia leptofila* y *Turnera argentea*, entre otras. Sabanas caracterizadas por *Trachipogon plumosum*, algunas ciperáceas y pequeños arbustos: *Tibouchina spruceana*, *Hibiscus furcatus*, *Melochia arenosa* y *Miconia aplostachya*.



**Figura 13.** Confluencia de los ríos Orinoco-Ventuari. Foto: C. A. Lasso.

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia incluye moluscos y crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza especialmente tortugas, frutos), agua, fibras, leña y productos forestales maderables, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales y productos farmacéuticos. Melnik (1995) en Guevara *et al.* (2009), reporta 131 especies silvestres en bosque anegables y no anegables que son usadas por los indígenas Piaroa de la zona. Según León-Mata *et al.* (2006) los habitantes indígenas y criollos de la zona inundable del Ventuari-Orinoco, usan varias especies para elaborar artefactos y para usos medicinales, destacando especies de los géneros *Campsiandra*, *Euterpe*, *Aspidosperma* y *Leopoldinia* (*L. piassaba*).

**Regulación:** clima local y regional, polinización, erosión, enfermedades, control plagas y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso para la fauna silvestre y acuática, en especial peces, zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares sagrados y especies curativas para las comunidades); valores estéticos y recreativos (ecoturismo, caza y pesca deportiva).

**Comentarios**

Como en otras comunidades alejadas de los centros administrativos estatales y nacionales, los bosques inundables han sido prospectados florísticamente solo a lo largo de ríos y caños. Existe un gran vacío de información florística, estructura, dinámica y ecología poblacional, en los ambientes interiores. Gran potencial ecoturístico basado en el paisaje, la pesca deportiva (especialmente del pavón *Cichla* spp) y ornamental. Para mayor información del área de confluencia Orinoco-Ventuari ver Lasso *et al.* (2006).

**Bosques ribereños siempreverdes e inundables de los ríos Orinoco, Ventuari y Atabapo**

C. A. Lasso

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales).

**Subcuencas:** Atabapo, Casiquiare, Ventuari.

**Departamentos Colombia:** Guainía.

**Estados Venezuela:** Amazonas.

**Descripción**

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas claras, blancas o negras.

Ambiente acuático caracterizado por la presencia de bosques estacionalmente saturados de agua y temporalmente anegados. Ubicados en el tramo superior del río Orinoco, todo el curso del río Ventuari y el

Casiquiare superior. También en los tramos terminales de los afluentes menores de estos ríos como el Atabapo (Unidad 18 en Huber 1995b). Los suelos son de tipo arenoso (Spodosoles).

**Vegetación asociada.** Bosques siempreverdes, altos y densos, con sotobosque escaso (Huber 1995a), debido a la dinámi-

**Autores**

Giuseppe Colonnello y Ángel Fernández

## HUMEDALES NATURALES

ca de las aguas de inundación (Figura 14). Florísticamente diversos. Árboles como: *Campsiandra gomez-alvareziana*, *Pterocarpus amazonica*, *Parkia discolor*, *Ceiba pentandra*, *Buchenavia tetrphylla*, *Leonia cymosa*, *Myrciaria dubia*, *Elizabetha princeps*, *Tachygali* spp, *Calycolpus calophyllus*, *Heterostemon mimosoides* y *Gustavia hexapetala*. La forma de vida lianiforme es abundante y diversa: *Combretum llewelynii*, *Connarus ruber*, *Strychnos panurensis*, *Dalbergia riedelii*, *Dioclea malacocarpa*, varias especies de *Arrabidaea* y *Memora* y diversas bignoniáceas. Epífitas escasas, destacan orquideas y bromeliáceas; palmas: *Iriarteia setigera*, *Euterpe caatinga*, *Attalea maripa* y varias especies de *Astrocaryum*. Hierbas gigantes de hasta 6 m de alto representadas por *Phenakospermum guyannensis* formando colonias densas favorecidas por su sistema

de reproducción vegetativa rizomatoso. En estas comunidades particulares prosperan *Ischnosiphon arouma*, marantáceas, helechos de los géneros *Adiantum*, *Lindsaea* y *Thelypteris*, con *Calyptrocarya glomerulata* y *Diplasia karatifolia* entre las ciperáceas. En los afluentes del río Ventuari, a la altura de su confluencia con el Orinoco, Rodríguez *et al.* (2006) describen bosques ribereños medios y bajos en caños de diferentes características tanto de sus aguas como de sus suelos. Las aguas son claras a negras, ácidas (pH 3,95-5,25). Por ejemplo en el caño Tigre, de aguas color verdoso claras, el bosque es medio (10-12 m de altura) con emergentes (15-20 m), dominado por *Aldina latifolia*, *Eschweilera tenuifolia*, *Campsiandra emonensis* y *Clusia candelabrum*, entre otras especies. En el caño y laguna Chipiro, un afluente menor del río Ven-



**Figura 14.** Bosque inundable de caño Mayara, afluente del río Ventuari. Foto: F. Rojas-Runjaic.

## HUMEDALES NATURALES

tuari, también de aguas claras y verdes, el bosque ribereño es alto y denso (25 m de altura con emergentes a 30 m); las especies arbóreas más importantes son *Swartzia argentea*, *Molungum laxum*, *Licania apetala*, *Leopoldinia pulchra* y *Ocotea sanariapensis*, entre otras. Entre las lianas hay varias bignoniáceas y *Heteropteris orinocensis*, *Strychnos rondeletioides* y *Orthomene shomburgkii*. En afluentes del río Orinoco, algunas de las comunidades descritas son el caño Macurucu, de aguas oscuras con un bosque bajo y ralo (7 m de altura) en una de sus riberas, y un bosque medio (12-15 m) y denso en la otra. Especies dominantes: *Aldina latifolia*, *Macrolobium acaciifolium*, *Tachigali odoratissima*, *Campsiandra nutans*, *Licania heteromorpha* y *Pouteria elegans*. Hay comunidades más bajas aún, como en el caño Moyo, donde los árboles no sobrepasan los 4 m de alto; especies dominantes: *Amanoa almerindae*, *Marlierea spruceana*, *Terminalia virens*, *Stachyarrena reticulata*, *Henriquezia nitida*, *Vochysia catingae*, *Acosmium nitens* y *Macairea stylosa*. Aymard *et al.* (1998) reportaron para el cauce principal del río o brazo Casiquiare, un gradiente que va desde bosques inundados hasta bosques de tierra firme, pasando por los bosques de transición entre estos dos tipos boscosos, en un interesante mosaico florístico y estructural, con especies diferenciadoras de cada tipo de hábitat.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia, pesca artesanal, carne de monte-caza donde las tortugas son muy importantes, frutos), pesca ornamental, agua, fibras, leña y productos forestales maderables, medicinas naturales, recursos genéticos. Según León-Mata *et al.* (2006), en la zona inundable del Ventuari-Orinoco, se han identificado cerca de una docena de plantas usadas

para elaborar utensilios, infraestructura, artesanías y para usos medicinales. Destacan especies de los géneros *Campsiandra*, *Euterpe*, *Aspidosperma* y *Leopoldinia* (*L. piassaba*). Existe agricultura de subsistencia (yuca, *Manihot esculenta*), plátanos (*Musa* sp), piña (*Ananas comosus*), ocumo (*Colocassia* sp), caña de azúcar (*Saccharum officinale*), ají (*Capsicum* sp) y maíz (*Zea mays*), entre otros.

**Regulación:** dinámica de las aguas de inundación hacia las áreas laterales deprimidas, control del flujo de energía, materiales bióticos y abióticos (Junk *et al.* 1989).

**Hábitat y soporte:** corredores ecológicos para gran parte de la fauna y flora amazónicas, áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso para la fauna silvestre y acuática, zonas de migración.

**Culturales:** algunas especies vegetales son de valor espiritual, religioso y medicinal para las comunidades autóctonas; los valores estéticos y recreativos de estos ecosistemas son importantes para el ecoturismo, la caza y la pesca deportiva.

### Comentarios

Históricamente las poblaciones humanas, tanto indígenas como colonizadores criollos, de esta amplia región, se han establecido en los terrenos altos aledaños a los cursos de agua y han utilizado los albardones como área de provisión de materiales de construcción y de alimentos (recolección, cultivos y cacería). Dada su diversidad biológica, los bosques ribereños de la región tienen un alto potencial para la obtención de productos bioquímicos y farmacéuticos a partir del conocimiento ancestral de una gran variedad de plantas. La captura de pavones (*Cichla* spp) por parte de mineros e indígenas (inclusive por algunos que llegan

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

sin supervisión alguna), mediante el uso de barbasco y chinchorros, pueden menguar el

recurso si no se usan medidas conservacionistas (Montaña *et al.* 2006).

**Autores**

Ángel Fernández y Giuseppe Colonnello



Bosques ribereños del río Atabapo. Foto: M. A. Morales-Betancourt.

## Bosques y matorrales de pantano del delta del Orinoco



A. Meyer

**País:** Venezuela.

**Región:** Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Delta (caño Mánamo, caño Macareo y río Grande).

**Estados Venezuela:** Delta Amacuro, Monagas.

**Descripción**

Sistema palustre. Léntico. Permanente o temporal. Aguas claras (lluvia) o negras. Excepcionalmente pueden recibir aportes alóctonos de aguas blancas que se transforman por procesos físico-químicos subsiguientes.

Ambiente acuático caracterizado por la presencia de bosques y matorrales (herbazales

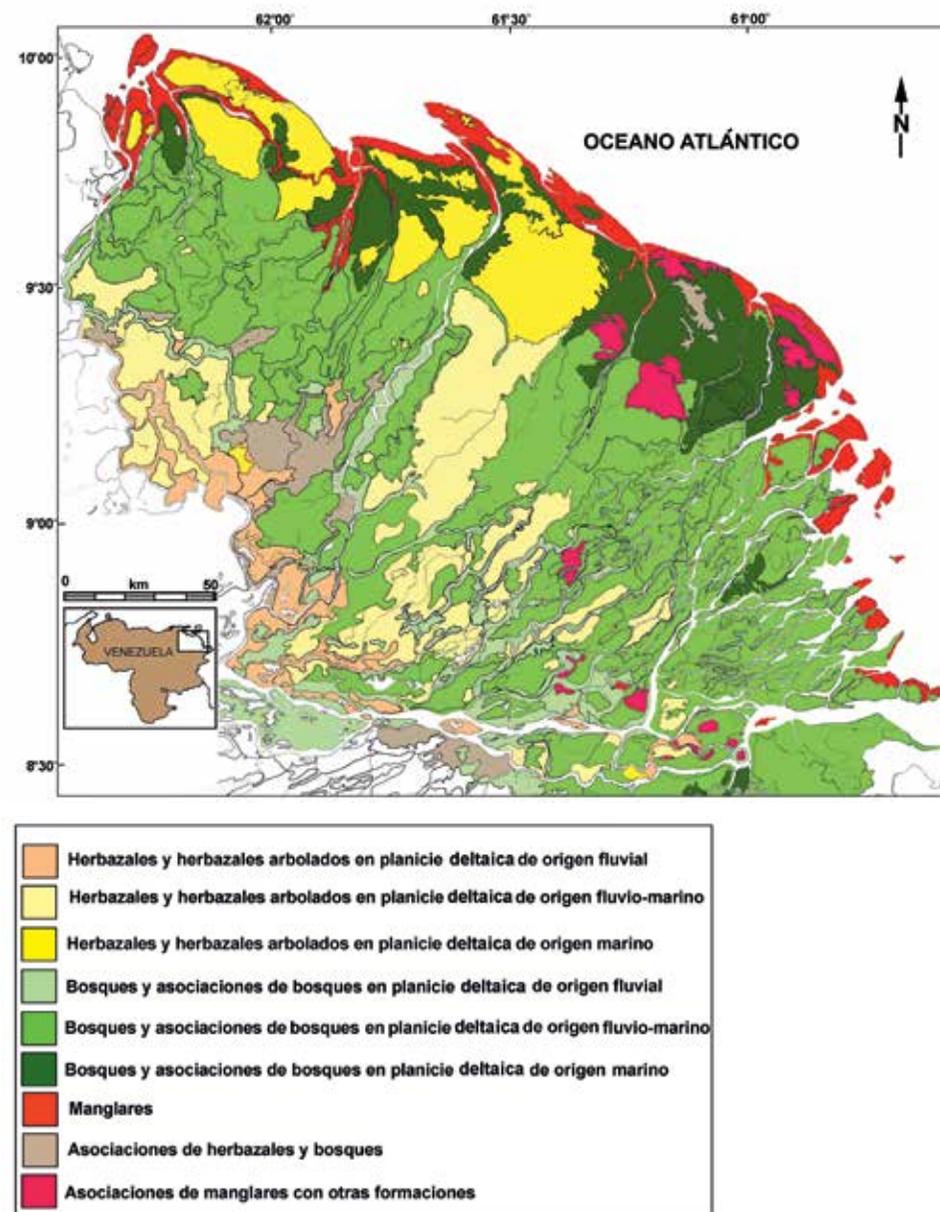
cuando dichos ambientes son alterados), permanentemente saturados y temporalmente cubiertos por una lámina de agua. Ubicados principalmente en el Delta medio e inferior del Orinoco (Figura 15). Bosques: comunidades leñosas de hasta 25 m de altura, comúnmente más bajas; estructura y composición florística variable, entre 1-3 estratos. Matorrales: formaciones de tallos muy ramificados cerca de la base y menores

de 6 m de altura. De acuerdo al sustrato se han dividido en: a) bosques y matorrales de pantano, sobre planicies cenagosas (sustratos aluviales con un horizonte superior orgánico) y b) bosques y matorrales de pantano, sobre planicies de turba (sustratos orgánicos que yacen sobre arcillas marinas). Las planicies cenagosas se ubican a continuación del albardón de orilla, donde se ha depositado cierta proporción de materia orgánica sobre los materiales aluviales. En el Delta superior pueden ocupar áreas extensas. Sin embargo, en el Delta medio, dada la poca diferencia de nivel entre los diques de orilla y las cubetas, son menos obvios y casi inexistentes en el Delta inferior. Los bosques y matorrales de pantano sobre planicies de turba, por el contrario, se localizan en el Delta inferior, aunque es posible encontrarlos en superficies más reducidas, depresiones del Delta superior y medio, donde la capa de materia orgánica es más profunda, está poco descompuesta y se acumula la elevada acidez, oligotrofia y anoxia de los sustratos. Estas condiciones, seleccionan especies con adaptaciones tales como escleromorfismo en las hojas, lenticelas en los tallos y raíces adventicias. La riqueza de especies en las comunidades del Delta es baja y en general, sigue el gradiente: bosques de albardón-bosques sobre planicies cenagosas-bosques sobre planos de turba (Ambioconsult 2004, González-Boscán 1999, 2011).

**Vegetación asociada.** Bosques de pantano en las planicies cenagosas del Delta medio e inferior: bosque medio en altura y medio en cobertura de *Erythrina fusca*, *Guarea guidonia*, *Sapium glandulosum*, *Cecropia peltata* y de la palma *Mauritia flexuosa*; bosque medio denso siempreverde de *Macrobium acaciifolium* interrumpido por un estrato emergente y discontinuo de *Mauritia flexuosa*; bosque medio

denso semi-siempreverde de *Macrobium acaciifolium* y *Erythrina fusca* con un estrato emergente y discontinuo de *M. flexuosa*; bosque alto medio de *Symphonia globulifera* y *Pterocarpus officinalis*, asociados a suelos minerales con una pequeña capa de turba en superficie; y bosques medios densos presentes tanto en suelos minerales como orgánicos dominados por *Pterocarpus officinalis* y *Symphonia globulifera*. Sobre estos sustratos, en el Delta superior, se han descrito además algunos matorrales, medios densos, dominados por *Erythrina fusca* y *Montrichardia arborescens*, y otros por *Macrobium acaciifolium* y *Symmeria paniculata*.

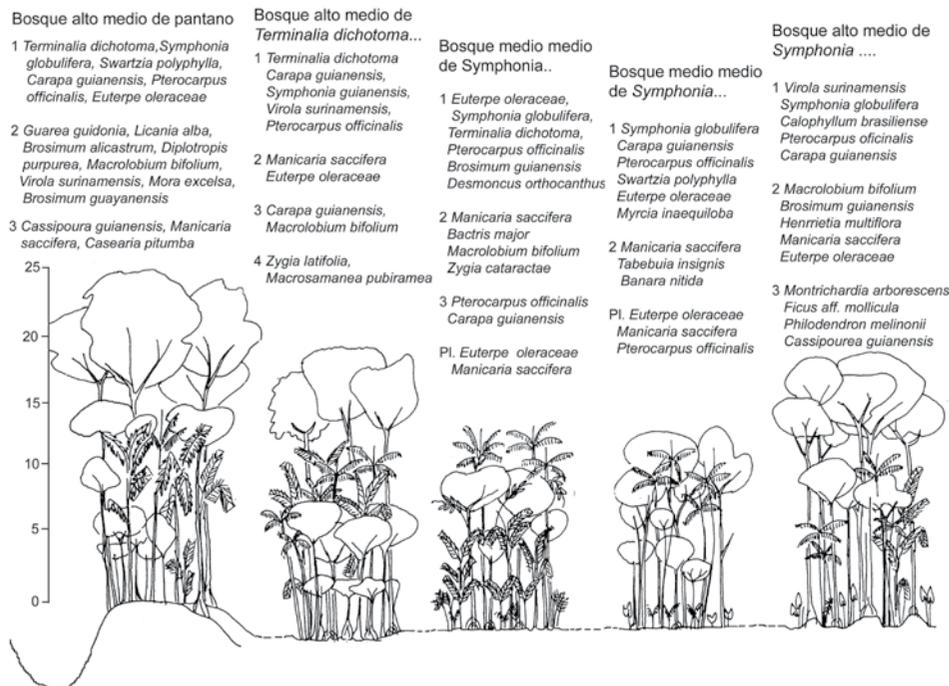
En las planicies de turba, la abundancia de *Tabebuia insignis* var. *monophylla*, *M. flexuosa*, *Euterpe precatória* y *Bactris campestris*, permite identificar este tipo de comunidades leñosas sobre suelos orgánicos. En el Delta medio se reconocen tres tipos de bosque de pantano: bosque medio denso de *Symphonia globulifera*, *Pterocarpus officinalis* y *M. flexuosa*; bosque medio denso de *Symphonia globulifera* y *Pterocarpus officinalis* con un estrato emergente de *Euterpe precatória*; bosque medio denso siempreverde de *Crataeva tapia* y *Quadrella odoratissima* y bosque medio denso siempre verde de *Sapium glandulosum* y *Spondias mombin*, asociados a diapiros (volcanes de barro), que cuentan con un mejor drenaje. Por otra parte, los matorrales más representativos sobre turbas, son aquellos de *Chrysobalanus icaco*, que típicamente no



**Figura 15.** Distribución de los herbazales y bosques del delta del Orinoco. La planicie deltaica de origen fluvio-marino se corresponde, en un sentido amplio con las planicies cenagosas, las de origen marino y con las planicies de turba. Adaptado de CVG-Tecmín (1991).

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES



**Figura 16.** Perfil de la vegetación asociada al caño Janeida, afluente del caño Araguao. Los números indican el estrato correspondiente en cada tipo de vegetación. Datos florísticos y estructurales, tomados de Ambioconsult (2004).

sobrepasan los 6 m de altura, sin embargo condiciones particulares de menor salinidad por ejemplo, permiten en algunos sectores, un mayor desarrollo en altura (hasta 12 m de altura) y mayor diversidad florística y estructural (González-Boscán 1999, 2011, Colonnello 2001).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento (pesca de subsistencia incluyendo moluscos y crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos), agua, fibras, leña y productos forestales maderables (*Euterpe oleracea*, *Mauritia flexuosa*, *Manicaria saccifera*), construcción de embarcaciones (cachicamo rojo, *Calophyllum lucidum*

= *C. brasiliense*) (Ayala-Wilbert y Wilbert 2012), plantaciones de palmito (*Euterpe oleracea*), recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales y productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local y regional, polinización, erosión, enfermedades, control plagas y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso para la fauna silvestre y acuática, zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares sagrados y especies medicinales para las comunidades indígenas *Euterpe*



**Figura 17.** a) *Pterocarpus officinalis* (san-grito) en el bosque de pantano del caño Winiquina; b) construcción de una curiara con el tronco de *Calophyllum brasiliense* (cachicamo) en el Delta del Orinoco; c) uso de las hojas de *Manicaria saccifera* para el techado de los palafitos Warao en el delta del Orinoco. Fotos: A. Meyer.

*oleracea*, *Mauritia flexuosa*, *Costus scaber*, *Pterocarpus officinalis*, *Virola surinamensis* (Wilbert 1996, 2001); valores estéticos y recreativos (ecoturismo, caza y pesca deportiva).

En la figura 17 se muestran algunas de las especies vegetales representativas de este tipo de humedal y sus usos.

**Comentarios**

Cubren una amplia porción del área deltaña, con unos 10'300.000 ha, excluyendo

asociaciones de boques con formaciones herbáceas (Canales 1985, CVG-Tecmin 1991). Los bosque de pantano incluidos en la "Fachada Atlántica" muestran una alta vulnerabilidad frente a las amenazas antrópicas. Sin embargo, cerca de 333.000 ha que se incluyen, se encuentran en "buena" condición de conservación (Klein y Cárdenas 2009). En 1991 se decretó la Reserva de Biósfera Delta del Orinoco, que incluyó 5.800 ha de bosques de pantano y asociaciones parciales con otras comunidades (Ambioconsult 2004).

**Autor**  
Giuseppe Colonnello

## Boyales



F. Rojas-Runjaic

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: planicies residuales).

**Subcuencas:** Atabapo, Casiquiare, Inírida.

**Departamentos Colombia:** Guainía, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas.

### Descripción

Sistema fluvial. Lótico. Permanente. Aguas negras.

Ambiente acuático caracterizado por la presencia de formaciones boscoso-arbustivas riparias, endémicas de las penillanuras del Casiquiare-Atabapo, bajo Inírida y parte del corredor del medio río Orinoco, entre los ríos Inírida y Vichada. Constituyen un gran rebalse de aguas negras en zonas totalmen-

te planas durante 6 a 8 meses del año, ocupando una amplia zona de transición entre la Amazonia y la Orinoquia permanentemente inundada (Fandiño-Lozano y van Wyngaarden 2005). Este ambiente inundable de bosque bajo o arbustal abierto, está dominado por especies de los géneros *Malouetia*, *Molongum* y *Gutteria*, de troncos finos y hojas agrupadas estrechamente en lo alto de las copas, que dan a estos ambientes su apariencia particular. Estructura

de bosque medio a ralos en densidad y bajo a medio en altura (4 a 9 m de altura de copas) a veces menores hasta considerarse un arbustal inundado. Estas diferencias entre alturas y coberturas están determinadas por el nivel del agua y reflejan el microrelieve, que aunque sumergido, presenta bancos, diques y diferentes niveles de erosión. Están presentes bajo ciertas condiciones de acidez (3,6 promedio) (Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez 2001a), conductividad de 6 - 11  $\mu\text{S}$  y compuestos nitrogenados ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ), iguales a 0 (<http://wildfishaquarium.com/venezuela-en-busca-del-pterophyllum-altum/>).

**Vegetación asociada.** Árboles y arbustos dominantes: *Molongum laxum*, *Malouetia glandulifera*, *Malouetia grandiflora*, *Malouetia tamaquarina* y *Gutteria heteropetala* (*Heteropetalum brasiliense*) especies leñosas acompañantes: *Pachira nitida*, *Micrandra spruceana* y *Swartzia* sp (Avendaño y Castillo 2006). Detrás de esta franja boscosa ocurre un continuo en el que el dosel del bosque pierde altura si la posición geomorfológica es deprimida o por el contrario gana altura y densidad, sobre diques o bancos antiguos del río relativamente más elevados.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, maderas livianas para artesanías, pesca ornamental, alimento.

**Regulación:** de inundaciones de terrenos aledaños, flujo de energía, biomasa, sedimentos, nutrientes, dispersión de animales y plantas en la región.

**Hábitat y soporte:** áreas de criadero (reproducción, crecimiento) y descanso para la fauna silvestre y acuática, zonas de migración.

**Culturales:** las maderas conocidas como boya, boya blanca, palo de boya, palo de boya blanco y molongó, constituyen la materia prima de artesanos cuyos productos identifican a esta región y a sus pobladores, quienes las comercian en Caracas y Bogotá.

### Comentarios

Por la baja densidad de su madera, la especie dominante se conoce localmente como palo de boya, y como boyales a la formación vegetal a que dan lugar (Huber y Riina 1997, Huber 1995b). Estas comunidades están enmarcadas en una región de alto endemismo vegetal (Cárdenas *et al.* 2009), ocupan parte de las áreas priorizadas para la conservación y uso sostenible “Estrella fluvial de Inírida”, parte baja de la “cuenca de los ríos Tomo y Vichada” y en la mitad meridional del “corredor Medio Orinoco” (Fernández *et al.* 2010), debido a la riqueza de especies, a la presencia y valor de uso de especies amenazadas y al alto endemismo. La pesca comercial de peces ornamentales es importante en la región. La pesca deportiva y el turismo de aventura no es muy común.

### Autores

Ángel Fernández, Reina Gonto y Giuseppe Colonnello

## Bucarales



F. Trujillo

**Otros nombres:** bosques inundables de *Erythrina fusca*.

**País:** Colombia.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos).

**Subcuencas:** Arauca, Meta.

**Departamentos:** Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas blancas y claras.

Ambientes inundables, poco profundos, permanecen inundados la mayor parte del año y la profundidad del agua puede ser desde unos pocos centímetros hasta 1,5 metros. El bosque presenta dos estratos, el superior dominado por *Erythrina fusca* y el inferior, con hierbas acuáticas enraizadas.

Estos árboles crecen en las vegas inundables de los ríos. Pueden alcanzar los nueve metros de altura.

**Vegetación asociada.** Hierbas acuáticas de varias familias.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, alimento (pesca subsistencia, carne de monte-caza, frutos),

fibras, leña y productos forestales maderables, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local y regional, polinización.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento), descanso de fauna silvestre y acuática, zonas de migración, áreas de alimentación.

**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo y caza deportiva).

### Comentarios

Este tipo de bosque inundable es frecuente en la cuenca del río Meta, en especial en los ríos Casanare (Ariporo), Cusiana, Upiá y Cravo Sur.

### Autores

Fernando Trujillo, Clara Caro-Caro y José S. Usma



Bucaral en la cuenca del río Bitá. Foto: F. Trujillo

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

## Cañabravales



C. Caro-Caro



**Figura 18.** *Gynerium sagittatum* (cañabrava), río Orotoy. Foto: C. Caro-Caro.

**País:** Colombia.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales).

**Subcuencas:** Arauca, Guaviare, Meta, Vichada.

**Departamentos:** Arauca, Guainía, Guaviare, Vichada.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico o lótico. Temporal o permanente. Aguas blancas y claras.

Los cañabravales se establecen en ambientes acuáticos de tamaño y forma variable, en cubetas tipo lagunas, esteros, etc. y en sistemas lóticos como caños y grandes ríos, e incluso en lugares construidos por el hombre (diques). La comunidad vegetal de estos humedales está dominada por la caña brava (*Gynerium sagittatum*) (Figura 18), que se desarrolla en las orillas de zonas de inundación estacional. Estas plantas

que pertenecen a la familia Poaceae, tienen tallos rectos y verticales, que alcanzan los cinco metros de altura, con hojas en forma de abanico.

**Vegetación asociada.** Otras plantas presentes en este ambiente incluyen fundamentalmente a *Guazuma ulmifolia*, *Heliconia americana* y *Cecropia peltata*.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, alimento (pesca subsistencia, carne de monte-caza, frutos), fibras

(los indígenas aprovechan los tallos una vez secos, para elaborar flechas y varas para los arpones que usan en la pesca, Lasso obs. pers.), recursos genéticos, productos bioquímicos, productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local, polinización.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso de fauna silvestre y acuática, zonas de migración, áreas de alimentación.

**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo y caza deportiva).

### Comentarios

Los cañabravales son más comunes en las orillas de los grandes cursos de aguas blancas. Se han observado en la cuenca del río Meta, en especial en los ríos Casanare (Aripuro), Cusiana, Upía y Cravo Sur.

### Autores

Fernando Trujillo, Clara Caro-Caro, Carlos A. Lasso y José S. Usma

## Caños



F. Trujillo

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Arauca, Alto Orinoco, Atabapo, Apure, Aris, Bitá, Caroní, Capanaparo, Cataniapo, Caura, Cuchivero, Delta, Guaviare, Inírida, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Pao, Parguaza, Suapure, Sipapo, Tomo, Ventuari, Vichada, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo.

### Descripción

Sistema fluvial y palustre. Lótico. Permanente o temporal. Aguas blancas, claras o negras.

Ambiente de agua corriente de dimensión y profundidad variable, en las planicies siempre de menor jerarquía que el río y de

curso meándrico (Rial 2004). Antelo *et al.* (2008) lo definen como un curso de agua característico de grandes planicies, cuyo caudal estacional canaliza las aguas de desborde de ríos y lagunas. Nace generalmente en zonas de sabana. Puede ser afluente o efluente de lagunas u otros cuerpos de agua de carácter léntico o lótico e interconectar

lagunas y caños de mayor porte en las planicies inundables por desborde fluvial y/o pluvial (Figura 19). Conducen agua en el periodo de lluvias (aguas altas) y pierden esta capacidad en la época seca (aguas bajas), en concordancia con la disminución de caudal de los ríos principales o caños a los que afluyen, por lo cual son considerados caños funcionales (Ayarzagüena 1983). En algunas regiones de los llanos están prácticamente colmatados y no conducen agua en la época de lluvias, además debido a la construcción de tapas y diques a lo largo de su curso, no fluye en ellos el agua en forma continua, por lo cual son considerados en este caso como inactivos (Ayarzagüena 1983, Lasso 2004) y funcionan ecológicamente como lagunas. Algunos caños tienen su origen en las “madreviejas” antiguas que pueden interconectar (durante las lluvias), partes nuevas del canal principal o interconectar dos ríos entre sí. (p. e. caño Falcón). (Mago-Leccia 1970, Machado-Allison 2005) (ver ficha de “madreviejas”). En el delta del Orinoco, pueden servir de conexión entre distributarios y tener, cuando se hallan influenciados por las mareas, flujo bidireccional (p. e. caño Tortuga).

**Vegetación asociada.** En la Guayana y el Delta, bosque de galería, plantas acuáticas en islas flotantes (van Duzer 2004), comunidades marginales y sumergidas. Llanos inundables y altillanura: bosque de galería inundable o no inundable; en las planicies de desborde: bosque de rebalse y herbazales; en el Delta: bosques de marea, herbazales y palmares de pantano. Plantas acuáticas: *Azolla filiculoides*, *Ceratopteris pteridoides*, *Ceratopteris richardii*, *Echinodorus* spp, *Pistia stratiotes*, *Cyperus* spp, *Echinochloa* spp, *Coccoloba obtusifolia*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Paspalum fasciculatum* (Rial 2009).

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia incluye moluscos y crustáceos, pesca artesanal, pesca comercial, carne de monte-caza, frutos), pesca ornamental, fibras, leña y productos forestales maderables, agrícola (bancos utilizados para siembras temporales y rápidas como maíz, frijol y patilla o sandía, entre otros), recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos y agua.

**Regulación:** clima local y regional, erosión, enfermedades, control plagas, polinización y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso, zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas para las comunidades indígenas); valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva).

### Comentarios

El uso del término “caño” en la Orinoquia tiene su origen en la época colonial cuando los primeros españoles que llegaron a los Llanos trajeron dicho nombre en analogía a los caños de las marismas del sur de España. La Real Academia de la Lengua Española lo describe para Venezuela como “curso de agua irregular y lento, sin ribera arenosa, por el que desagúan los ríos y lagunas de las tierras bajas”. En la actualidad se emplea este término en casi toda la Orinoquia, en ocasiones, como sinónimo de ríos de porte mediano y pequeño (orden intermedio) de la red hidrográfica. En los Llanos apureños se denominan “cañitos” a los caños de menor importancia, sin bosque de galería



**Figura 19.** a) Caño Piragua (aguas claras), afluyente del río Orinoco; b) caño la Pastora (aguas blancas), Arauca; c) Chorrobocon (aguas negras), afluyente del Inírida; d) caño de desagüe de laguna, río Guaviare. Foto: C. A. Lasso (a, c, d), L. Ortíz (b).

asociado y que conducen agua únicamente durante el periodo de máxima inundación. El conocido Caño Casiquiare o brazo Casiquiarees en realidad, un río de gran porte que no drena en el sistema fluvial del Ori-

noco, mientras que los caños en el Alto Orinoco (desde las fuentes o nacimiento hasta la bifurcación del Casiquiare), drena solo parcialmente en el Orinoco, el resto en la cuenca amazónica (Huber com. pers.).

#### Autores

Carlos A. Lasso, Anabel Rial, Rafael Antelo, Antonio Machado-Allison y Giuseppe Colonnello

## Charcos temporales en afloramientos rocosos del Escudo Guayanés



C. A. Lasso

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales).

**Subcuencas.** Alto Orinoco (en parte), Atabapo, Bitá, Caroní, Casiquiare, Cataniapo, Caura, Delta, Inírida, Sipapo, Tomo, Ventuari, Vichada.

**Departamentos Colombia.** Guainía, Guaviare, Vichada.

**Estados Venezuela.** Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro (en parte).

#### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Permanente. Aguas claras (lluvias), ocasionalmente negras.

Pequeños humedales de tamaño y forma variable, formados en las cubetas, o queda-

des y canales de disolución presentes en los grandes afloramientos rocosos o lajas del Escudo Guayanés (Figura 20). Se encuentran inmersos en las lajas rocosas de las sabanas arenosas o en la orilla de los ríos del Escudo y se originan por la acumulación de agua de lluvia y material orgánico en dichas

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES

depresiones sobre substratos de arenisca o granitos. Por lo general son de aguas claras (de lluvias), pero también pueden ser de aguas negras cuando hay ácidos húmicos en disolución. Por lo general, de poca profundidad (hasta 20 cm), temporales; fondos arenosos o rocosos, con acumulación de una capa fina de materia orgánica; oligotróficos (C= 3 a 21 microsiemen/cm; TDS=1 a 12 ppm); pH neutro o ligeramente superior ( $\bar{X}=7,7$ ), salvo en aguas negras que es mucho más ácido; sometidos a fuerte exposición solar (34,6 a 37,7 °C).

**Vegetación asociada.** Incluye especies acuáticas temporales y otras terrestres

que aprovechan la humedad y el suelo formado en estas oquedades: Lentibulariaceae (*Utricularia* spp); Convolvulaceae (*Ipomoea* sp); Alistamaceae; Eriocaulaceae, Apocynaceae, Bromeliaceae (*Pitcairnia* sp, *Mandevilla* sp); Velloziaceae (*Vellozia tubiflora*), Scrophulariaceae (*Bacopa* sp); Poaceae (*Trichanthecium petrense*); Cyperaceae (*Bulbostylis leucostachya*, *Rhynchospora* sp); Portulacaceae (*Portulaca* sp).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento para algunas aves pequeñas y otros invertebrados acuáticos y terrestres, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos y agua para la fauna local.

**Regulación:** clima local.

**Hábitat y soporte:** para especies pequeñas de vertebrados (aves, anfibios, reptiles y peces anuales-Rivulidae) e invertebrados.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas para las comunidades indígenas); valores estéticos y recreativos (ecoturismo).

**Autores**

Carlos A. Lasso, Mónica A. Morales-Betancourt, Giuseppe Colonnello, Ángel Fernández, José Grande



**Figura 20.** Charcos temporales: a) Guayana venezolana; Guayana colombiana, RN-Bojonawi; b) charco de pequeño tamaño con una sola especie de macrófita, c) charco de mayor tamaño con una comunidad de macrófitas más desarrollada, d) en época seca. Fotos: I. Mikolji (a), M. A. Morales-Betancourt (b, c), C. A. Lasso (d).



Charco temporal en la RN-Bojonawi. Foto: M. A. Morales-Betancourt

## Chigüirales o gramalotales



M. A. Morales-B.

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas.** Alto Orinoco, Apure, Arauca, Atabapo, Bitá, Capanaparo, Caroní, Cataniapo, Caura, Cuchivero, delta del Orinoco, Guaviare, Inírida, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Pao, Parguaza, Suapure, Sipapo, Tomo, Ventuari, Vichada, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo.

### Descripción

Sistema fluvial y palustre. Lótico o léntico. Temporal o permanente. Aguas blancas y claras, ocasionalmente negras.

Ambiente acuático que se forma a lo largo de planicies aluviales y vegas, zonas

de inundación (lagunas), en pequeñas cubetas o depresiones del terreno y cauces de cursos de agua (orillas), de fondos arcillosos y de profundidad variable. Se define por la presencia y dominio de la paja chigüira (Colombia) o gramalote (Venezuela) (Figura 21), *Paspalum*

spp (*P. fasciculatum*, *P. repens*). Estas gramíneas forman grandes extensiones en ocasiones como masas flotantes -incluso derivantes- que cuando se encuentran bien desarrolladas, pueden alcanzar hasta seis metros de altura. *Paspalum fasciculatum* forma colonias llamadas gramalotales, con gran adaptación para crecer en suelos mal drenados, anegadizos y eutróficos a causa del desbordamiento de ríos; *Paspalum repens* es más común en riberas o zonas temporalmente inundables, incluyendo caños, esteros, lagunas (Rial 2009).

**Vegetación asociada.** Diferentes ecofasas de varias especies (flotantes, emergentes, arraigadas, etc.), dependiendo el tipo de hábitat y época del año: *Ricciocarpus natans*, *Azolla filiculoides*, *Marsilea* spp, *Ceratopteris pteridoides*, *Salvinia* spp, *Sagitaria* spp,

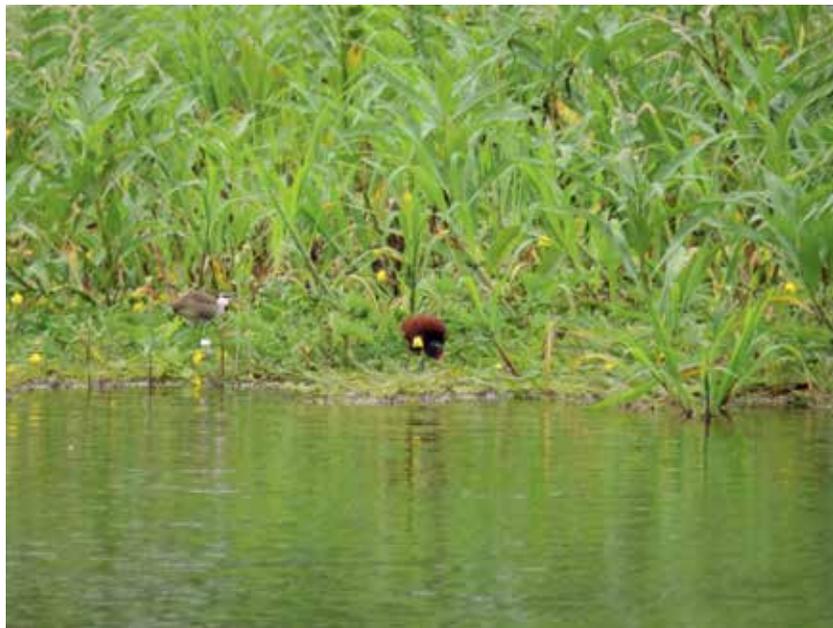
*Pistia stratiotes*, *Limnobium laevigatum*, *Landoltia punctata*, *Lemna* spp y *Eichhornia* spp.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, alimento (pesca subsistencia incluye moluscos y crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza), pesca ornamental, fibras, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos. *Paspalum fasciculatum* es sometida a quema en los llanos venezolanos a principios de la sequía para producir retoños, pues a pesar de su verdor es poco palatable para el ganado y chigüiros (Rial 2009). Según Ramia (1974) esta especie es el principal recurso forrajero durante la época seca. *Paspalum repens* es también medicinal y un alimento potencial para chi-



**Figura 21.** *Paspalum* sp. Foto: C. A. Lasso.



**Figura 22.** Aves alimentándose sobre *Paspalum* sp. Foto: M. A. Morales-Betancourt.

güiros, peces, caballos, aves e insectos (Rial 2009). Ambas especies son fundamentales en la dieta del manatí (*Trichechus manatus*, Lasso obs. pers.).

**Regulación:** clima local y regional, sobre todo erosión, control de plagas, riesgos naturales y enfermedades, polinización.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) de la fauna acuática,

especialmente los peces que usan las raíces como refugio durante la deriva en los grandes ríos, descanso de fauna silvestre, áreas de desove, cría y alimentación de especies de importancia pesquera, zonas de migración (Figura 22).

**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo, caza y pesca deportiva).

#### Autores

Carlos A. Lasso, Mónica A. Morales-Betancourt, Fernando Trujillo, Clara Caro-Caro y José S. Usma

## Chuscales



D. Jiménez

**País:** Colombia.

**Región:** Andino-Orinoquense (Orinoquia Andina: páramo bajo y medio).

**Subcuencas:** Arauca, Guaviare, Meta.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Santander.

#### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Permanente. Aguas claras.

Ambiente acuático de alta montaña asociado a formaciones vegetales dominadas por el género *Chusquea* (Poaceae). Frecuentemente asociados a diferentes cuerpos de agua (Insuasty-Torres *et al.* 2011) o escorrentías. En orillas de quebradas, lagunas, zonas anegadas, suelos turbosos

y mal drenados. También se localizan en los llamados “depósitos recientes” que forman una capa de 2 a 3 m, desarrollados por la acumulación de materiales marginales transportados por las aguas. Según Cleef (2013) los chusques o bambusoides son propios del páramo bajo y medio, pero a lo largo de las quebradas pueden alcanzar el superpáramo bajo o inferior correspondiente a alturas superiores a 3.900 +/- 100 m s.n.m.

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

**Vegetación asociada.** Sitios húmedos hasta pantanosos, generalmente alrededor de lagunas y charcas (3.300-4.000 m s.n.m.): *Chusquea tessellata* (bambú paramuno) (Rangel-Ch. 1999), *Chusquea spencei* y *Chusquea angustifolia*; musgos: *Sphagnum magellanicum* y *Breutelia karsteniana* (Rangel-Ch. 1999, 2000). Páramos a 2.700-3.500 m s.n.m.: *Chusquea angustifolia* (Ohrnberger 1999), en asociaciones con la paja de ratón (*Calamagrostis* sp) y frailejón (*Espeletia* sp), en cuyas depresiones se localizan las formaciones de chuscales (Meneses *et al.* 2006).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** fibras, uso artesanal, recursos genéticos.

**Regulación:** regulación hídrica.

**Culturales:** valores estéticos.

**Comentarios**

A continuación se señala su presencia en diferentes localidades. Meta: microcuencas de los ríos Pisbano, Tocaría, Cañaverales, Santa Rosa, quebradas Las Lajas, Buitre, Arvejal, Encomendero y el Páramo de Andabobos y Bijagual. Casanare: laguna La Guerra y Páramo El Chusque. Guaviare: quebrada Santa Teresa y cerca de las lagunas La Sorbedera y La Guitarra. Arauca: Nevado del Guicán y Laguna Grande de los Verdes (complejo de Páramos Sierra Nevada del Cocuy). Páramos de Almorzadero; complejo de Páramos de Chingaza, Páramo de Siecha y Sector Laguna Seca, entre otros.

En Colombia se encuentran 21 especies del género *Chusquea*, dominante en este ambiente, de éstas solo siete habitan en la alta montaña.

**Autores**

Olga León, Diana Jimenez, Catherine Agudelo y Carlos Sarmiento

**Congriales**

F. Mijares

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Capanaparo, Cinaruco, Cuao, Meta, Manapiare, Sipapo, Vichada, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Guárico, Monagas, Portuguesa.

**Descripción**

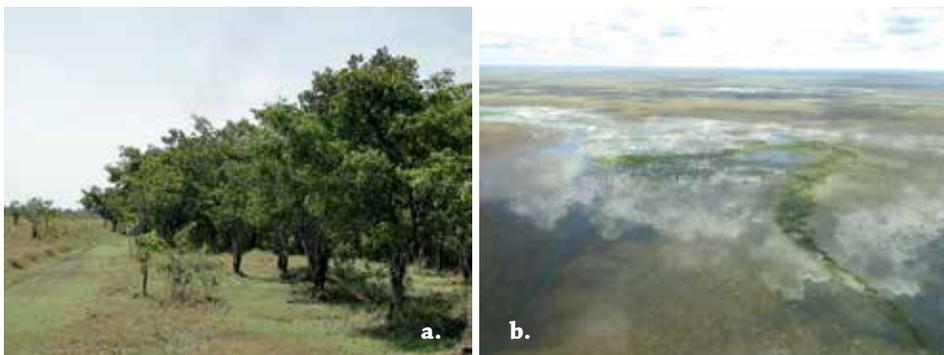
Sistema palustre. Lótico. Temporal. Aguas claras, blancas y negras.

Ambiente de sabana arbustiva inundable (Huber y Alarcón 1988) o porción media del bosque inundable, con árboles y arbustos de mediano porte (5 y 12 m), dominado

por el congrio (Figura 23), especies de la familia Fabaceae, principalmente *Acosmiun nitens* Vogel (Yakovlev) (Huber *et al.* 2006) o *Swartzia sericea* Vogel (Holmquist *et al.* 2007). Ocupa franjas en las cabeceras y márgenes de caños de sabana, en ocasiones formando manchas puras de *S. sericea* (Holmquist op. cit.),

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES



**Figura 23.** Congriales en Cravo Norte: a) detalle; b) vista aérea. Fotos: F. Mijares.

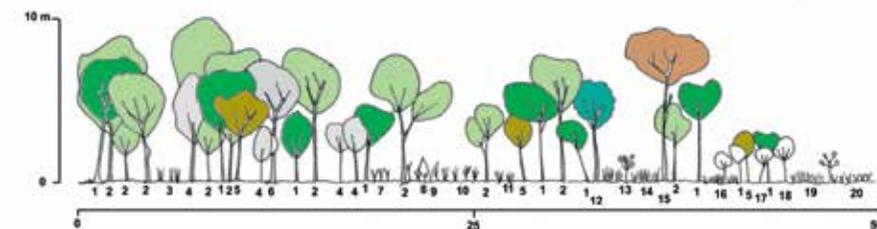
que permanecen anegadas durante siete meses bajo una lámina de agua de  $1 \pm 0,1$  m (Montes *et al.* 2013), con variaciones según el ambiente. Ocasionalmente de gran extensión (varios kilómetros) que pueden parecer un bosque de galería pero en cauces de escasa profundidad (aprox. 80 cm). Estructuralmente entre 3 hasta 6-9 m de altura de copas, semi densos hasta ralos, con valores máximos de cobertura en la periferia, localmente denominadas “hilero de congrio” (Marín *et al.* 1998). Suelos oligotróficos, de texturas gruesas que van haciéndose más finas en profundidad, con o sin concreciones ferruginosas en el perfil y con alto contenido de materia orgánica.

**Vegetación asociada.** Orillas: *Ouratea cf. davidsei*, *Rhynchanthera grandiflora*, *Ludwigia* sp, *Andropogon bicornis*. Interior del bosque: *Simaba orinocensis*, *Licania heteromorpha*, *Duroia fusifera*, *Palicourea* sp, *Psychotria* sp, *Securidaca cf. coriacea*, *Cuphea repens*. Bosquetes en sabana inundable dominados por *Acosmium nitens*, acompañado por *Caraipa llanorum*, *Couepia paranesis*, *Vochysia venezuelana*, *Duroia micrantha* y en menor cantidad los árboles *Homalium*

*racemosum* y *Ouratea guildingii* y *Miconia stephananthera*, *Palicourea croceoides*, *Licania heteromorpha*, *Hirtella racemosa* y el arbusto *Solanum monachophyllum* (Figura 24). Las comunidades herbáceas están florísticamente diferenciadas entre las que se inundan por más de tres meses y las que solo lo hacen por periodos menores y con menor profundidad. Las primeras incluyen especies como *Paratheria prostrata*, *Oryza rufipogon*, *Paspalum wrightii*, *Ludwigia sedoides*, *Thalia geniculata*, *Helianthus tenellum*, *Melochia arenosa* y *Caperonia palustris*, que toleran los anegamientos largos. En cambio en suelos con menores lámina de agua y duración del anegamiento aparecen hierbas y subfrutices como *Cuphea repens*, *Acisanthera limnobios*, *Paepalanthus* sp, *Mesosetum chaseae*, *Panicum stenodes*, *Rhynchospora tenerrima* y *Rhynchospora holoschoenoides*.

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos), ganadería extensiva, extracción de fibras y madera, agua.



**Figura 24.** Perfil esquemático de un congrial. 1: *Caraipa llanorum*; 2: *Acosmium nitens*; 3: *Eleocharis filiculmis*+*Paratheria prostrata*; 4: *Duroia micrantha*; 5: *Couepia paraensis*; 6: *Homalium racemosum*; 7: *Mesosetum chaseae*+ *Melochia arenosa*; 8: *Thalia geniculata*; 9: *Rhynchospora* sp+*Helianthus tenellum*; 10: *Scleria reticularis*+ *Panicum* spp; 11: *Bulbostylis tenuifolia* +*Andropogon* sp; 12: *Licania heteromorpha*; 13: *Psidium guineense*; 14: *Echinolaena inflexa*+*Panicum parvifolium*; 15: *Palicourea croceoides*; 16: *Miconia stephananthera*; 17: *Ouratea guildingii*; 18: *Curatella americana*; 19: *Trachypogon spicatus*+*Bulbostylis capillaris*; 20: *Rhynchospora barbata*+*Axonopus canescens*.

**Regulación:** clima (regional y local), erosión, purificación del agua, ciclo hidrológico, balance de nutrientes, depósito de sedimentos, fijación de nitrógeno y polinización.

**Hábitat y soporte:** banco de semillas y recursos genéticos, sitio de cría, reproducción y alimentación de fauna silvestre.

**Comentarios**

Sus especies maderables son muy resistentes al ataque de hongos (Holmquist *et al.* 2007). *Acosmium nitens* es colonizada por hongos formadores de micorrizas (De La Rosa 1988) y bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (Barrios 1990, Barrios y Herrera 1994). Seriamente amenazados en Colombia y Venezuela, con su extensión

cada vez más reducida debido a la quema y la tala selectiva e indiscriminada de *A. nitens* y *S. sericea*, cuya madera se emplea en la construcción de cercas, casas y churuatas. En Venezuela en 2007 el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas-IVIC y la ONG Provita, llevaron a cabo un programa demostrativo de recuperación del bosque de congrio con comunidades locales (Rodríguez-Altamiranda *et al.* 2011). Aspectos útiles para la producción de plantas e inundación, puede consultarse en De Andrade (1991). Suele estar asociado a saladillales (*Caraipa llanorum* Cuatrec.). Información adicional en Díaz y Rosales (2006), Álvarez y Rojas (2007), Camaripano y Castillo (2003), IGAC (1999) y Hernández y Marín (1998).

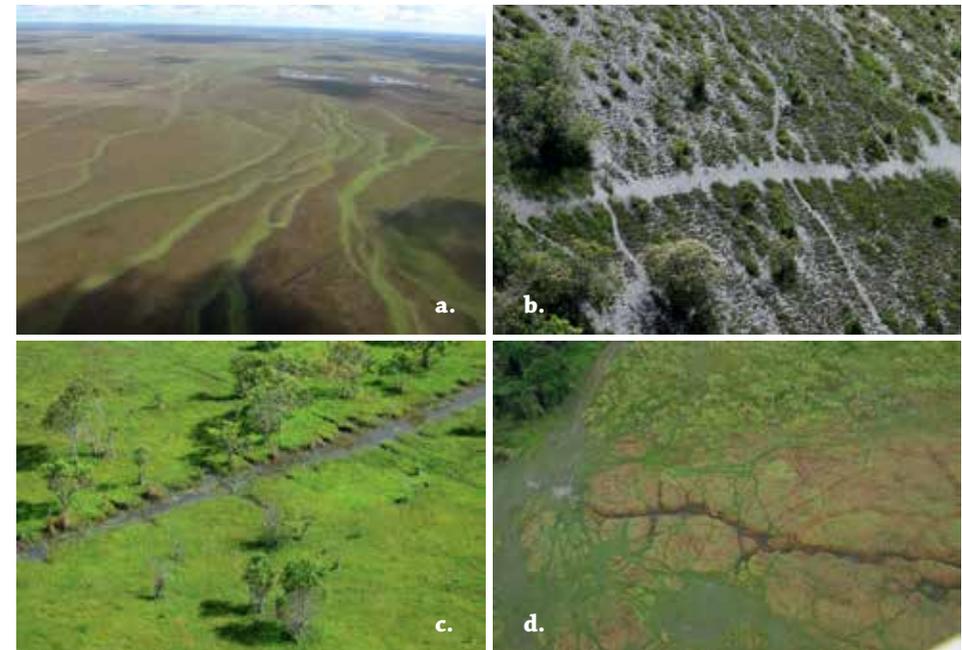
**Autores**

Anabel Rial, Francisco J. Mijares S., Karen E. Pérez, Ángel Fernández, Reina Gonto y Giuseppe Colonnello

## Escarceos



F. Trujillo



**Figura 25.** Vista aérea de escarceos: a) Cravo Norte, Arauca; b-c) Casanare; d) Vichada. Fotos: F. Mijares (a), F. Trujillo (b-d).

**Otros nombres:** banqueticas (Colombia).

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos).

**Subcuencas:** Apure, Cinaruco, Meta.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare.

**Estados Venezuela:** Apure, Barinas.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas claras.

Ambiente inundable de altiplanicie y sabanas eólicas; microrelieve caracterizado por la presencia de camellones o lomos alargados que sobresalen por encima del nivel de inundación (FAO 1966). Orientados de forma paralela a las curvas de nivel y cuya separación entre sí (hasta 200 m) disminuye al acercarse a las vías de drenaje; hasta 50 cm altura x 3 a 5 m de ancho (Comerma y Luque 1971, Schargel 2007a). Suelos franco arenosos (Aquults), ácidos y usualmente con nódulos de plintita endurecida y agregados de cuarzo (Comerma y Luque op. cit.); cubiertos por gramíneas; vegetación más densa y alta en los camellones que en los espacios entre escarceos, en donde se acumula agua durante el período de lluvias hasta unos 20 cm (Goosen 1964) (Figura 25).

**Vegetación asociada.** *Paspalum virgatum* o *Panicum tricholenoides*. La parte más alta del escarceo: *Trachypogon ligularis*, *Eriochrysis holcoides*, *Leptocorynium lanatum*. En sabanas inundables: *Mesosetum* sp.

(FAO 1966). Sobre el escarceo: *Trachypogon* sp, *Eriochrysis* sp; entre escarceos: *Panicum* sp, *Mesosetum* sp, *Paspalum plicatulum*, *Setaria* sp.

### Servicios ecosistémicos y uso

**Provisión:** agua, alimento (carne de monte-caza, frutos, ganadería extensiva), fibras, recursos genéticos.

**Regulación:** clima, ciclo hidrológico y de nutrientes.

**Hábitat:** refugio de fauna silvestre.

### Comentarios

Los suelos son inestables y muy susceptibles a la erosión, poco aptos para la construcción de zanjas y canales de drenaje o riego (Goosen 1972). Las diferencias en el microrelieve implican variaciones notables en la humedad en el suelo, y en la vegetación que se ubica en las porciones más altas o más bajas.

### Autores

Anabel Rial, Francisco J. Mijares S. y Karen E. Pérez

## Esteros



F. Mijares

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos bajos).

**Subcuencas:** Arauca, Apure, Bitá, Capanaparo, Cinaruco, Guaviare, Meta, Vichada.

**Departamentos Colombia.** Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela.** Apure, Barinas, Guárico, Portuguesa.

### Descripción

Ambiente palustre. Léntico. Permanente o temporal. Aguas blancas o claras.

Ambiente acuático presente en la zona más baja de la sabana de banco, bajío y estero definida por Ramia (1967). Depresión, cubeta de decantación en el microrelieve de sabana; suelos arcillosos (Pellusters) (Clemente y Rojas 1980) e hidromórficos, que se anegan por las lluvias o por la inundación

a través de su conexión con caños - efecto de desborde lateral de ríos mayores - y que conserva un espejo de agua durante la época seca. Dentro de los esteros de mayor extensión y profundidad pueden observarse lagunas, que corresponden a las zonas más bajas y que retienen agua durante todo el año (Antelo 2008). También recibe aportes por surgencias del nivel freático. En aguas altas ocupan áreas extensas de sabana y palmares; en sequía la lámina de agua se re-

duce hasta perder conexión con otros cuerpos de agua lénticos. No suelen sobrepasar los 1,5 m de profundidad y la penetración de luz en las aguas claras es del 100%. Su fisionomía cambia completamente durante el ciclo anual, mientras que en el periodo lluvioso la densidad de plantas acuáticas es alta y su apariencia es la de una "laguna"; en sequía muestra un terreno seco, duro y cuarteado (Vertisoles) con una lámina de agua de dimensión variable (Lasso 2004) (Figura 26). Dentro de los esteros pueden estar embudidos los llamados "chigüirales", extensiones inundadas de *Paspalum fasciculatum*, de los Llanos colombianos. Agua con baja concentración de oxígeno disuelto, temperaturas variables (28-40 °C), generalmente transparentes en las orillas someras y más turbias hacia el espejo de agua, abundante material límico-coloidal, pH ácido o ligeramente ácido (4,3-6,5) durante el periodo de lluvias debido a la descomposición de materia orgánica (López-Hernández et al. 1986, Machado-Allison 1994, 2005, Mago-Leccia 1970, Lasso 2004, 2005).

**Vegetación asociada.** Orillas húmedas y secas: campanillales (*Ipomoea carnea*),

platanillales (*Thalia geniculata*), dormideras (*Mimosa pigra*), *Heliotropium procumbens* y *Portula caoleraceae*. Desde la orilla hasta el espejo de agua, habitan diversas comunidades de plantas acuáticas cuya composición, estructura y abundancia varían espacio-temporalmente: *Ludwigia* spp, *Andropogon virgatus*, *Leptocoryphium lanatum*, *Panicum versicolor*, *Eichhornia crassipes*. *Eichhornia azurea*, *Pontederia subovata*, *Caperonia palustris*, *Salvinia auriculata*, *Eleocharis intersticta*, *Eleocharis mutata*, *Eleocharis mitrata*, *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis* y *Oxycarium cubensis*.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia, pesca artesanal, carne de monte-caza), pesca ornamental, ganadería extensiva, agua (reserva de agua en sequía), recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos.

**Regulación:** regulación del clima regional y local; regulación del agua y sedimentos; flujos de energía de la sabana; polinización; regulación de desastres naturales.



**Figura 26.** a) Estero en época de lluvias, Cravo Norte; b) época seca, Llanos de Venezuela. Fotos: F. Mijares (a), C. A. Lasso (b).

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES



**Figura 27.** a) Aves en estero de Casanare; b) venado alimentandose en un estero de Paz de Ariporo. Fotos: F. Trujillo.

**Hábitat y soporte:** sitio de reproducción, cría, descanso y alimentación de fauna y acuática silvestre, especialmente aves (Figura 27).

**Culturales:** valor escénico, estético y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva) (Lasso 2004, 2005, Machado-Allison 1992, 1994, 2005).

### Comentarios

Sistema importante para la transferencia y transformación de materia orgánica en la cuenca (López-Hernández *et al.* 1986; Machado-Allison 1994, 2005; Mago-Leccia 1970; Lasso 2004, 2005). Los esteros en algunas ocasiones llegan a ser navegables por pequeñas embarcaciones (curiaras o canoas) (Lasso 2004).

### Autores

Antonio Machado-Allison, Anabel Rial, Carlos A. Lasso, Fernando Trujillo, Clara Caro-Caro, José S. Usma y Rafael Antelo

## Güafales



C. Caro-Caro

**País:** Colombia.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales).

**Subcuencas:** Arauca, Meta.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Meta, Guainía, Vichada.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas blancas o claras.

Ambiente acuático que se forma en depresiones de suelos de vega bien drenados y sujetos a inundación ocasional. Comunidad vegetal dominada por la guadua (*Guadua angustifolia*). Esta planta rizomatosa tiene cañas que crecen hasta los 20 m de altura. Estas áreas tienen suelos areno-limosos y arcillosos.

**Vegetación asociada.** Gramíneas, aráceas y palmas de porte pequeño que soportan la inundación.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, pesca subsistencia, fibras, material para construcción de viviendas (las guaduas son ampliamente utilizadas no solo en la Orinoquia sino en toda Colombia, para la construcción de viviendas y

## HUMEDALES NATURALES

especialmente techos y columnas, dada su resistencia a la humedad y plagas), recursos genéticos, productos bioquímicos, productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local y polinización.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso de fauna silvestre y acuática, zonas de migración, áreas de alimentación. La concentración de cañas al formar matorrales densos, sirve

de refugio a pequeños mamíferos, especialmente roedores y murciélagos.

**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo y caza deportiva).

**Comentarios**

Los guafuales son más comunes en las orillas y planicies de inundación de los grandes cursos de aguas blancas. Reportados para la cuenca del río Meta, en especial en los ríos Casanare (Ariporo), Cusiana, Upía y Cravo Sur.

**Autores**

Fernando Trujillo, Clara Caro-Caro, Carlos A. Lasso y José S. Usma

## HUMEDALES NATURALES

**Herbazales del delta del Orinoco**

G. Colonnello

**País:** Venezuela.

**Región:** Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Delta (caño Mánamo, Macareo y Río Grande).

**Estados Venezuela:** Delta Amacuro.

**Descripción**

Sistema fluvial y palustre. Léntico. Estacional o permanente. Aguas blancas, claras o negras.

Ambiente acuático caracterizado por la presencia de herbazales estacionales o permanentemente inundados de dos tipos: a) sobre sustratos minerales, generalmente aluviales, albardones y napas (ocasionalmente orgánicos en las cubetas) del Delta superior y medio, con predominio de gramíneas y especies de hojas latifoliadas; b) sobre sustratos orgánicos y turbosos (herbazales de pantano), casi

siempre asociados a planicies cenagosas o de turba del Delta inferior con predominio de ciperáceas (*Lagenocarpus*) y helechos (*Blechnum*). Cubierta herbácea uniforme o interrumpida por elementos arbustivos o arbóreos, incluyendo moriches, que eventualmente forman parches o rodales más complejos (Huber y Alarcón 1988, Huber 1995c, Ambioconsult 2004). Sistemas oligotróficos, aguas ácidas (5,6-7,1), anóxicas (> 2m/l) y totalmente transparentes (Lasso *et al.* 2002, Lasso y Sánchez-Duarte 2011).

**Vegetación asociada.** Siguiendo un gradiente sur-norte. En la cuenca del caño

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES

Mánamo, delta superior: 13 comunidades y 31 especies: *Eichhornia crassipes*, *Utricularia foliosa*, *Cabomba aquatica*, *Mimosa pigra*, *Montrichardia arborescens*, *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Luziola subintegra*, *Hydrocleys nymphoides*, *Limnium laevigatum* y *Neptunia oleracea*. Cubetas y lagunas someras de sustratos ácidos (pH 3,98 y 4,89 - CVG 1964): *Thalia geniculata*, *Cyperus giganteus*, *Salvinia auriculata*, *Nymphoides indica*, *Sagittaria guianensis*, *S. planitiana* y *Azolla caroliniana*. Delta medio: 9 comunidades y 38 especies: *Montrichardia arborescens*, *Mikania congesta*, *Nymphaea* spp, *Sagittaria guyanensis*, *Ludwigia affinis*, *Ludwigia leptocarpa*, *Eleocharis interstincta*, *Cyperus giganteus*, *Typha domingensis* (uno a tres estratos, flotantes, sufrútices emergentes, leñosas y herbáceas gigantes de 2-3 m de altura).

Delta inferior: 20 especies: *Limnium laevigatum* y *Lemna perpusilla*, *Ludwigia octovalvis*, *Ludwigia affinis*, *Oxycarium cubensis*, *Cyperus* spp, *Lagenocarpus guianensis* (o *Scleria macrophylla*) (extensas comunidades monoespecíficas), *Paspalum cf. morichalensis*, *Eleocharis mutata*, *Fuirena robusta*, *Eleocharis geniculata*, *Cyperus odoratus*, *Nymphaea connardii*, *Nymphaea rudgeana*, *Echinochloa pyramidalis*, *Cyperus articulatus*, *Eleocharis mutata* y *Cyperus odoratus* (Figura 28) (Colonnello 2003). En otros ambientes del abanico deltaico: a) sobre sustratos minerales cubriendo planos de turba en caño La Playa, Delta medio: *Oryza rufipogon*, *L. hexandra*, *H. amplexicaulis*, *Oxycarium cubense*, *Cyperus odoratus*; b) en extensiones reducidas, sobre sustratos (albardones y napas de desborde de los caños de aguas blancas en el Delta

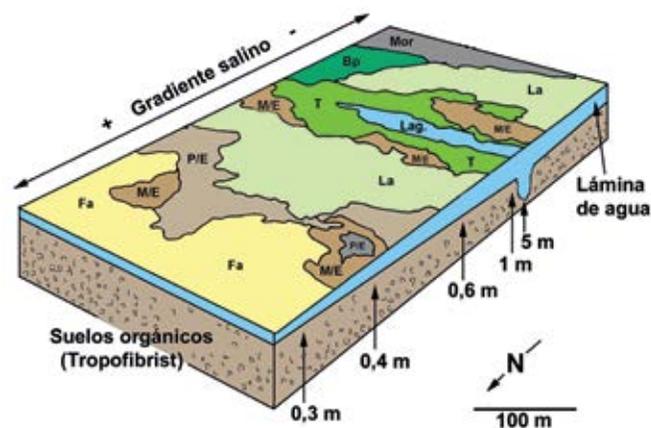
superior y medio) comunidades de *Paspalum fasciculatum*, *Echinochloa polystachya*, *L. hexandra*, *H. amplexicaulis* y *L. subintegra*; c) sobre cordones litorales de texturas arenosas de la isla Tobejuba y Mariusa, comunidades de hierbas postradas (tolerantes a la salinidad), sufrútices y lianas, *Ipomoea pes-caprae*, *Sporobolus virginicus*, *Lippia alba*, *Cyperus ligularis*, *Eriochloa polystachya*, entre otras (Tabla 1); d) hacia el interior de la franja litoral de estas islas, herbazales con *Gynnerium sagittatum*, *Urochloa mutica* (elementos aislados de *Cordia curassavica*); y en cubetas inundables *Heliconia psittacorum*; e) sobre planicies cenagosas cubiertas con sedimentos de los caños Macareo y Guapoa: *Scleria microcarpa*, *Leersia hexandra*, *Mikania micrantha*, *Aristolochia rugosa*, *Paullinia pinnata* y *Cissua erosa*, *Cuphea melvilla*, *Ludwigia leptocarpa*, *Polygonum acuminatum*, *Costus arabicus*, elementos aislados de *Mauritia flexuosa*; f) En áreas de progradación actuales y recientes en las bocas de los caños principales, herbazales

salobres de *Spartina alterniflora* (González-Boscán 1999, Ambioconsult 2004) (Figura 29).

Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, alimento (pesca subsistencia ocasional, incluye moluscos y crustáceos, pues son sistemas muy poco productivos, aunque hay pesca artesanal en ciertas regiones como en los herbazales de *Typha* del bajo Turuépano y medio Delta, donde se pescan buscos-*Holplosternum litorale*, carne de monte-caza, frutos), fibras, leña y productos forestales maderables (explotación de *Mauritia flexuosa* que crecen en los herbazales, gusanos, yuruma, etc.), recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales y productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local y regional, polinización, erosión, enfermedades, control plagas y riesgos naturales.



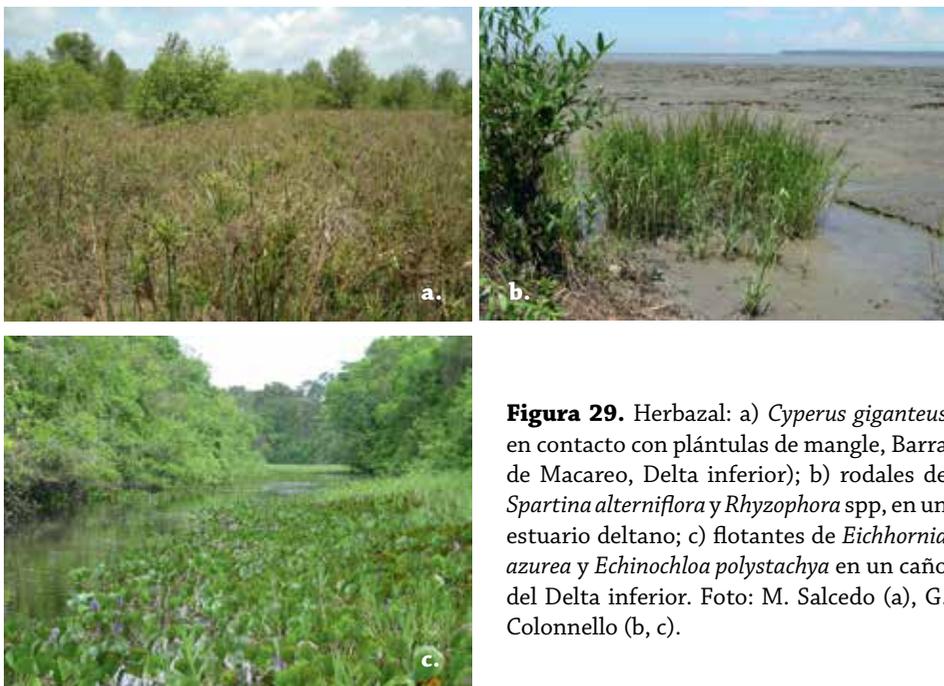
**Figura 28.** Distribución de las comunidades a lo largo del gradiente de profundidad en el herbazal del río Guanipa. M/E: comunidad dominada por *Montrichardia arborescens* y *Eleocharis mutata*; P/E: comunidad dominada por *Paspalum cf. morichalensis* y *E. mutata*; La: comunidad dominada por *Lagenocarpus guianensis*; T: comunidad dominada por *Typha domingensis*; Fa: comunidad arbustiva dominada por *Fuirena umbellata*; Mor: morichal; Bp: bosque de pantano; Lag: laguna. La escala es válida para el primer plano de la imagen. Fuente: Colonnello (2004).

**Tabla 1.** Distribución de cuatro comunidades en un transecto de la línea de costa al interior, en la isla Tobejuba (Delta inferior). Elaborado a partir de Ambioconsult (2004).

Parte 1	Parte 2	Parte 3	Parte 4
1) <i>Ipomoea pes-caprae</i> (dominante), <i>Sporobolus virginicus</i> , <i>Vigna adenantha</i> , <i>Lippia alba</i> , <i>Eriochloa polystachya</i> y <i>Dalbergia amazonica</i> (leñosa).	2) <i>V. adenantha</i> (dominante), <i>Ipomoea pes-caprae</i> , <i>Ipomoea stolonifera</i> , <i>Cyperus ligularis</i> , <i>S. virginicus</i> , <i>E. polystachya</i> , <i>Ludwigia octovalvis</i> y <i>Mikania cordifolia</i> .	3) <b>Estrato alto:</b> <i>Cyperus ligularis</i> , y juveniles de <i>Annona glabra</i> , <i>Rhizophora harrisonii</i> , <i>Hibiscus pernambucensis</i> .  <b>Estrato bajo:</b> <i>V. adenantha</i> , <i>Macroptilium lathyoides</i> , <i>Murdannia nudiflora</i> , <i>Sarcostemma clausum</i> y <i>M. cordiflora</i> .	4) <i>Cassytha filiformis</i> , <i>M. cordifolia</i> , <i>Ipomoea stolonifera</i> , y <i>Canavalia rosea</i> .

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES



**Figura 29.** Herbazal: a) *Cyperus giganteus* en contacto con plántulas de mangle, Barra de Macareo, Delta inferior); b) rodales de *Spartina alterniflora* y *Rhyzophora* spp, en un estuario deltano; c) flotantes de *Eichhornia azurea* y *Echinochloa polystachya* en un caño del Delta inferior. Foto: M. Salcedo (a), G. Colonnello (b, c).

## Lagunas altoandinas profundas



D. Jiménez

**Países:** Colombia, Venezuela.

**Región:** Orinoquia-Andina (Andina Orinoquense: sub-Región Páramo y Super-páramo).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Casanare, Guaviare y Meta.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander.

**Estados Venezuela:** Mérida (Parque Nacional Sierra Nevada-PNSN), Táchira, Trujillo.

### Descripción

Sistema lacustre. Léntico. Permanente. Aguas claras (lluvia).

Ambientes acuáticos de aguas transparentes, de origen glaciar, volcánico o tectónico, de ahí que la mayoría de lagunas de la alta montaña colombiana se ubiquen por encima de los 3.000-3.200 m s.n.m. (Flórez y Ríos 1998) y en Venezuela hasta los 3.500 m s.n.m. Las lagunas de origen glaciar están por lo general ubicadas en el fondo de los valles, son las más numerosas y se clasifican de acuerdo a su forma y génesis.

Destacan las lagunas de sobreexcavación glaciar, formadas a partir del movimiento rotacional del hielo sobre la roca. Dicha dinámica genera formas cóncavas profundas conocidas como cubetas sobre las cuales se deposita agua (Flórez y Ríos 1998). Las geoformas son el resultado de la orogenia de la Cordillera Oriental y el modelado por grandes masas de hielo glaciar que, en varias ocasiones, cubrieron esta región durante los últimos 40.000 años. La mayoría de las lagunas que actualmente hacen parte del paisaje son producto de estos “ríos de hielo”, cuyos frentes arrastraban grandes

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso para aves, mamíferos, anfibios y reptiles (Linares y Rivas 2003, Señaris y Ayarzagüena 2002), zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas, curativas para las comunidades indígenas); valores estéticos y recreativos (ecoturismo y caza deportiva).

### Comentarios

Los ambientes deltanos son muy variados geomorfológica e hidráulicamente (dinámica de anegamiento, tipo de agua, sedimentos etc.), por lo que se establece un verdadero mosaico de hábitats en los que se desarrollan múltiples ensamblajes de herbazales.

### Autor

Giuseppe Colonnello

## HUMEDALES NATURALES

cantidades de tierra y piedras formando hondonadas rodeadas de pequeñas montañas (Morales *et al.* 2007). Las lagunas altoandinas profundas se pueden también formar por la disolución de las rocas calcáreas, lo cual forma depresiones (dolinas) y cavernas que luego pueden conformar dicho cuerpo de agua. Los suelos que bordean las lagunas son orgánicos del orden Histosol (Morales *et al.* op. cit.).

## ORINOQUIA COLOMBIANA

Para la cuenca del Orinoco en Colombia, de acuerdo con la cartografía existente a escala 1:100.000 (IGAC 2011), se pueden identificar 373 cuerpos lagunares por encima de los 2.800 m s.n.m., distribuidos en las subcuencas hidrográficas: Arauca (29%) Casanare (4%), Guaviare (14%) y Meta (61%). El complejo paramuno con mayor número de cuerpos lagunares identificados corresponde a la zona de Tota – Bijagual

– Mamapacha, con al menos 100 lagunas identificadas, sin embargo este número puede ser mayor al comparar con cartografía más detallada e imágenes satelitales en sectores específicos. De estas unidades el único cuerpo de mayor extensión y así mismo profundidad, es el Lago de Tota, ubicado a los 3015 m s.n.m. con una profundidad media de 58 m, en la subcuenca del río Upía (río Meta). También está el complejo de páramo de Cruz-Verde Sumapaz, que posee al menos 72 cuerpos lagunares que brindan un aporte hidrológico importante a la cuenca del Orinoco (Morales *et al.* 2007).

**Vegetación asociada.** Hay información sobre las lagunas altoandinas de origen glaciar del PNN El Cocuy (Figura 30), donde domina la vegetación acuática como *Distichia muscoides*, *Cortaderia sericantha* y *Campylopus fulvus*, asociada con *Calamagrostis*



**Figura 30.** Laguna Grande de la Sierra, PNN Sierra Nevada de Güicán y Cocuy (4.600 m s.n.m). Foto: D. Jiménez.

## HUMEDALES NATURALES

*effusa*, *Oritrophium limnophilum* e *Isotachis serrulata*. Destaca también la vegetación sumergida dominada por *Philonoto-Isotachidatum serrulatae* asociada con *Isotachis serrulata*, *Philonotis andina* e *Isotachis lacustris*. En áreas mal drenadas, lagunas y cubetas, se ha encontrado *Oritrophium limnophilum*, *Campylopus subjugorum*, *Campylopus aerodictyon*, *Campylopus heterostachyus*, *Lachemilla mandoniana*, *Lachemilla nivalis*, *Monticalia flosfragans*, *Philonotis* sp, y *Oritrophium limnophilum* (UAESPNN 2005b). Cleef (1981) registra comunidades acuáticas en “lagunetas” de la zona media del páramo de la Cordillera Oriental con especies asociadas como *Ditrichum submersum*, *Isotachis serrulata* y *Blindia magellanica*. También señala la dominancia de *Isoetes palmeri* con especies asociadas como *Drepanocladus exannulatus*, *Clasmatocolea vermicularis*, *Elatine fassettiana* y *Crassula paludosa*. Entre la vegetación herbácea común alrededor de lagos y lagunas se encuentran *Equisetum bogotense* asociada con *Eleocharis acicularis* y *Rhynchospora* sp (Rangel-Ch. *et al.* 1997).

## Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** abastecimiento constante de agua potable para poblaciones humanas, agua dulce para riego de suelos agrícolas y generación hidroeléctrica, con un sistema artificial (embalse del río Chuza), ubicado en la cuenca alta del río Meta y que abastece hasta el 80% del consumo de la región capital colombiana. En la laguna de Tota nace el río Upía y en los páramos aledaños, el río Cusiana (Morales *et al.* 2007). En la región de la laguna de Tota, el principal producto es la cebolla con una producción de 132.000 toneladas por año (DANE 2002 en Morales *et al.* 2007).

**Regulación:** clima local y regional, erosión, y riesgos naturales como la estabilización

de suelos, la prevención de deslaves y derrumbes. Fijación de carbono y purificación atmosférica y estabilización del clima (Ramsar COP9 DOC. 2005), regulan caudales y recargan acuíferos (Ideam 2012).

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso de aves y anfibios, zonas de migración. Culturales: valores espirituales, paisajísticos y recreativos (ecoturismo, fotografía, pesca deportiva).

## Comentarios

La laguna de Tota se considera el segundo lago navegable de Suramérica ubicado en la alta montaña, solamente precedido del Lago Titicaca (Morales *et al.* 2007). Este es uno de los humedales altoandinos más importantes de Colombia que, con una superficie de 141 km<sup>2</sup> de tierras emergidas y 60 km<sup>2</sup> de espejo de agua, da origen a varios corrientes. Otras lagunas y humedales como las Arrebiatadas, La Calderota, Negra, Seca, Pozo Azul y Las Delicias, son relevantes en el complejo, sin embargo se están viendo afectados por una ganadería extensiva y cultivos de papa (SIMA 1996 en Morales *et al.* 2007). Debido a la importancia que tiene Tota como ecosistema estratégico para aves acuáticas endémicas y otras especies, ha sido incluida en la lista de humedales de importancia internacional de Ramsar (Morales *et al.* 2007). Sin embargo, está siendo afectado por los procesos de colmatación por el cultivo de cebolla y la ganadería, especialmente por debajo de los 3.600 m s.n.m. (Flórez y Ríos 1998). Las lagunas de Chingaza son en general pequeñas en comparación a las de los PNN Sumapaz y Cocuy. Existen 26 lagunas de más de una hectárea, 32 entre 1.000 y 10.000 m<sup>2</sup> y 7 entre 500 y 1.000 m<sup>2</sup>. Las mayores lagunas del parque son la Laguna de Chingaza (88 ha) (Figura 31), Embalse de Chuza

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES



**Figura 31.** Laguna de Chingaza, Parque Nacional Natural Chingaza, al fondo La Serranía de los Órganos. Foto: D. Jiménez.

(537 ha), La Esfondada (8,06 ha), Laguna del Medio (6,25 ha), de San Juan (6,25 ha), Negra de Sietecuerales (4,8 ha), Verde de Santa Helena (4,7 ha), Larga I (3,56 ha) y Laguna Seca (3,65 ha). Las lagunas naturales están ubicadas entre los 3.250 m s.n.s.m. y los 3.730 m s.n.m, pero la mayoría están sobre los 3.400 m s.n.m. También hay lagunas en la región del alto Sumapaz.

En la actualidad, una amenaza para las lagunas altoandinas de la cordillera oriental y que puede llevar a la desaparición en corto tiempo de muchas de ellas, es la alteración de los regímenes hídricos y la

reclamación del espacio físico que estos ocupan. Los propietarios de los predios que tienen como límite el cuerpo de agua, se las han arreglado para cambiar los niveles máximos de inundación, para incorporar las tierras someras del humedal a las prácticas agrícolas, como ha ocurrido en varias lagunas (COP9DOC 2005). Las lagunas del páramo cumplen una función de regulación hídrica, función que se está perdiendo por sedimentación relacionada con la deforestación y las actividades agropecuarias que aceleran el escurrimiento superficial y el transporte de sedimentos a las lagunas (Flórez 2003).

## Autores

Diana Jiménez y Carlos Sarmiento

## ORINOQUIA VENEZOLANA

En Venezuela conforman un sistema hidrográfico de unas 65 lagunas en el Parque Nacional Sierra Nevada. Entre estas se encuentran la laguna de Mucubají (sierra de Santo Domingo) a una altura de 3.550 m s.n.m., superficie 25 ha, profundidad media 5,7 m y máxima 15,5 m; exorreica, en la cual la Quebrada de Mucubají aporta entre el 83-95% del agua que entra a la laguna (Weibezahn *et al.* 1970); oligotrófica, (Weibezahn y Cressa 1979); baja producción orgánica debido al bajo contenido de nutrientes en sus aguas, principalmente carbonatos, sulfatos y ciertos cationes, más que a las bajas temperaturas e irradiaciones causadas por la reflexión de la luz que incide sobre la superficie del agua (Matos y Parra 1986); pH 7,4; conductivi-

dad del agua de 1,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; concentraciones de cationes de Ca, Mg, Na y K en orden: 0,46 mg/l, 0,25 mg/l, 0,74 mg/l, 0,55 mg/l, N-total y P-total 0,06 y 0,003 mg/l, respectivamente.

La laguna La Negra está a una altura de 3.600 m s.m.n., en un valle estrecho en forma de "V"; superficie 36,4 ha, exorreica, profundidad máxima 23,5 m y media 15,4 m, con costa abrupta; aporte de agua de la quebrada La Corcovada (Weibezahn *et al.* 1970). El color siempre oscuro de sus aguas se debe al reflejo de la densa vegetación verde oscura sobre la superficie del agua. Por sus características fisicoquímicas, similares a la de Mucubají, se considera oligotrófica, aguas transparentes y fondo aparentemente fangoso.



**Figura 32.** Laguna Santo Cristo. Foto: G. Colonnello.

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

La laguna Santo Cristo no ha sido estudiada y es la mayor de todas. Altura 3.700 m s.n.m., superficie 50,9 ha (Figura 32) (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente -INPARQUES 2010).

**Vegetación asociada.** La zona litoral de estas lagunas varía entre 3 y 12 m de ancho y unos 30 cm de profundidad. La vegetación acuática está dominada por bioformas arraigadas flotantes y semisumergidas: *Ranunculus flagelliformis* y *Ranunculus limoselloides* (Figura 33a); la sumergida *Potamogeton nodosus* y la arraigada flotante *Limosella acaulis*, formando bandas de cerca de 1 m y una cobertura entre 70 y 80%. Arraigadas emergentes aisladas y con baja cobertura (10 y 15%): *Eleocharis stenocarpa*, *Juncus* spp, *Ortachne erectifolia*, *Elatine fassettiana* y *Mona meridensis*.

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento, no reportado aunque es muy posible la pesca de subsistencia de truchas por parte de los campesinos andinos; agua, producción hidroeléctrica en la Represa J. A. Páez y río Santo Domingo.

**Regulación:** clima local y regional, erosión y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento), migración y descanso de aves. Culturales: valores espirituales, paisajísticos y recreativos (ecoturismo, pesca deportiva).

**Comentarios**

Incluye además de la laguna de Mucubají, Santo Cristo y La Negra, a las lagunas La Careta, Los Palos y La Verde.

**Lagunas altoandinas someras**

G. Colonnello

**Países:** Colombia y Venezuela

**Región:** Orinoquia-Andina (Andina Orinoquense: subregión Páramo y Super-páramo).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Casanare, Guaviare, Meta.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander.

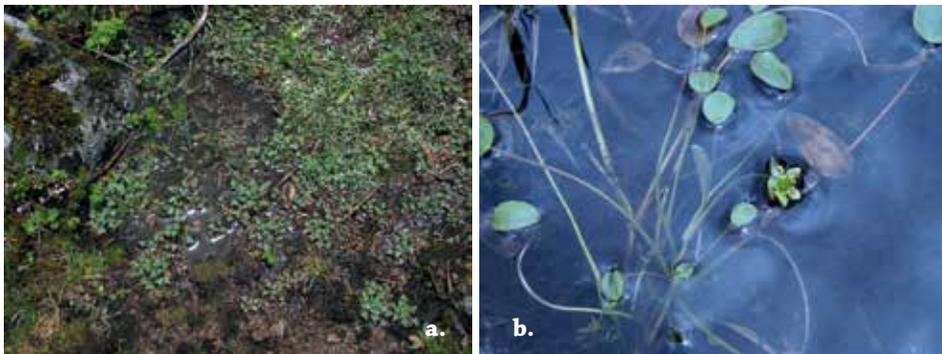
**Estados Venezuela:** Mérida (Parque Nacional Sierra Nevada-PNSN), Táchira, Trujillo.

**Descripción**

Sistema lacustre. Léntico. Permanente o temporal. Aguas claras (de lluvia).

Lagunas altoandinas de represamiento morrénico, de origen glaciar y tectónico, menos profundas y más alargadas que las de sobreexcavación glaciar, generadas por la presencia de morrenas frontales y la posterior obstrucción de los valles glaciares

(Flórez y Ríos 1998). De forma alargada u ovalada, de dimensión y profundidad reducidas, generalmente menor de 2 ha y 2 m respectivamente, que pueden llegar a secarse durante la estación seca. El aporte de agua proviene en su mayor parte de las precipitaciones estacionales (lluvia, nieve, granizo) o por condensación y congelación nocturna, sobre todo en las altitudes mayores (4.000 m s.n.m.).



**Figura 33.** Vegetación acuática de la Laguna Santo Cristo: a) (*Ranunculus* spp) de las márgenes someras; b) vegetación arraigada-flotante. Fotos: G. Colonnello.

**Autores**

Elizabeth Gordon y Giuseppe Colonnello

## HUMEDALES NATURALES

## ORINOQUIA COLOMBIANA

Están situadas por lo general entre los 3.000 y 3.600 m s.n.m., aunque algunas pueden superar los 4.200 (pequeños cuerpos de agua represados detrás de los arcos morrénicos abandonados por los glaciares). Las aguas son por lo general oligotróficas, con bajas concentraciones de nutrientes y

bajos valores de conductividad, alcalinidad y dureza, con una extensión (Parque Nacional Natural Chingaza-PNN Chingaza), que va desde los 0,06 ha hasta las 8 ha y profundidades máximas que no sobrepasan los 8 m (Gaviria 1993 en Schmidt-Mumm y Vargas 2012). En el complejo de páramos de Cruz Verde-Sumapaz, se han registrado



**Figura 34.** Lagunas de poca profundidad en el camino hacia la Laguna Grande de la Sierra. PNN Sierra Nevada de Güicán y Cocuy, Boyacá. Fotos: D. Jiménez.

## HUMEDALES NATURALES

al menos 72 lagunas someras (Morales *et al.* 2007). En la figura 34 se muestran dos lagunas de poca profundidad en el PNN Sierra Nevada de Güicán y Cocuy.

**Vegetación asociada.** Schmidt-Mumm y Vargas (2012) encontraron 89 especies en las comunidades vegetales de la interfase terrestre-acuática en diferentes cuerpos lagunares del PNN Chingaza (Meta y Cundinamarca), de las cuales *Crassula venezuelensis*, *Carex bonplandii*, *Callitriche nubigena*, *Eleocharis macrostachya*, *Ranunculus flagelliformis*, *R. nubigenus*, *Eleocharis stenocarpa*, *Galium ascendens* y *Alopecurus aequalis*, fueron las más frecuentes. Se reconocen 18 comunidades ubicadas en las zonas de transición terrestre-acuática, con especies acompañantes como: *Calamagrostis effusa*, *Sphagnum cuspidatum*, *Cyperus rufus*, *Eleocharis stenocarpa*, *Carex acutata*, *Poa annua*, *Valeriana* sp., *Ranunculus flagelliformis*, *Carex bonplandii*, *Festuca andicola*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Elatine paramoana*, *Isoetes palmeri*, *Crassula venezuelensis*, *Lilaeopsis macloviana*, *Callitriche nubigena*, *Potamogeton paramoanus* y *Potamogeton illinoensis*. En el Páramo de Sumapaz, la vegetación acuática es dominada por especies como *Potamogeton berterioanum*, *Isoetes glacialis*, *Eleocharis acicularis*, *Mvriophyllum quitensis* y *Scorpidium scorpioides*, otras especies acompañantes son *Lilaeopsis schaffneriana* y *Nitella flexilis* (Rangel-Ch. *et al.* 1997).

## Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua.

## Autores

Diana Jiménez y Carlos Sarmiento

**Regulación:** clima local, erosión y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento), migración y descanso de aves.

**Culturales:** valores espirituales, paisajísticos y recreativos (ecoturismo).

## Comentarios

Estas lagunas son las más afectadas por sedimentación y al estar ubicadas en la parte alta del piso andino y en el piso de páramo, son vulnerables a las actividades agropecuarias que aumentan el escurrimiento superficial o por drenajes artificiales, que aceleran la desecación. Las más altas (4.000-4.200 m s.n.m.) se sedimentan en pocos años por el aporte de detritos procedentes del área periglacial o de los frentes proglaciares de los nevados actuales (Flórez y Ríos 1998). En algunas lagunas poco profundas y en proceso de desecación se presenta la mesotrofia, con una productividad más alta. Es el caso de Laguna Seca en el PNN Chingaza, que se está transformando en una turbera de alta montaña. Probablemente en unos años la lámina de agua desaparecerá, debido al hecho de poseer dos afluentes, uno hacia el río Chuza y el otro hacia la quebrada del río Blanco. Entre las lagunas de Chingaza, hay bastantes someras, de las cuales las más pequeñas son astáticas, desecándose de enero a febrero (UAESPNN 2005a).

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

**ORINOQUIA VENEZOLANA**

En Venezuela se localizan en pequeñas cubetas formadas en antiguos circos glaciares, o en depresiones causadas por movimientos sísmicos o coluviales localizados, originados en sucesivos ciclos de congelamiento-derretimiento diarios (Monasterio 1979), donde las temperaturas aún alcanzan los  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , generando nevadas ocasionales durante el período de precipitaciones (C. Colonnello com. pers.) (Figura 35).

**Vegetación asociada.** En las orillas húmedas, ocasionalmente de decenas de metros de ancho e influenciadas por los movimientos de alza y retroceso de las aguas, en que los suelos son más ácidos y anóxicos en relación a los suelos más secos circundantes, ocurre la sustitución de especies del pajonal o frailejón por hierbas tales como *Calandrinia acaulis*,

*Acaulimalva purdiaei*, *Mona meridensis*, *Werneria pygmaea*. Poáceas como *Calamagrostis chrysantha* en los bordes y *Agrostis* sp, *Muhlenbergia ligularis*, *Alopecurus aequalis* y *Callitriche* sp, en el espejo agua. Las especies comunes de frailejón tales como *Espeletia schultzii* desaparecen, apareciendo otras como *Espeletia batata* y *Coespeletia palustris*, junto con helechos *Huperzia venezuelanica* (endémica del estado Mérida), *Equisetum bogotense*, *Pilularia americana*, *Isolepis nigricans* y varias especies del género *Isoetes*, que ocupan posiciones donde el sustrato no está permanentemente inundado (Figura 36).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** aporte hídrico a las comunidades y sistemas productivos en pisos altitu-



**Figura 35.** Laguna somera en el páramo de Piedras Blancas, nevada. Foto: J. Ferreira.



**Figura 36.** Vegetación asociada a laguna somera del páramo de Piedras Blancas. Foto: G. Colonnello.

dinales más bajos, alimento (pesca subsistencia).

**Regulación:** flujo de agua, acumulación y drenaje paulatinano hacia nacientes y cursos de agua (Ramsar 2004), clima local y regional, polinización y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas de criadero (reproducción, crecimiento) y descanso, zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas para las comunidades indígenas y campesinas); valores estéticos y recreativos (ecoturismo, caza y pesca deportiva).

**Comentarios**

Reportadas para la red de drenaje de los ríos Santo Domingo, Canagüa y Mucuchachí, Uribante, Bocono y Motatán. En ciertos sectores de la cordillera andina venezolana son muy abundantes, como por ejemplo en los

altos de Piedras Blancas, cordillera de Mérida, donde pueden hallarse nueve de estos ambientes en  $7\text{ km}^2$ .

Uno de los principales usos directos por el hombre en Venezuela es la pesca de truchas. Recientemente fueron repobladas 74 lagunas parameras (ca. 100.000 alevines) con esta especie exótica, dentro del programa de INSOPESCA (<http://www.insopesca.gob.ve/?p=2826>). Se reporta sobre-explotación con el uso de explosivos y redes, y hasta el vaciado total de las lagunas por el rompimiento de los diques naturales. En la actualidad el avance no regulado de las fronteras agrícolas trae como consecuencia la desecación de las lagunas someras y la ocupación de las tierras parameras afectando drásticamente a las fuentes y cursos de agua (Hernández y Monasterio 2002). La expansión de los cultivos de papas y fresas en los páramos de Guirigay y Cabimbú (estado Trujillo), por ejemplo, ha propiciado además incendios de los pajonales y rosetales. Una amenaza más

reciente son los grupos de perros asilvestrados que se alimentan de cadáveres de ganado, pero sin duda depredan los nidos de aves

(construidos a nivel del suelo por falta de árboles) y otros animales silvestres pequeños (C. Colonnello com. pers.) (Figura 37).



**Figura 37.** Lagunas someras. a) páramo de Piedras Blancas y b) Guirigay. Fotos: C. Colonnello (a) y G. Colonnello (b).

**Autores**

Giuseppe Colonnello, Ángel Fernández y Reina Gonto

**Lagunas de rebalse o inundación**



F. Trujillo

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Aro, Bitá, Capanaparo, Caris, Caroní, Caura, Cinaruco, Cuchivero, delta del Orinoco, Guaviare, Inírida, Maniapiare, Meta, Pao, Parguaza, Suapure, Vichada, Tomo, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada.

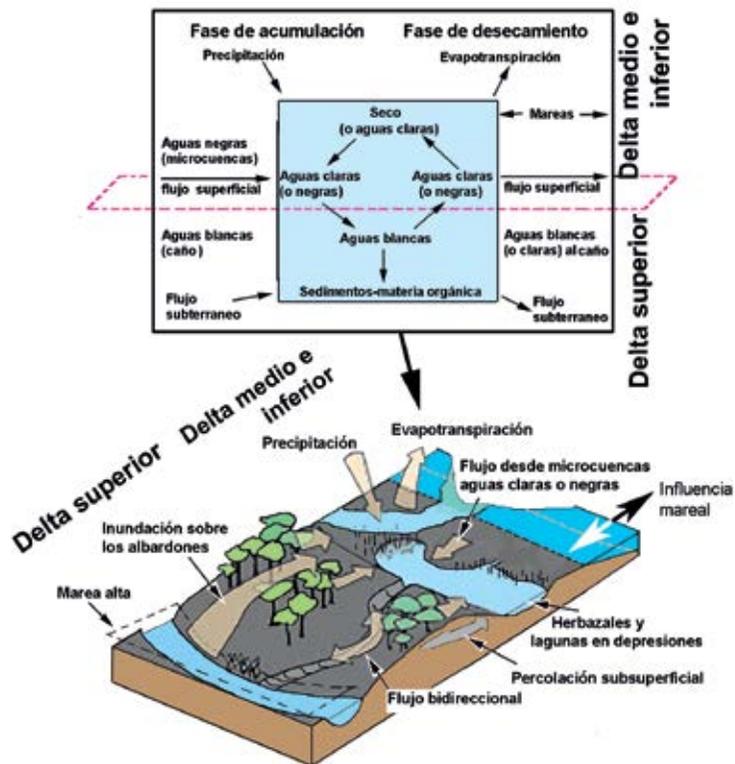
**Estados Venezuela.** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Bolívar, Delta Amacuro, Barinas, Guárico, Monagas.

**Descripción**

Sistema lagunar y palustre. Léntico. Permanente o temporal. Aguas blancas, claras o negras.

Lagunas asociadas al efecto de rebalse en las llanuras inundables o incluso en las

altillanuras formadas por el desborde de los ríos. Profundidad variable de acuerdo al ciclo hidrológico anual (precipitaciones regionales y consecuente desborde de ríos conexos de aguas blancas, claras o negras). Diversas fases de llenado (acumulación), permanencia y vaciado (Figura 38). Su di-



**Figura 38.** Ciclo de llenado y vaciado de las lagunas de rebalse. Adaptado de Colonnello (2004).

námica fluvial y geología definen la composición del agua y la naturaleza de los sustratos, condicionando la presencia de cierta vegetación (Gordon *et al.* 2011), que también depende de los cambios fisicoquímicos (concentración de sedimentos, oxígeno disuelto, pH, nutrientes, color y transparencia) que ocurren durante el periodo de lluvias (Sánchez y Vásquez 1986, Hamilton y Lewis 1990a, Lewis *et al.* 2000, Rial 2000).

**Vegetación asociada.** Comunidades de macrófitas acuáticas (hierbas, arbustos y árboles). Las hierbas y arbustos de estructura y composición variable durante el ciclo

anual; en márgenes y orillas someras predominan las bioformas arraigadas emergentes. Colombia, Guainía: *Ricciocarpos natans*, *Ceratopteris pteridoides*, *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes*, *Cleome spinosa* (Rial obs. pers.). Venezuela: edo. Bolívar: *Eichhornia azurea*, *Paspalum repens*, *Oxycaium cubense*, *Ludwigia heminthoriza*, *Ludwigia sedoides*, *Limnobium laevigatum*, *Eleocharis interstincta*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Eichhornia crassipes*, *Lemna* spp, *Salvinia auriculata*, *Salvinia sprucei*, *Spirodela intermedia*, *Utricularia foliosa*, *Azolla filiculoides*, *Ceratopteris pteridoides*, *Pistia stratiotes* y *Phyllanthus fluitans* (Sánchez y



**Figura 39.** Laguna Bañador-Orinoco, estado Bolívar. Foto: E. Gordon.

Vásquez 1986, Díaz y Rosales 2006, Gordon *et al.* 2011) (Figura 39). Bajo Caura: *Ceratopteris pteridoides*, *Nymphaea cf. potamophylla*, *Utricularia cf. foliosa*, *P. repens* (Vispo y Knab-Vispo 2003). Alto Delta: *E. crassipes*, *P. repens*, *Hydrocotyle umbellata*, *Limnobium laevigatum*, *Lemna perspusilla*, *Pistia stratiotes*, *Sacciolepis striata* (Colonnello 1995). Caño Guaritico: *Naja arguta* y ecosafes terrestres de *Ricciocarpos natans*, *Eleocharis interstincta*, *E. mutata*, *Echinodorus grandiflorus*, *Salvinia auriculata*, *S. sprucei*, *Azolla filiculoides* (en lagunas someras < 50 cm) y *Fimbristylis vahlii*, *F. aestivalis* en márgenes arenosos de lagunas profundas (>1 m) sin vegetación en el espejo de agua (Rial 2009). *Eichhornia heterosperma*, *E. crassipes*, *Sagittaria guyanensis*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Leerxia hexandra* (Zoppi de Roa *et al.* 2009).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** agua, alimento (pesca subsistencia incluye moluscos y crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza -*Trichechus*

*manatus*, *Hidrochaerus hydrochaeris*, *Caiman crocodilus*, *Podocnemis* spp-), pesca ornamental, fibras (*Eichhornia* spp, *Cyperus* spp), recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales (p. e. propiedades alexitéricas de *P. stratiotes*, *E. crassipes* y *S. auriculata*), productos farmacéuticos, forraje.

**Regulación:** clima local y regional, erosión, polinización, enfermedades, control plagas y riesgos naturales, ciclo de nutrientes y remoción contaminantes.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso de la fauna silvestre (p. e. crocodílicos, tortugas, nutrias, chigüiros, venados), zonas de migración. En las lagunas, al igual que en los rebalses, ocurren etapas de desove, cría y alimentación de especies de importancia pesquera. Especies vulnerables como la tonina (*Inia geoffrensis*) o el manatí (*Trichechus manatus*) en peligro de extinción, utilizan estas áreas para su alimentación (*Paspalum repens*, *Eichhornia crassipes*,

*Mikania congesta*, *Ceratopteris pteridoides*) y refugio (Castelblanco-Martínez *et al.* 2009, Rivas *et al.* 2010).

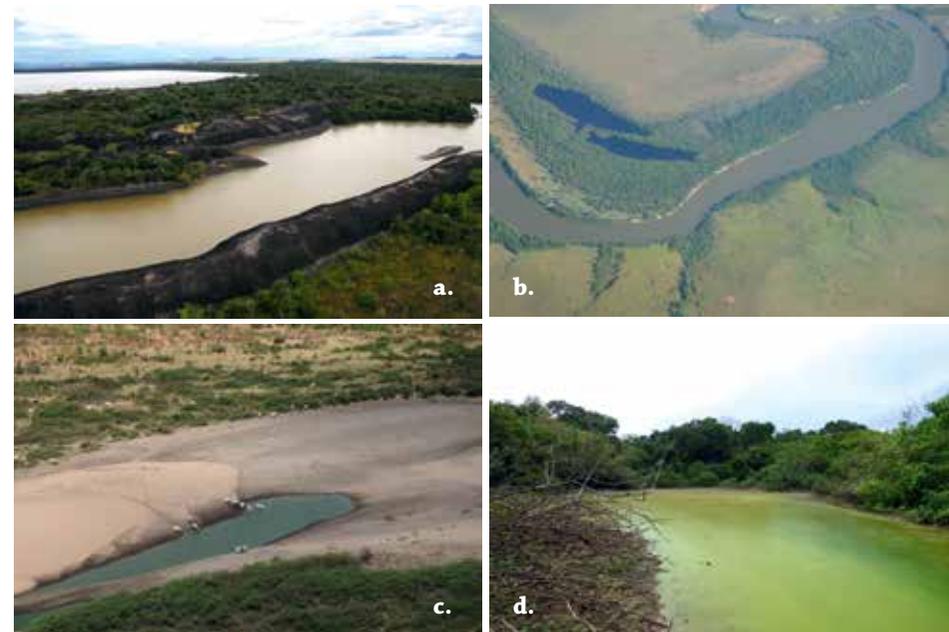
**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo, caza y pesca deportiva).

**Comentarios**

Por su cantidad y extensión, estos ambientes son un componente muy relevante de la diversidad biológica de la Orinoquia. Hamil-

ton y Lewis. (1990a) reportaron 2.294 lagunas permanentes solo entre el río Meta y el Delta, lo que corresponde al 7% de las áreas rebalsadas de este tramo del Orinoco. Sánchez y Vásquez (1986) contaron 246 en 150 km en el tramo bajo del río, 82,4% de ellas con cobertura vegetal acuática entre 1-40%.

En la figura 40 se muestran algunas lagunas de rebalse de aguas blancas y claras en la Orinoquia colombiana.



**Figura 40.** Lagunas de rebalse: a) El Pañuelo (aguas blancas), RN Bojonawi; b) río Bitá (aguas claras); c) río Ele; d) río Cravo Norte. Fotos: F. Trujillo (a, b), F. Mijares (c, d).

**Autores**

Giuseppe Colonnello, Anabel Rial y Elizabeth Gordon

**Lagunas inundables de origen pluvial**



F. Trujillo

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: Llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Arauca, Alto Orinoco, Apure, Aro, Atabapo, Bitá, Capanaparo, Caris, Caroní, Cataniapo, Caura, Cinaruco, Cuchivero, delta del Orinoco, Inírida, Guaviare, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Pao, Parguaza, Sipapo, Suapure, Tomo, Ventuari, Vichada, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela.** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Bolívar, Delta Amacuro, Barinas, Guárico, Monagas.

**Descripción**

Sistema lagunar y palustre. Léntico. Permanente o temporal. Aguas blancas, claras o negras.

Ambiente asociado a las áreas periféricas de las llanuras inundables, cuyas aguas provienen de las lluvias. Cubetas o depresiones de

la sabana de suelos arcillosos, que se llenan con el agua de lluvia y excepcionalmente en años de grandes inundaciones y desbordes, con el aporte de caños, ríos, esteros y otras lagunas circundantes. Profundidad variable de acuerdo al ciclo hidrológico anual (precipitaciones locales), someras y menos profundas que las lagunas de desborde de

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

origen fluvial (Lasso 2004). En secciones del Delta superior, que han sido confinadas por diques, hay cubetas que se llenan únicamente con agua de lluvia, al estar desconectadas de los pulsos fluviales. Los planos aluviales al sur del Río Grande, el principal distributivo del delta del Orinoco, contienen también cuerpos lagunares muy llanos al pie de las estribaciones de la Serranía de Imataca.

**Vegetación asociada.** La vegetación acuática, muy abundante durante la época de lluvias, tiende a ser escasa o incluso desaparecer en la estación seca. En Colombia en el río Inírida, departamento Guainía: *Ricciocarpos natans*, *Ceratopteris pteridoides*, *Salvinia auriculata*, *Pistia stratiotes*, *Cleome spinosa*. En el río Atabapo (aguas negras), no hay ninguna especie común a los Llanos. Se observan especies arraigadas emergentes y sumergidas de Poaceae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Solanaceae, Melastomataceae y Rubiaceae (Rial obs. pers.). En Venezuela en el río Orinoco: arraigadas emergentes en las orillas y aguas someras: *Eichhornia azurea*, *Paspalum repens*, *Oxycarium cubense*, *Ludwigia helminthorriza*, *Ludwigia sedoides*, *Limnium laevigatum*,

*Eleocharis interstincta*, *Hymenachne amplexicaulis*, flotantes: *Eichhornia crassipes*, *Lemna* spp, *Salvinia auriculata*, *Salvinia sprucei*, *Spirodela intermedia*, *Utricularia foliosa*, *Azolla filiculoides*, *Ceratopteris pteridoides*, *Pistia stratiotes* y *Phyllanthus fluitans* (Sánchez y Vásquez 1986, Díaz y Rosales 2006, Gordon *et al.* 2011). Bajo río Caura arraigadas emergentes: *P. repens*, *Ceratopteris pteridoides*; flotantes: *Nymphaea cf. potamophylla*, *Utricularia cf. foliosa* (Vispo y Knab-Vispo 2003). Llanos de Apure, solo en aguas transparentes: *Naja arguta* y ecosafes terrestres de *Ricciocarpos natans* asociada a *Eleocharis interstincta*; *E. mutata*, *Echinodorus grandiflorus*, *Salvinia auriculata*, *S. sprucei*, *Azolla filiculoides* (en lagunas someras < 50 cm) y *Fimbristylis vahlii* y *F. aestivalis* en márgenes arenosos de lagunas profundas (>1 m), sin vegetación en el espejo de agua (Rial 2009); *Eichhornia heterosperma*, *E. crassipes*, *Sagittaria guyanensis*, *Hymenachne amplexicaulis* y *Leersia hexandra* (Zoppi de Roa *et al.* 2009). Calderas-Barinas (parte alta cuenca río Apure): especies sumergidas (Rial obs. pers.). En las lagunas del Delta superior (Figura 41), hay macrófitas que se distribuyen en las orillas y espejo de agua, como las emergentes-enraizadas

(*Typha dominguensis*, *Montrichardia arborescens*, *Gynnerium sagittatum* y *Paspalum fasciculatum*) y las enraizadas de hojas flotantes (*Hydrocleis nymphoides*, *Salvinia auriculata*, *Spirodella polyrrhiza*, *Nymphaea rudgeana* y *Nymphaea cf. connardii*). También hay poblaciones extensas de *Oxycarium cubense* que se establecen en las orillas muy someras. Hacia los planos aluviales al sur del Río Grande, el principal tributario del delta del Orinoco, hay lagunas de origen pluvial cuyas especies dominantes incluyen a *Ludwigia torulosa*, *Paspalum wrightii*, *Xyris caroliniana* y *Oryza latifolia*, entre las emergentes, y *Cabomba aquatica* y *Utricularia hydrocarpa*, entre las flotantes (Colonnello 1995, 2001a). Otros sistemas lagunares presentan amplias carpetas flotantes de *Leersia hexandra*, *Eichhornia azurea*, *Utricularia inflata* y *Utricularia foliosa*, entre otras.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, alimento (pesca subsistencia incluyendo moluscos y crustáceos, pesca artesanal aunque en menor medida que las lagunas de inundación fluvial, carne de monte-caza como chigüiros, venados, báquiros o zainos, babillas, tortugas), pesca ornamental, fibras (*Eichhornia* spp, *Cyperus* spp), recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos, forraje.

**Regulación:** clima local y regional, erosión, enfermedades, control plagas y riesgos naturales, ciclo de nutrientes, remoción contaminantes y polinización.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso de la fauna silvestre, zonas de migración.

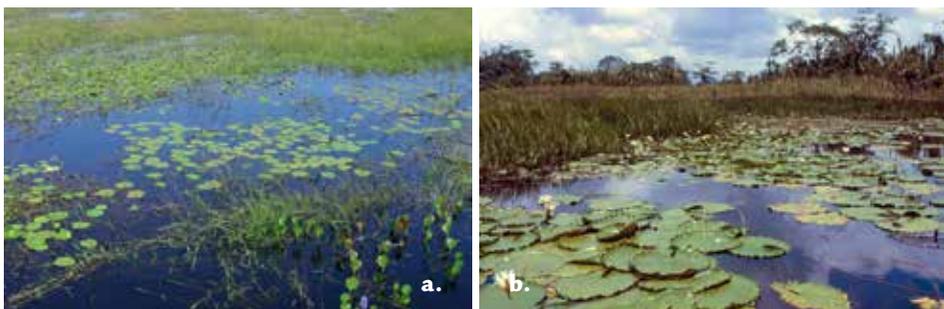
**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo y caza).

### Comentarios

Las lagunas de origen pluvial están ampliamente distribuidas en toda la Orinoquia y probablemente sobrepasan en número y superficie, a las de desborde de los grandes ríos de la cuenca. Su característica diferencial es su aislamiento de las aguas de desborde y del pulso de inundación. Generalmente son de aguas claras o transparentes (negras en la región Guayana) durante las lluvias, pero a medida que entra la estación seca, se vuelven turbias o blancas dada su poca profundidad y constante re-suspensión de sedimentos por el efecto del viento. Muchas de estas lagunas que son cerradas totalmente (endorréicas), muestran aguas de varios colores, pero es más común el color verdoso o azulado, hecho asociado a una gran abundancia de fitoplancton, algas verdeazules o fondos calcáreos en el piedemonte andino de Venezuela (p. e. laguna Azul de Calderas). Inclusive algunas de ellas están totalmente eutrofizadas -sobre todo en los Llanos- por el gran aporte de nutrientes vía deyecciones de las colonias de aves (garceros) que habitan en sus márgenes, ganado vacuno y otros vertebrados silvestres, especialmente los chigüiros (Lasso 2004). Los esteros, dada su apariencia general, pueden confundirse a veces con lagunas grandes de origen pluvial. Sin embargo, estas últimas tienen mayor profundidad y una morfología (tipo cubeta) más definida que los esteros. Las lagunas pueden encontrarse embutidas dentro de los esteros (Lasso op. cit.).

Para mayor información sobre los aspectos fisicoquímicos de las aguas de este tipo de lagunas, ver Lasso (2004): para los Llanos de Venezuela y Colonnello (1995, 2001a) para el delta del Orinoco.

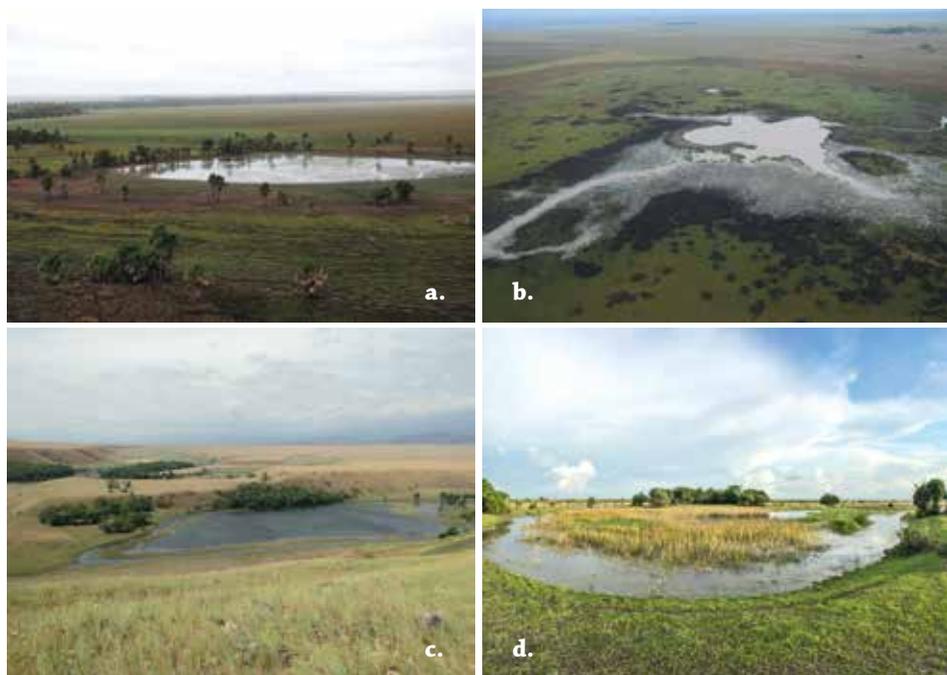
En la figura 42 se muestran diferentes lagunas de inundación de origen pluvial.



**Figura 41.** Vegetación asociada a los sistemas lagunares a) en la llanura aluvial al sur del caño Imataca; b) Las Clavellinas, Delta superior. Foto: G. Colonnello.

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES



**Figura 42.** Lagunas de origen pluvial: a- b) Casanare; c) sabana de Tame, Arauca; d) llanos de Venezuela. Fotos: F. Trujillo (a, b), F. Mijares (c), I. Mikolji (d).

## Autores

Carlos A. Lasso, Anabel Rial y Giuseppe Colonnello

## Laurelares



F. Mijares

**País:** Colombia.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos bajos).

**Subcuencas:** Arauca, Meta.

**Departamentos:** Arauca, Casanare.

## Descripción

Sistema palustre. Lótico. Temporal. Aguas claras.

Ambiente acuático con cobertura boscosa semidensa de árboles de mediano porte (8 - 12 m), dominada florísticamente por el laurel (*Nectandra pichurim*). Asociadas a cauces de caños medianos y pequeños en las sabanas inundables. En algunos sectores forman parches de vegetación densa con longitud superior a un kilómetro y ancho variable. La presencia del agua en los

cauces es estacional (temporada lluviosa), llegando a tener una columna de agua superior a los de 2 m en sitios donde la concavidad es más profunda.

**Vegetación asociada.** Orillas: *Astrocaryum jauri*, *Ouratea cf. guildingii*, *Copaifeira pubiflora*, *Ludwigia peploides*, *Andropogon bicornis*. Al interior: *Alchornea discolor*, *Eschweilera tenuifolia*, *Macrobium multijugum*, *Duroia fusifera*, *Palicourea* sp, *Psychotria* sp y *Cuphea melvilla*.

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos), ganadería extensiva, fibras, agua, recursos genéticos. Proveen madera altamente resistente a la intemperie, que se utiliza en construcción de cercas en la sabana.

**Regulación:** clima (regional y local), erosión, purificación del agua, ciclo hidrológico, balance de nutrientes, depósito de sedimentos, polinización.

**Hábitat y soporte:** banco de semillas, sitio de criadero, reproducción y alimentación de peces y fauna silvestre, especialmente tortugas.

**Comentarios**

Reportados para los ríos Cravo Norte, Casanare y Samuco (Figura 43). Aun se desconoce su funcionamiento y el papel que desempeñan como coberturas arbóreas en las sabanas naturales. De acuerdo con testimonios de pobladores de la zona, en las sabanas de Arauca y Cravo Norte, los laureles junto con los bucarales (*Erythrina* sp), han ampliado sus superficies debido a la desaparición de los grandes hatos de ganado criollo que pastoreaban en estos terrenos hace unas tres décadas. Otro factor que puede haber favorecido el aumento de los laureles es la hidrocoria, modo de dispersión que favorece la colonización de las márgenes de los caños. Otros testimonios de pobladores indican por el contrario, que en los dos últimos años los laureles han comenzado a morir generalizadamente en zonas amplias, sin que se conozcan las causas.

**Madreviejas**



F. Trujillo

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Alto Orinoco, Apure, Arauca, Atabapo, Bitá, Capanaparo, Caroní, Cataniapo, Caura, Caris, Cuchivero, delta del Orinoco, Guaviare, Inírida, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Pao, Parguaza, Portuguesa, Sipapo, Suapure, Tomo, Ventuari, Vichada, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada.

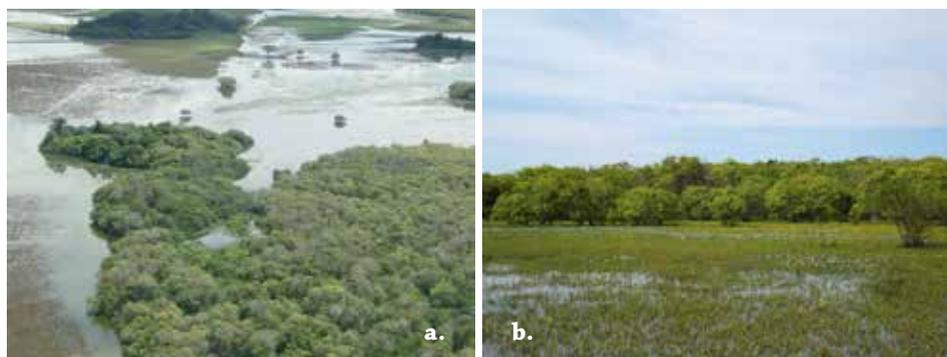
**Estados Venezuela:** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo.

**Descripción**

Sistema fluvial y palustre. Lótico o léntico. Permanente o temporal. Aguas blancas, claras o negras.

Ambiente de agua corriente o no, dependiendo de la estacionalidad. Dimensión y profundidad variables en función del tipo

de suelo y conexión hidrológica; típico de las planicies inundables de tierras bajas o ríos de abanicos trenzados en el piedemonte, generalmente en forma de herradura. Son antiguos cauces del río o caño cuyos tramos quedaron aislados de la zona activa del meandro. Se conectan con el cauce principal en aguas altas y se separan de este en



**Figura 43.** a-b) Laureales en Cravo Norte. Foto: F. Mijares.

**Autores**

Francisco J. Mijares S y Karen E. Pérez

## HUMEDALES NATURALES

aguas bajas. Suelen formarse cuando el cauce principal se subdivide en dos por la presencia de una isla. Generalmente uno de los dos canales recibe mayor caudal que el otro, con la consecuente disminución de la velocidad del agua y colmatación de sedimentos en la boca de la bifurcación y confluencia con el cauce principal (Lasso 2004).

**Vegetación asociada.** Variable en aguas altas y bajas y en los diversos hábitats. Por lo general en aguas altas, bosque inundable marginal en las orillas y *Eichhornia* spp y *Paspalum* spp, en el espejo de agua en aguas bajas. Colombia, confluencia Inírida (aguas negras) y Guaviare (aguas blancas): *Pistia stratiotes*, *E. crassipes*, *Salvinia auriculata*, *Ricciocarpos natans*, *Ceratopteris pteridoides* (ecofase acuática) (Rial obs. pers.). Madreviejas de los llanos venezolanos (sistemas de aguas claras), espejo de agua sin vegetación acuática alguna; orillas de suelos arenosos: *Fimbristylis vahlii* y *Fimbristylis aestivalis* (Rial 2009). Cuenca del Caroní (aguas negras) bosques marginales y varias especies de Poaceae y Cyperaceae en las orillas, *Montrichardia arborescens*, *Nymphaea rudgeana*, *Polygonum* sp y *Cabomba furcata* en el cauce principal (Rial datos no publicados).

## Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia incluyendo moluscos y crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos), pesca ornamental, fibras, leña y productos forestales maderables, agrícola, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos y agua.

**Regulación:** clima local y regional, erosión, enfermedades, control plagas, polinización y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso durante la época de aguas bajas, zonas de migración.

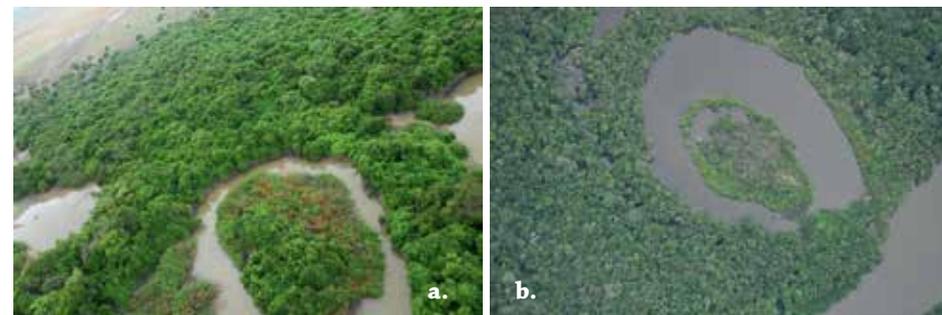
**Culturales:** valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva).

## Comentarios

Las madreviejas adquieren identidad propia en la estación seca o de máximo estiaje, cuando están aisladas del río. De formar parte del mismo cauce del río o caño en aguas altas y conducir agua (sistema lótico durante ese periodo), pasa a ser un hábitat léntico en aguas bajas al perder la conexión, de ahí que muchas veces sean llamadas lagunas por los lugareños. Así, pasan de tener una fauna acuática típicamente de aguas corrientes e incluso migratoria (peces) en aguas altas, a otra con especies del tipo residente, característica de aguas lénticas. Tras las primeras lluvias y en cuanto el nivel hidrométrico del río o caño sube, se conectan nuevamente al cauce principal y funcionan como un brazo más del río. Ciertas madreviejas antiguas pueden interconectar durante el periodo lluvioso y durante las inundaciones, partes nuevas del canal principal o interconectar dos ríos entre sí. (p. e. Caño Falcón) (Mago-Leccia 1970, Machado-Allison 2005).

Son muy fáciles de reconocer desde un avión, imágenes satelitales o en fotografías aéreas dada su forma de herradura, siempre cerca de las zonas convexas (codos) de los cauces fluviales o meandros (Figura 44). Muchas de ellas nunca vuelven a conectarse con el río, se convierten en lagunas o tras un proceso de sucesión son colonizados por especies vegetales terrestres. Aun así, son fácilmente perceptibles.

## HUMEDALES NATURALES



**Figura 44.** Madreviejas de la cuenca del río Bitá: a) aguas blancas; b) aguas claras. Fotos: F. Trujillo.

En el Delta superior, algunos caños, como el caño Tucupita que conectaba el caño Mánamo con el caño Macareo, y que quedaron encerrados entre diques construidos para evitar inundaciones, perdieron su funcionalidad al no transportar ya agua y funcionan hoy día como una madrevieja. Su paso por diferentes poblaciones, ha causado que se halle completamente contaminado (pH: 6; conductividad: 280  $\mu\text{S cm}^{-2}$ ; OD. superficie: 0,2  $\text{mg l}^{-1}$ ; OD. profundidad: 0  $\text{mg l}^{-1}$ ; transparencia: 40 cm.

En él se establecen comunidades densas de *Eichhornia crassipes*, *Paspalum repens*, *Echinochloa polystachya* y *Pistia stratiotes*, pero también se encuentran: *Azolla* spp, *Lemna* spp, *Limnobium laevigatum* e *Hydrocotyle umbellata*, formando parches de docenas de metros cuadrados (Colonnello 1995, 1996). La composición y ecología de las comunidades de peces de las madreviejas en los llanos venezolanos ha sido estudiada por Lasso *et al.* (1992). En inglés se denominan “oxbow lakes”.

## Autores

Carlos A. Lasso, Anabel Rial y Giuseppe Colonnello

## Manglares del delta del Orinoco



A. Fernández

**País:** Venezuela.

**Región:** Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Delta (caño Mánamo, caño Macareo y Río Grande).

**Estados Venezuela:** Delta Amacuro, Monagas.

### Descripción

Sistema fluvial y marino-estuarino. Lótico. Permanente. Aguas blancas (grandes distributarios), claras o negras (cuencas de drenaje interiores), aguas salobres e incluso marinas en marea alta.

Ambiente acuático caracterizado por la presencia de bosques (ocasionalmente matorrales o herbazales en el sotobosque), permanentemente anegado, con dos tipos de comunidades monoespecíficas

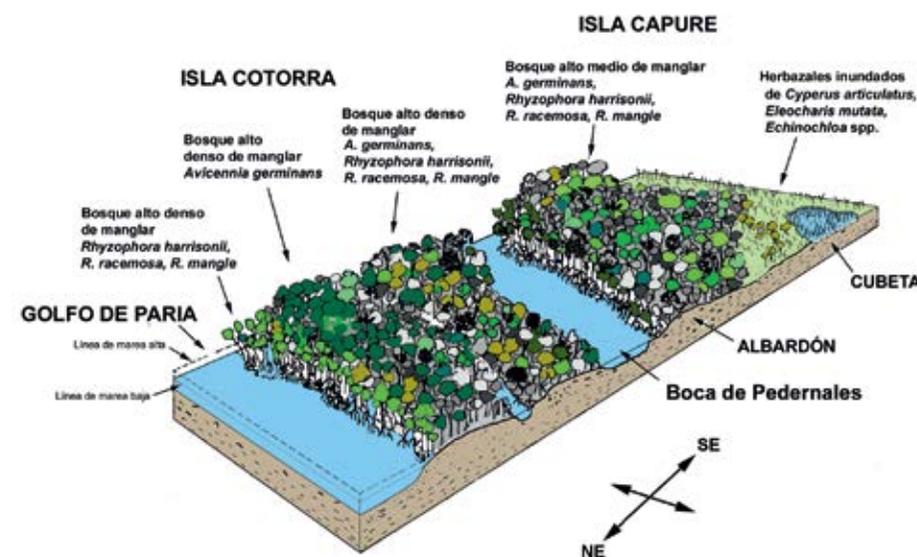
de *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* y tres mixtas con la combinación de las tres especies del género *Rhizophora*, de *R. harrisonii*-*A. germinans*-*L. racemosa*-*C. erectus* y la de *L. racemosa*-*A. germinans* (Figura 45) (Canales 1985, González-Boscán 2011). Ambientes de progradación de baja salinidad (sectores costa sureste de isla Tobejuba); deposicionales y erosivos de salinidad media (cerca a sectores del noroeste del caño Mariusa). Gradientes salinos decrecientes hacia el interior de los

caños. La salinidad, factor determinante en el establecimiento de las comunidades de mangle, varía estacionalmente con las crecientes periódicas de los distributarios y las mareas (p. e. entre 2 y 9 ppm en Pedernales en el caño Mánamo) (Olivares y Colonnello 2000). Suelos arcillo-limosos hasta arenosos, en general mal drenados.

**Vegetación asociada.** Sotobosque bajo herbáceo, especies halófitas, tolerantes a la salinidad: *Acrostichum aureum*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Crinum erubescens*, *Crenea maritima*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora harrisonii*, *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Spartina alterniflora* organizadas en varios ensamblajes de acuerdo al sustrato, agua, salinidad y dinámica fluvial (Ambioconsult 2004) (Figura 46). Aparte de los dos tipos

de comunidades monoespecíficas, la de *L. racemosa* y la de *A. germinans*, y las tres mixtas mencionadas en la descripción ocurren múltiples estadios sucesionales. Por ejemplo, cohortes de plántulas de *Spartina alterniflora*, *Avicennia germinans* y *L. racemosa* (desembocadura de los caños Mánamo, Pedernales y Guanipa y Mariusa); *R. harrisonii* y *R. racemosa* (región Merejina).

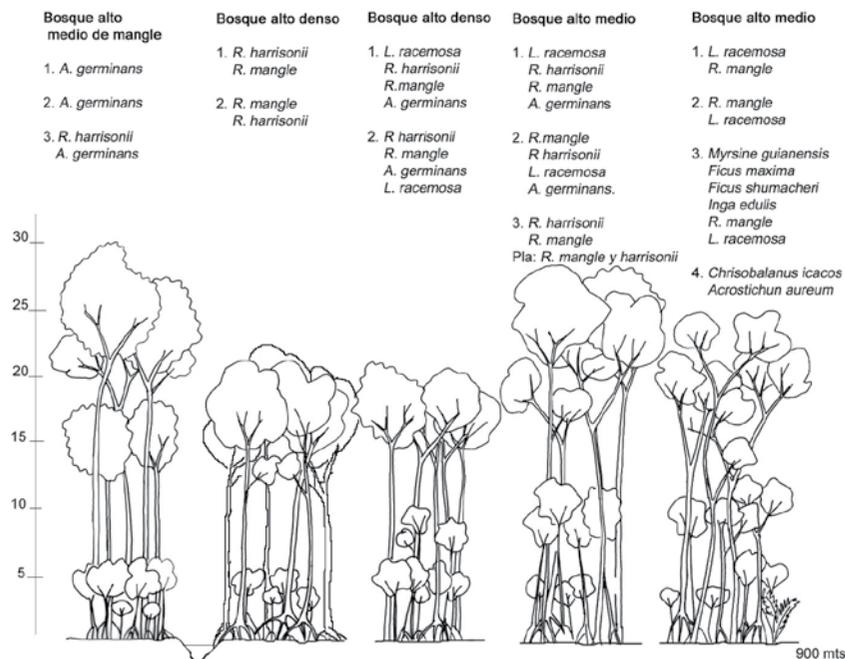
Por la acción fluvial, los sedimentos progredan hacia el mar (ambientes salinos), pero las crecientes anuales “lavan” posteriormente los sustratos generando gradientes salinos, nutricionales y de anoxia en los sustratos, permitiendo el establecimiento de especies no halófitas tales como *Pterocarpus officinalis*, *Simphonia globulifera*, *Terminalia dichotoma*, *Virola surinamensis* (González-Boscán 1999, 2011).



**Figura 45.** Esquema de la isla Cotorra e isla Capure en la desembocadura del caño Mánamo, delta inferior, mostrando la vegetación halófitas. Fuente: Colonnello (2004).

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES



**Figura 46.** Esquema de comunidades de mangle en el sector costero de la isla Mariusa. Los números indican el estrato en cada comunidad en un transecto de 900 m. Elaborado con base en Ambioconsult (2004).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** agua, alimento (pesca subsistencia incluye moluscos y crustáceos, pesca artesanal, pesca comercial camarónera, carne de monte-caza, frutos) (Wilbert y Ayala Lafée-Wilbert 2007, Lasso y Señaris 2008, Lasso y Sánchez-Duarte 2011); fibras, leña y productos forestales maderables, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales (*Rhizophora* spp, *Hernandia guianensis*, Wilbert 2001), productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local y regional, polinización, erosión, enfermedades, control plagas y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso de muchos peces de interés comercial, aves (p. e. *Eudocimus ruber*, *Cairina moschata*, *Phoenicopterus ruber*, Psittacidae), mamíferos y reptiles (Lasso y Señaris 2008), zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagrada, para las comunidades indígenas; valores estéticos y recreativos (ecoturismo, caza y pesca deportiva).

**Comentarios**

Los troncos y varas de mangle han sido muy explotados. Sin embargo, la alta tasa de repoblamiento y la continua extensión

de los planos deposicionales, atenúa este impacto. Se reconocen ocho amenazas a la biodiversidad acuática asociada a los manglares del delta del Orinoco (Lasso y Sánchez-Duarte 2011): a) dragado de los fondos y aumento de la sedimentación; b) contaminación aguas arriba y en el propio delta; c) impactos potenciales de las actividades petroleras; d) deforestación de manglares; e) cierre del caño Manamo; f) introducción de especies; g) ausencia o falta de aplicación de las leyes en la explotación de otras especies comerciales

aparte del camarón (*Litopenaeus schmitti*, *Farfantepenaeus subtilis* y *Xiphopenaeus kroyeri*) y los peces; h) pesca camarónera de arrastre. Estas pueden ser más evidentes en algunos caños o sectores del Delta, pero finalmente afectan a todo el sistema interconectado y ampliamente interdependiente.

En la figura 47 se observan diferentes manglares del delta del Orinoco.



**Figura 47.** Manglares del delta del Orinoco: a) caño Pedernales; b) caño Manamo; c) caño Sabaneta, afluente de caño Macareo; d) caño Macareo. Fotos: C. A. Lasso.

**Autores**

Giuseppe Colonnello y Carlos A. Lasso

## Maporales o chaguaramales



G. Colonnello

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales de la Provincia geológica Imataca sobre suelos fértiles).

**Subcuencas:** Arauca, Apure, Caroní, Delta, Meta, Vichada.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela.** Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Lara.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Permanente. Aguas blancas o claras.

Ambiente caracterizado por la dominancia de la palma *Roystonea oleracea* (Jacq.) O. F. Cook, que forma comunidades leñosas que alcanzan hasta 35 m de alto, boscosas, semi-caducifolias, de tres estratos de árboles

y un sotobosque herbáceo; ocupan depresiones del terreno sometidas a inundación estacional o permanente; asociada a cursos de agua o influenciada por sus desbordes estacionales, ocasionalmente relacionadas con drenajes de tierras altas en mesoambientes edáficos saturados. Presenta dos facies: de dominancia absoluta de *R. oleracea* en suelos predominantemente

orgánicos (en cuyo caso las aguas tienden a ser negras) o de co-dominancia en suelos fundamentalmente minerales (Rosales *et al.* 1993, Colonnello *et al.* 2009). También en humedales costeros con bajos niveles de salinidad, asociada a las especies de mangle (González-Boscán 2011, Colonnello *et al.* 2009, Colonnello *et al.* en preparación).

**Vegetación asociada.** *Andira inermis*, *Triplaris* spp, *Pterocarpus officinalis*, *Inga* spp, *Tabebuia rosea*, *Coccoloba* spp, *Ficus* spp, *Erythrina fusca*, *Attalea butyracea*, *Sabal mauritiiiformis*, *Hura crepitans*, *Spondias mombin*, *Bactris major*, *Heliconia* spp, *Calathea* spp y *Carludovica palmata*, entre otras.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** alimento (pesca de subsistencia de moluscos y crustáceos, carne de monte-caza, frutos), mascotas (recolección de nidos y ejemplares de psitácidos: loros, pericos y guacamayas) para la venta, fibras, leña y productos forestales maderables (principalmente *Tabebuia rosea*), recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos y agua. Construcción de viviendas rurales (a través del empleo de la corteza del tronco), extracción de juveniles de *Roystonea* para el ornato de ciudades en Venezuela y el Caribe (islas de Curazao y Aruba).

**Regulación:** clima local y regional, erosión, enfermedades, control plagas, polinización y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento, migración, descanso) de aves psitácidas, algunas de las cuales están en condición vulnerable o en peligro. Área de refugio de mamíferos silvestres en condición de vulnerabilidad como primates (*Cebus* spp, *Alouatta* spp) y mustélidos (*Eira barbara*, *Galictis vittata*).

**Culturales:** valor espiritual (para las comunidades criollas); valores estéticos y recreativos (ecoturismo, caza y pesca deportiva) (Colonnello y Grande 2010); áreas potenciales para la explotación de peces ornamentales.

### Comentarios

La palma chaguaramal o mapora está incluida en la categoría Casi Amenazada en Colombia (Calderón *et al.* 2005). En Venezuela, las comunidades de esta especie, anteriormente abundantes, son en la actualidad un relictos en la mayor parte de su área de distribución, debido a las actividades agropecuarias en el centro y occidente del país. Reportada para el río Apure (ríos Caparo, Sarare, Turbio y Masparro) y delta del Orinoco (caño Mariusa). A pesar de que *Roystonea oleracea* es reportada para Colombia (Zona 1996), no se conocen registros de comunidades densas con dominancia de esta especie (chaguaramales).

En la figura 48 se muestran algunos chaguaramales en diferentes estado de conservación.



**Figura 48.** Chaguaramales: a) afectados por la sedimentación de las depresiones en las que se encuentran y por la quema en las las plantaciones de caña que los rodean, estado Yaracuy; b) anegado, bosque Caimital, estado Barinas; c) chaguaramal al que se ha eliminado el bosque acompañante, estado Lara; d) *Heliconia episcopalis*, propia de los maporales de la Reserva Forestal de Caparo, estado Barinas. Fotos: G. Colonnello.

**Autores**

Giuseppe Colonnello y José Grande

**Mijaguales**



C, Marrero

**País:** Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos).

**Subcuencas:** Apure.

**Estados en Venezuela:** Barinas y Portuguesa.

**Descripción**

Sistema palustre. Léntico. Permanente. Aguas claras.

Ambiente caracterizado por comunidades boscosas de hasta 30 m de altura, dominadas por el mijao, *Anacardium excelsum* (Bertero ex Kunth) Skeels, extendido generalmente a lo largo de los ríos y siempre cerca de corrientes subterráneas de agua. Suelos arenosos, Udorthentic - Chormusterst (Schargel 1970) llegando a formar en algu-

nas áreas rodiales densos casi únicos de esta especie (Monasterio y Sarmiento1971).

**Vegetación asociada.** *Roystonea oleracea* (mapora), *Bactris major*, *Syagrus sancona* (palma sarare), *Sabal mauritiformis* (palma redonda). Heliconias y especies siempreverdes: *Protium heptaphyllum* (tacamajaca), *Ormosia macrocalyx* (peonio), *Licania apertata* var. *aperta* (mamoncillo) y *Nectandra turbacensis* (Aymard 2005, Aymard y González-Boscán 2007, Marrero 2011).

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua (son centros de provisión durante la época seca), alimento (pesca subsistencia, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos), pesca ornamental, fibras, leña y productos forestales maderables, agrícola (sectores utilizados para siembras temporales y rápidas como maíz patilla y melón entre otros), de esta vegetación se pueden obtener medicinas naturales.

**Regulación:** clima local.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero para la fauna silvestre.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares sagrados en santería); valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva).

### Comentarios

En Venezuela la especie *Anacardium excelsum* que caracteriza estos ambientes, se encuentra en veda según Resolución Ministerial N° 217 de fecha 23-05-2006, debido a la disminución de sus poblaciones naturales por la destrucción de su hábitat y la explotación de su madera, incluso en las reservas forestales como en Caparo (edo. Barinas), donde es una especie rara. El mijao también puede crecer de manera prolífica pero no dominante, como elemento del bosque de galería, en cuyo caso no se denominan mijaguales. El uso del vocablo para designar este tipo de ambiente está extendido por la región de los llanos, denominando tres centros poblados en el estado Portuguesa: Mijagual, Mijagualito y la Colonia de Mijagual. Los mijaguales se distribuyen en la parte alta de los ríos Portuguesa, Guanare y Las Marías entre otros (Figura 49). No hay registros de herbario (COL, FMB) de esta especie en los Llanos de Colombia.

### Morichales



F. Trujillo

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Alto Orinoco, Apure, Arauca, Atabapo, Bitá, Capanaparo, Caris, Caroní, Casiquiare, Caura, Cinaruco, Cuchivero, delta del Orinoco, Guaviare, Inírida, Meta, Morichal Largo, Pao, Pargüaza, Suapure, Sipapo, Tomo, Ventuari, Vichada.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Guárico, Monagas.

### Descripción

Sistema fluvial. Lótico, en ocasiones léntico. Permanente. Aguas claras o negras.

Ambiente de agua corriente de dimensión y profundidad variable; nacimiento (origen) en depresiones en las planicies o en los valles (mesas) de las sabanas altas (Ve-

nezuela) y altillanura (Colombia). Constituido por dos subsistemas: uno terrestre dominado por *Mauritia flexuosa* (Figura 50) y otro lótico (fluvial) (González-Boscán y Rial 2011). Aguas transparentes claras o coloreadas (ocre) por el material orgánico (húmico) disuelto; relativamente frías -respecto al ambiente-, pH ácido, oxigenadas,



**Figura 49.** Mijaguales del estado de Portuguesa: a) no inundado; b) inundado. Fotos: C. Marrero.

### Autores

Crispulo Marrero, Douglas Rodríguez-Olarte y Anabel Rial

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES



**Figura 50.** *Mauritia flexuosa*: a) llanos bajos inundables de Venezuela; b) Cravo Norte, Arauca, Colombia. Foto: I. Mikolji (a), F. Mijares (b).

pobres en nutrientes (Mesa y Lasso 2013, Mora-Polanco *et al.* 2008 Vegas-Vilarrubia *et al.* 1988a) y baja capacidad amortiguadora (buffer) debido a su paso por los sustratos orgánicos profundos desde los acuíferos (González-Boscán y Rial 2011). En el Orinoco se diferencian tres tipos: a) de altiplanicie: conformado por un subsistema terrestre y uno lótico adyacente, asociado a ejes fluviales que reciben aportes hídricos permanentes de acuíferos libres; b) de Delta: en planos de turba del delta medio e inferior del Orinoco; c) de transición: en todos los paisajes en donde gradualmente las especies arbóreas suplantando en altura a la palma de moriche en una sucesión hacia

el bosque de pantano (González-Boscán y Rial *op cit.* ); no obstante es oportuno señalar que hay comunidades en el Delta donde la palma forma un estrato emergente.

**Vegetación asociada.** En las sabanas inundables de morichal: *Andropogon bicornis*, *Panicum parvifolium*, *Cyperus haspan*, *Ludwigia nervosa*, *Tonina fluviatilis* y *Conoclea aquatica*. En los morichales cerrados: *Symphonia globulifera*, *Virola surinamensis*. En los morichales abiertos: *Virola surinamensis*, *Heliconia psittacorum*, *Montrichardia arborescens*, *Eleocharis interstincta*. En el morichal de transición: *Symphonia globuli-*

*fera*, *Calophyllum brasiliense*, *Sapium granulatum* (Fernández 2007). Los morichales llaneros de Colombia y Venezuela tienen asociadas 95 especies de plantas acuáticas, en el conjunto de sus diversas fisonomías (ver Capítulo 3).

**Servicios ecosistémicos y usos**

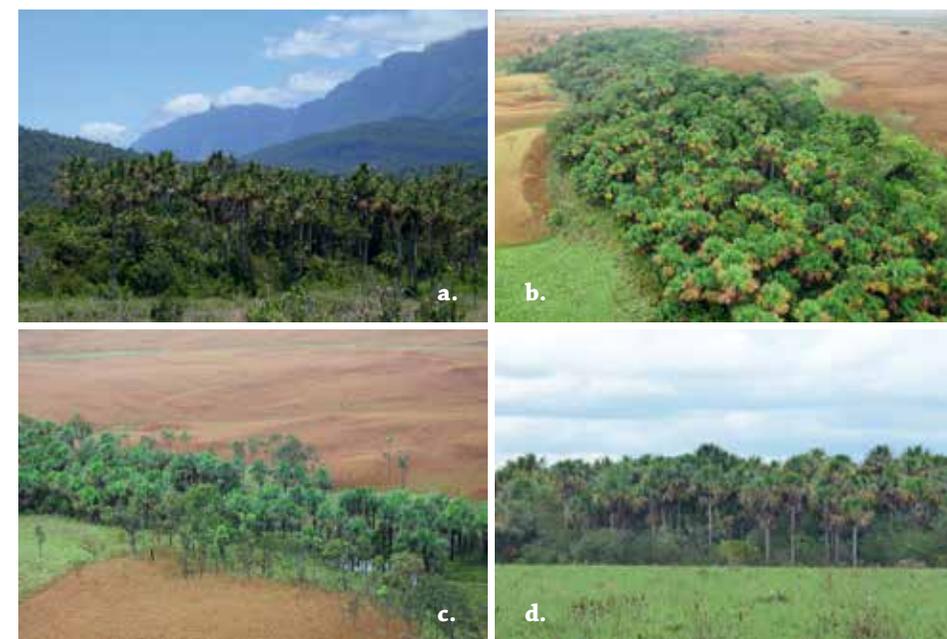
**Provisión:** alimento (pesca subsistencia, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos), ganadería extensiva, pesca ornamental, fibras, agua (reserva de agua en sequía), recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos.

**Regulación:** balance hídrico, depuración y reducción de la contaminación, manteni-

miento de acuíferos, drenaje y movimiento lateral del agua, fijación de carbono (González-Boscán y Rial 2011), clima local y regional, erosión y sedimentación por actividades antrópicas, polinización y riesgos naturales (incendios).

**Hábitat y soporte:** áreas refugio y criadero (reproducción, crecimiento, migración, descanso) de la fauna acuática y silvestre, incluyendo mamíferos, reptiles y aves (Colonnello *et al.* 2011a, Ojasti 1986).

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas para las comunidades indígenas); valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva) (Machado-Allison 1987, 2005, Machado-Allison *et al.* 2011, 2013).



**Figura 51.** Morichales: a) Cucurital, Guayana venezolana; b-c) cuenca del río Bitá; d) Cravo Norte, en Colombia. Fotos: G. Colonnello (a), F. Trujillo (b, c), F. Mijares (d).

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

**Comentarios**

Su fragilidad ambiental amerita conservación urgente (Lasso y Rial 2013a, Machado-Allison 2005, Machado-Allison *et al.* 2011 2013, Pérez-Hernández 1983). Constituye un corredor ecológico de gran importancia en áreas de sabana (Lasso obs. pers.). En Venezuela existen normas para su protección y han sido incluidos en el libro rojo de los ecosistemas venezolanos, pero en Colombia no existe ningún tipo de pro-

tección (Lasso y Rial 2013b). Para mayor información sobre la terminología, tipos de agrupación, geoquímica, biodiversidad acuática, distribución y amenazas sobre los morichales se recomienda consultar a Lasso *et al.* (2013). Para la clasificación de los micro-hábitats se recomienda consultar a Nakamura *et al.* (2004) y Pérez (1984).

En la figura 51 se muestran morichales en diferentes regiones de la Orinoquia.

**Autores**

Antonio Machado-Allison, Anabel Rial y Carlos A. Lasso



Morichales en época de lluvias. Foto: F. Trujillo

**Palmares llaneros**

A. Rial

**País:** Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: Llanos altos, medios y bajos).

**Subcuencas:** Apure.

**Estados Venezuela:** Apure, Cojedes, Guárico, Portuguesa.

**Descripción**

Sistema fluvial y palustre. Lótico o léntico. Temporal. Aguas blancas o claras.

Ambiente de sabana inundable con dominancia de la palma llanera *Copernicia tectorum* (Kunth) Mart. (Arecaceae), esparcidas o formando colonias. Tipo de vegetación llanera (Huber *et al.* 2006) abundante en sabanas inundables, muy secas en verano y permanentemente inundadas en lluvias, formando comunidades densas y puras de

sabana o en asociación con un bosque seco ralo, dependiendo de la profundidad e intensidad de inundación de los suelos arcillosos. Durante la época de sequía el fuego penetra frecuentemente en estos ambientes y contribuye al mantenimiento de una flora relativamente empobrecida y adaptada a este factor ecológico.

**Vegetación asociada.** Gramíneas, ciperáceas y diversas especies de plantas acuáticas propias de la sabana inundable.

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** agua, alimento, estantillos para las cercas, las hojas les garantizan los mejores techos, tanto para la fabricación de cestería como de chinchorros, sombreros y otros accesorios (Galeano y Bernal 2010, Torres *et al.* 2011). Se dice que los tallos sumergidos en el agua, pueden durar hasta 40 años (Galeano y Bernal 2010). Los frutos son forrajes esenciales para el ganado, fibras, frutos, leña y productos forestales maderables; recursos genéticos.

**Regulación:** balance hídrico, mantenimiento de acuíferos, drenaje y movimiento lateral del agua, clima local y regional, erosión y sedimentación por actividades antrópicas y riesgos naturales (incendios).

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento), descanso, alimentación y refugio de fauna acuática y silvestre, zonas de migración.

**Culturales:** valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva).

**Comentarios**

Especie emblemática del estado Guárico (Venezuela). También denominado palmar de *Copernicia* que alterna con sabanas inundables.

dables. No debe confundirse con morichales de *Mauritia flexuosa*, palmares de pantano de *Roystonea venezuelensis* o palmares de lodazal de *Mauritia minor*. No obstante, los palmares llaneros también pueden ser ambientes caracterizados por la palma de corozo (*Acrocomia aculeata*) (Jacq.) Lodd. ex Mart., en cuyo caso las comunidades son menos densas. En los palmares siempre hay agua a nivel freático, más la proveniente de las lluvias o de los desbordos de los caños y ríos. La fauna propia de estos ambientes suele habitarlos durante todo el año, salvo las especies migratorias que se desplazan en la entrada o salida de aguas.

La información sobre su presencia en la Orinoquia colombiana es dudosa, ya que si bien Pintaud *et al.* (2008) señalan su distribución en las sabanas inundables en la parte norte de los Llanos colombianos, el trabajo de revisión más reciente sobre las palmas de Colombia (Galeano y Bernal 2010) no hace mención a ellas en dicha región. En Colombia esta palma crece en grandes poblaciones en sabanas inundables de la región Caribe, desde Sucre hasta La Guajira, extendiéndose por el sur hasta los alrededores de Mompós y Bosconia (Galeano y Bernal *op cit.*). *Copernicia tectorum* está incluida en lista roja de especies amenazadas de la UICN (Bachman 2013, Rodríguez *et al.* 2010).

**Palmares de pantano del delta del Orinoco**

G. Colonnello

**País:** Venezuela.

**Región:** Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta medio e inferior).

**Subcuencas:** Delta (caño Mánamo, caño Macareo y río Grande).

**Estados Venezuela:** Delta Amacuro y Monagas.

**Descripción**

Sistema palustre. Léntico. Permanente o temporal. Aguas claras o negras. Excepcionalmente pueden recibir aportes alóctonos de aguas blancas, las cuales se transforman por procesos físicos y químicos subsiguientes.

Ambiente acuático caracterizado por la presencia de palmares (comunidades de *Mauritia flexuosa* Mart) o formaciones mixtas de palmas y herbazales cuando dichos ambientes han sido alterados. Los sustratos se encuentran permanentemente saturados y temporalmente anegados.

Comunidades leñosas de hasta 22 m de altura (frecuentemente 15 m), de dos a tres estratos (Figura 52). Estructura y flora variable de acuerdo a las distintas fases de sucesión en las que se encuentre (herbazales-palmares-bosques de pantano con palmas), donde las palmas condicionan, con la formación de cúmulos de materia orgánica (pecíolos hojas megáfilas de hasta 6 m de largo capiteles y vainas, inflorescencia, e infrutescencias), un microrelieve de montículos. Se desarrollan sobre planicies de turba (sustratos orgánicos que yacen sobre arcillas marinas), generalmente en una posición intermedia del apenas per-

**Autores**

Anabel Rial y Carlos A. Lasso

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

ceptible gradiente topográfico, con anoxia a nivel radical y situados entre los bosques de pantano y los herbazales. Los sustratos superficiales (Histosoles), se hallan permanentemente embebidos y muestran una lámina de agua temporal o permanente. Al igual que en los bosque de pantano, la materia orgánica está pobremente descompuesta con altos valores de acidez, oligotrofia y anoxia. Las especies presentes están adaptadas a estas condiciones, como lo refleja su morfología y fisiología (Ambioconsult 2004, González-Boscán 1999, 2011). Se encuentran principalmente en el delta medio e inferior del Orinoco entre los caños Mánamo y Macareo donde ocupan extensiones mayores de 500 ha. En el Delta inferior forma frecuentemente parches (ca. 30 ha) con forma alargada y alineados con la dirección de los vientos predominantes (SO-NO), que son el resultado de la acción del fuego sobre los herbazales de *Lagenocarpus guianensis*, que los rodean, y que

delinean y reducen la estructura y flora de estas “islas” de morichal.

**Vegetación asociada.** *Symphonia globulifera*, *Pterocarpus officinalis*, *Tabebuia insignis* var. *monophylla*, *Virola surinamensis*, *Calophyllum brasiliense*, *Chrysobalanus icaco* y *Euterpe oleracea*, entre otras especies arbóreas típicas de los bosques de pantano, en el estrato medio. Como especies restringidas a los palmares de pantano del Delta están *Rapatea paludosa* y la palma multicaule *Bactris campestris*, conformando el estrato bajo junto con *Montrichardia arborescens* (González-Boscán 1999, 2011, Colonnello 2001).

#### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** *Mauritia* es una de las palmas junto con *Euterpe oleracea* y *Manicaria saccifera*, más utilizadas por los indígenas de la etnia Warao en el Delta, alimento

(pesca de subsistencia de la guarapita o Joku, moluscos y crustáceos, carne de monte-caza, frutos), agua, fibras, leña y productos forestales maderables por las comunidades Warao (Lasso *et al.* 2004a, Ayala Lafée-Wilbert y Wilbert 2012), recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales y productos farmacéuticos.

**Regulación:** clima local y regional, polinización, erosión, enfermedades, control plagas y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso para la fauna silvestre (psitácidos) y acuáticas (Colonnello 2011), zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso. Especies curativas para las comunidades indígenas: *Euterpe oleracea*, *Mauritia flexuosa*, *Costus scaber*, *Pterocarpus officinalis*, *Virola surinamensis* (Wilbert 1996, 2001); valores estéticos y recreativos (ecoturismo, caza y pesca deportiva).

#### Comentarios

Los palmares de *Mauritia* del Delta han sido considerados dentro del término morichales (González-Boscán y Rial 2013, González-Boscán 2011). Ambos tipos de comunidad comparten la dominancia de la palma *Mauritia flexuosa* -y algunas otras especies acompañantes-, los sustratos orgánicos formados sobre materiales aluviales (o arcillas marinas) y las condiciones hidrológicas. En el Delta, los palmares de pantano ocupan extensas planicies de explayamiento, a veces muy alejadas de la influencia fluvial; mientras que los morichales forman corredores de vegetación ribereña a lo largo de depresiones en sabanas altas o altiplanicies. En este caso, el plano aluvial adyacente al eje fluvial (topográfica-

mente análogo al plano de explayamiento), es relativamente estrecho pero igualmente cubierto de suelos orgánicos saturados.

Los indígenas Warao, la etnia presente en estos territorios, pueden causar, cuando sus poblaciones son altas en determinadas áreas, una fuerte perturbación antrópica con las actividades de subsistencia que llevan a cabo en los palmares, que incluyen la cacería, colecta de yuruma o fécula del tallo de *Mauritia flexuosa* (Figura 53), larvas de coleópteros (*Rhynchophorus palmarum*) y extracción para la venta de pichones de loros y guacamayas-psitácidos-, materiales de construcción (*Euterpe oleracea*) y pesca. Ello activa procesos degradantes de los bosques de pantano y palmares que, por medio de fuegos recurrentes, pueden ser colonizados por herbáceas y transformarse en herbazales (*Lagenocarpus guianensis*, *Blechum serrulatum*). Simultáneamente, en otras áreas, pueden observarse procesos contrarios, del tipo sucesional cuando las perturbaciones cesan, por los cuales se restituyen las comunidades leñosas (Colonnello 2001, Colonnello *et al.* 2011a, González-Boscán 2011). Igualmente, de forma natural, los límites de los palmares en su contacto con los herbazales avanzan y retroceden dependiendo de varios actores asociados a ciclos de sequía extrema (cada seis años). En periodos “húmedos” los propágulos de especies leñosas y palmas avanzan (por medio de zoocoría) sobre los herbazales, mientras que en los años “secos” se expanden los herbazales por los fuegos que se favorecen por los incrementos de biomasa seca presente en los herbazales y la turba (González-Boscán 2011).

En cuanto a la pesca de subsistencia es importante señalar a la especie *Erythrinus erythrinus* (guarapita o Joku). En primer lugar porque es la especie más importante



**Figura 52.** Perfil de un palmar de pantano en el Delta medio (caño Guacajara). Fuente: Colonnello (2001).



## Platanillales



G. Colonnello

**Otros nombres:** platanillo (Colombia, Venezuela), bijao (Venezuela).

**País:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: delta superior y medio).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Guaviare, Meta, Ventuari, Vichada.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guainía, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas, Anzoátegui, Bolívar, Delta Amacuro, Guárico, Monagas, Portuguesa.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas blancas o claras (de desborde o de origen pluvial).

Ambiente acuático que se forma en áreas sujetas a inundación temporal, con

profundidad de hasta 1,5 metros y de tipo estacional. Comunidad vegetal constituida principalmente por el platanillo (*Heliconia marginata*) y por el bijao o platanillo (*Heliconia psittacorum*) (Figura 54). Suelos arcillosos poco permeables, ocasionalmente arenosos, fértiles, ligeramente ácidos y con

**Figura 53.** Mujeres Warao, procesando la fécula de la palma *Mauritia flexuosa*, en un palmar de pantano del Delta inferior. Foto: A. Meyer.

en la pesca de subsistencia -al menos durante el periodo de salida de aguas- y en segundo lugar, por sus hábitos de vida especializados. Entre estos resalta la resistencia a las condiciones anóxicas y su aparente estivación en los palmares de pantano durante la sequía. Al parecer esta especie puede enterrarse hasta el nivel freático durante la sequía. Con las primeras lluvias las guarapitas emergen al morichal inundado, se alimentan, adquieren un tamaño y peso adecuado, momento en el que son pesca-

das. Su abundancia, precisamente cuando los otros recursos escasean, le confieren a la población indígena Warao una dependencia casi total de esta especie (Lasso *et al.* 2004a). Por último, es oportuno mencionar que una parte de los palmares de pantano del Delta inferior entre los caños Mánamo y Macareo, ca. 200 ha, se encuentran protegidos por la figura de Reserva de Biósfera del Delta del Orinoco, que tiene como núcleo al Parque Nacional Mariusa (Ambioconsult 2004).

### Autores

Giuseppe Colonnello y Carlos A. Lasso



## Pozos de médanos



**Figura 54.** Platanillo (*Heliconia* sp). Foto: G. Colonnello.

I. Mikolji

niveles bajos de aluminio. Este humedal puede estar en las márgenes de los ríos o formando grandes extensiones sobre planicies inundables de origen pluvial.

**Vegetación asociada.** *Echinodorus* spp, Cyperaceae (*Cyperus* spp, *Eleocharis* spp).

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, pesca subsistencia, fibras, recursos genéticos, productos bioquímicos, productos farmacéuticos, polinización. Regulación: clima local.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero, reproducción, crecimiento, migración, descanso

de fauna silvestre y acuática; áreas de alimentación.

**Culturales:** valor estético y recreativo (ecoturismo y caza deportiva).

### Comentarios

Los platanillales son más comunes en las orillas y planicies de inundación de los grandes cursos de aguas blancas. Reportados en Colombia para la cuenca del río Meta, en especial en los ríos Casanare (Ariporo), Cusiana, Upía y Cravo Sur. En Venezuela es más común en zonas de selva o bosque húmedo, que en la región llanera (Rial 2009).

**País:** Venezuela.

**Región biogeográfica:** Planicie Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos).

**Subcuencas:** Apure, Cinaruco, Capanaparo.

**Estados Venezuela:** Apure.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas claras de origen pluvial.

Ambiente de carácter efímero; pozos de dimensión variable y aguas transparentes entre los médanos o dunas (loess) en las planicies o llanos eólicos de Venezuela (Parque Nacional Santos Luzardo, estado Apure).

**Vegetación asociada.** Plantas acuáticas, sumergidas y arraigadas emergentes, herbazales.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** pesca ornamental y agua.

**Regulación:** clima local.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero de peces anuales (Rivulidae) y áreas estacionales para anfibios y aves.

**Culturales:** valores estéticos y recreativos (balnearios y ecoturismo).

### Autores

Carlos A. Lasso, Fernando Trujillo, Clara Caro-Caro y José S. Usma

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

**Comentarios**

El término médano se refiere a un tipo de duna arenosa. Estas dunas en los llanos venezolanos son vestigios de climas secos y áridos que prevalecieron en esta zona llanera a finales del periodo Cuaternario. El agua de lluvias que se acumula por poco tiempo, es capaz de albergar en este breve

lapso, poblaciones de anfibios, aves transeúntes y peces anuales. Se observan en la cuenca alta y media del río Apure, así como en la parte media y baja de los ríos Capanaparo y Cinaruco (Lasso com. pers.). En la figura 55 se muestra un pozo de medano en los llanos eólicos de Venezuela.



**Figura 55.** Pozo de medano en los llanos eólicos de Venezuela, Parque Nacional Santos Lizardo, estado de Apure. Foto: C. Marrero.

**Autores**

Crispulo Marrero y Douglas Rodríguez-Olarte

**Quereberales**

F. Mijares

**País:** Colombia.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos bajos).

**Subcuencas:** Cinaruco, Meta.

**Departamentos:** Arauca, Casanare.

**Descripción**

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas claras.

Ambiente caracterizado por coberturas boscosas abiertas de bajo porte (menor a 10 m) con dominancia de la especie *Licania heteromorpha*, árbol conocido localmente -en Cravo Norte- como querebere (Figura 56). Se localiza en medio de la sabana estacionalmente inundable, en depresiones en las que se deposita agua de escorrentía durante la época de lluvias; lámina de

agua de poca profundidad (aprox. 50 cm) y suelos arcillosos con drenaje deficiente. Ocupan superficies poco extensas, irregulares situadas en cauces o cercanías de las cabeceras de caños y en áreas adyacentes a los congriales y saladillales.

**Vegetación asociada.** Orillas: *Ouratea cf. davidsei*, *Ludwigia octovalvis*, *Pterogastra divaricata*, *Axonopus anceps*, *Andropogon bicornis*. Al interior: *Duroia fusifera*, *Palicourea* sp, *Psychotria* sp y *Cuphea repens*.

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES

**Servicios ecosistémicos y uso**

**Provisión:** alimento (animales silvestres, plantas), ganado, agua, recursos genéticos.

**Regulación:** clima (regional y local), erosión, purificación del agua, ciclo hidrológico, balance de nutrientes, depósito de sedimentos, polinización.

**Hábitat y soporte:** banco de semillas, sitio de criadero, reproducción y alimentación de fauna silvestre.

**Comentarios**

El querebere es una especie siempreverde que conserva su follaje frondoso incluso durante las sequías fuertes, condición que hace que se convierta en refugio de fauna silvestre y doméstica. Requiere ser estudiado en detalle para conocer su funcionamiento y el papel que desempeñan como coberturas arbóreas que están presentes en las sabanas naturales. Ambiente poco conocido, no documentado, salvo citas puntuales de la especie en la Orinoquia (Armenteras *et al.* 2004, Aymard *et al.* 2011, Castro 2009).



**Figura 56.** a) Árbol de querebere (*Licania heteromorpha*); b) interior de quereberal durante la sequía. Foto: F. Mijares.

**Autores**

Francisco Javier Mijares S. y Karen E. Pérez

**Raudales de Arauca**



F. Trujillo

**País:** Colombia.

**Región:** Planice-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos bajos)

**Subcuencas:** Arauca, Meta (restringido a los esteros de Lipa en Arauca y Cabuyaro, subcuenca del río Casanare).

**Departamentos en Colombia:** Arauca.

**Descripción**

Sistema fluvial y palustre. Léntico o lótico. Permanente. Aguas blancas o claras.

Ambiente de sabana inundable restringido a la depresión del Arauca; en zonas de aguas profundas y corrientes (FAO 1966), derivadas del desbordamiento del brazo Bayonero (Molano 1968) y caracterizado por comunidades densas de plantas acuáticas en las márgenes y el espejo de agua, que pueden ser eventualmente impene-trables.

**Vegetación asociada.** *Thalia geniculata* (Fundación Orinoquia Biodiversa-FOB

2013). *Eichhornia heterosperma*, *Panicum laxum*, *Commelina elegans*, *Eleocharis mutata*, *Euphorbia* sp, *Poligonum punctatum*, *Aeschynomene evenia*, *Ludwigia* spp (FAO 1966), *Salvinia auriculata*, *Paratheria prostrata*, *Limnobium laevigatum* (Hydrocharitaceae), *Cleome guianensis* (Cleomaceae), *Borreria capitata* (Rubiaceae), *Ludwigia octovalvis* y *Ludwigia sedoides* (Onagraceae), *Utricularia gibba* (Lentibulariaceae), *Heliotropium indicum* (Boraginaceae), *Pacourina edulis* y *Ambrosia cumanensis* (Asteraceae), *Aeschynomene americana* (Fabaceae) y *Paspalum notatum* (Poaceae) (FOB 2013) y arracachales (*Montricardia arborescens*) (Figura 57).



**Figura 57.** Vegetación asociada a los raudales: a) raudal Erika; b) raudal Barquereña. Foto: F. Mijares.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua, alimento (alimentos silvestres, pesca de subsistencia incluye moluscos y crustáceos, carne de monte, frutos), fibras, leña y productos forestales maderables, recursos genéticos.

**Regulación:** clima local y regional, polinización.

**Hábitat y soporte:** sitio de reproducción, crianza, alimentación y refugio para la vida silvestre (Figura 58).

**Cultural:** escénico y recreativo (pesca deportiva y ecoturismo).

### Comentarios

Este ambiente es un reservorio de agua y refugio de vida silvestre. Su nombre vernáculo proviene de “raudo”, arrebatado (FOB 2013). Son muy poco conocidos y ya han sido alterados por la quema, deforestación y taponamiento de cauces. En el caso del Raudal del Matepalma urgen medidas de protección, dada su riqueza de peces, aves y flora acuática, muy especialmente la provisión de agua que cada vez más precaria para el abastecimiento de la población rural del municipio Rondón (Arauca) ([http://www.puertorondon-arauca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.puertorondon-arauca.gov.co/informacion_general.shtml)). Probablemente también se encuentra en el Arauca venezolano.



**Figura 58.** Raudal la Erika: a) galapagos (*Podocnemis vogli*); b) babillas (*Caiman crocodilus*). Fotos: F. Mijares.

### Autores

Lina Mesa, Carlos A. Lasso, Anabel Rial, María F. González y Angélica Díaz

## Ríos de aguas blancas



F. Mijares

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos medios y bajos, incluyendo la Formación Mesa), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, delta del Orinoco, Guaviare, Meta, Pao.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Meta, Guaviare, Vichada.

**Estados Venezuela:** Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico y Monagas, Mérida, Táchira, Trujillo.

### Descripción

Sistema fluvial y palustre. Lótico. Permanente o temporal. Aguas blancas.

Ambiente de aguas de color marrón claro a oscuro, incluso grisáceo, parecidas a un café con leche; transparencia muy baja (medidas del disco de Sechii de 0,1 a 0,5

m, Huber 1985), debido al alto contenido de arcillas (caolinitas, ilitas, motmorillinitas) y sólidos inorgánicos suspendidos (arenas finas) que son transportadas desde los Andes hasta las llanuras aluviales; sistemas muy productivos y ricos en nutrientes y electrolitos (Lasso 2004); pH cercano al neutro (5,9 a 6 en la Barra de Merejina y

Caño Macareo, Colonnello 1995; 6,2 a 7,2, Junk 1982 o superior, 7,7 Saunders y Lewis 1988); conductividad elevada: 88 a 225 microsiemens/cm (Saunders y Lewis 1988 para el río Apure, de 55 a 124 microsiemens/cm para el Meta, Galvis *et al.* 2007, Antelo com. pers., Lasso y Morales-B. datos no publicados, 120 microsiemens/cm en el Arauca, Yanes y Ramírez 1988; 15,5 a 35 en caños de aguas blancas en el Delta, Colonnello 1995). Concentración de nutrientes elevada: nitrógeno (hasta 992 microgramos/l), fósforo (197 microgramos/l); carbono orgánico total (9,3 mg/l) (Saunders y Lewis 1988).

En general las aguas blancas pueden ser consideradas como carbonatadas con un alto porcentaje de metales alcalino-térreos (Furch y Klinge 1978).

Al igual que los ríos de aguas negras y claras, son de dimensión y profundidad variable y de mayor porte y jerarquía que los caños, quebradas y arroyos. Conducen agua durante todo el año, en lluvias (aguas altas) y en sequía (aguas bajas), aunque en la época de máximo estiaje pueden quedar desconectados en diferentes secciones de su cauce.

**Vegetación asociada.** Llanos inundables de Apure: bosques de galería: *Nectandra pichurim*, *Duguetia riberensis*. Diversas plantas acuáticas, en mayor proporción bioformas arraigadas emergentes; borales (*Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *E. crassipes*); platanillales (*Thalia geniculata*), *Hymenachne amplexicaulis*, *Panicum elephantipes*; juncales (*Eleocharis interstincta*, *E. mutata*), variable durante el ciclo anual (Rial 2000, 2006, 2009, 2014).

A lo largo del curso medio del río Orinoco -entre la desembocadura del Caura y del río

Zuata- se observan herbazales de *Paspalum fasciculatum* y *Paspalum repens*, colonizando las islas, junto con arbustales armados de *Mimosa* spp (Figura 59).

En el caño Macareo (delta del Orinoco), las comunidades de plantas varían conforme el río fluye del Delta superior al inferior (Colonnello y Egañez 2005). En el Delta superior están dominadas por especies emergentes como *Eclipta prostrata*, *Ludwigia octovalvis* y *Eleocharis elegans*, que crecen en la parte basal de los diques de orilla, mientras que *Echinochloa polystachya* se encuentra desde la orilla del agua hasta la cima de los diques laterales. Igualmente, la parte superior está ocupada por *Paspalum fasciculatum* que también puede tolerar largos períodos de sequía. *Paspalum fasciculatum* con sus tallos emergentes predomina durante la estación seca y *E. polystachya* con los tallos flotantes, ocupa una área mayor durante la estación de aguas altas. Hacia el Delta medio (curso medio), las especies principales que componen las comunidades flotantes son *Eichhornia crassipes* y *Paspalum repens*, a lo largo de las márgenes del río, y *E. polystachya* y *P. fasciculatum* que alternan el tope de los bancos del caño. Al entrar en la zona del Delta inferior, la distribución se mantiene, aunque *Paspalum fasciculatum*, que normalmente es incapaz de tolerar la inundación permanente, es reemplazada frecuentemente por *E. polystachya*. También es sustituida por *Eichhornia azurea*, una pontederiácea flotante arraigada, que se convierte en una de las especies dominantes a lo largo de los bordes externos de las praderas. En este sector, dichas praderas, que están cerca de la boca del caño Nabasanuka de Macareo, son dominadas además de *Paspalum repens*, por *Cyperus giganteum*, una ciperácea emergente alta, asociada con zonas arenosas inundadas.

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES



**Figura 59.** Herbazales de *Paspalum fasciculatum* y *Mimosa pigra*, río Orinoco medio. Foto: G. Colonnello.

En el ecotono entre las comunidades y el bosque se observan poblaciones extensas de *Paspalum fasciculatum*. Más cerca a la desembocadura del caño Macareo en el océano, las comunidades desaparecen y el complejo de orilla entero se cubre con una franja de manglar (*Rhizophora* spp) y por la liliácea *Crinum erubescens*. La última comunidad se localiza a unos 24 km del mar abierto y está compuesta principalmente por *Montrichardia arborescens* en la orilla y *Paspalum repens* en el borde externo de la pradera (Colonnello y Egañez 2005).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento (pesca de subsistencia incluye moluscos gastrópodos o bivalvos y muchos crustáceos como camarones del

género *Macrobrachium*, p. e. *M. amazonicum*, *M. yelskii* o cangrejos pseudotelfúsidos o tricodactílicos, pesca artesanal -en estos ríos se desarrollan las pesquerías más importantes de la Orinoquia-, carne de monte-caza, frutos), pesca ornamental aunque no tan desarrollada como en los ríos de aguas claras y negras. Fibras, leña y productos forestales maderables, de mucho valor agrícola por la riqueza de sus suelos -playas y riberas inundadas estacionalmente-. La vegetación de muchas de las islas arenosas del curso medio del Orinoco, entre Caicara del Orinoco y Soledad, se ha desmontado para la producción de algodón, durante la época de bajante-. Recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos y agua.

**Regulación:** clima local y regional, erosión, enfermedades, control plagas, polinización y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** al ser aguas muy productivas, tanto el cauce principal del río como las zonas inundables, se convierten en áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso para muchos vertebrados acuáticos y terrestres e invertebrados, zonas de migración. La biomasa animal y ve-

getal de estos ríos es mucho mayor que las de aguas claras y por supuesto negras.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas para las comunidades indígenas); valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo y caza, pesca deportiva).

En la figura 60 se muestran algunos ríos de la Orinoquia colombiana.



**Figura 60.** Ríos de aguas blancas: a-b) ríos llaneros en la cuenca de Arauca; c) Cravo Norte; d) río Orinoco. Fotos: F. Trujillo (a, b, d), F. Mijares (c).

**Autores**

Carlos A. Lasso, Giuseppe Colonnello y Anabel Rial

## Ríos de aguas claras



C. A. Lasso

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos medios y bajos, incluyendo la Formación Mesa), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Aro, Bitá, Capanaparo, Caris, Cataniapo, Cinaruco, Cuchivero, delta del Orinoco, Manapiare, Parguaza, Sipapo, Suapure, Tomo, Ventuari, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Casanare, Meta, Guainía, Guaviare, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Guárico, Cojedes, Monagas, Portuguesa.

### Descripción

Sistema fluvial y palustre. Lótico. Permanente o temporal. Aguas claras.

Ambiente de aguas transparentes o cristalinas; color verdoso o variable de acuerdo al área por la que discurre (amarillas, verde oliva, cristalinas) (Figura 61); transparen-

cia total o casi total (disco de Sechii de 1 a 3,5 m, Huber 1985), pocos sedimentos en suspensión; sistemas menos productivos que los de aguas blancas y más que los de aguas negras (Lasso 2004); acidez moderada, pH entre 5 a 7, 2 (Huber 1985); de 4,5 a 7,8 (Junk 1982); 3,96 a 4,07 (Mora-Polanco *et al.* 2007); 6 a 7,9 (Lasso 2004), alrededor

de 4,5 en zonas del Terciario a más de 7 en zonas del Carbonífero (Sioli 1975); conductividad: 16-92 microsiemens/cm en ríos llaneros de Venezuela (Lasso 2004) o 10,5 a 55,3 en el Cinaruco y Capanaparo, respectivamente (Yanes y Ramírez 1988) o mucho más baja en ríos de la Serranía del Ventuari, 9,6 a 10 (Mora-Polanco *et al.* 2007); 2 a 83 en el río Tomo, 5 a 19 río Bitá y 9 a 16, río Orinoco aguas arriba de Pto. Carreño (Lasso y Morales-B., datos no publicados).

Dimensión y profundidad variable, de mayor porte y jerarquía que los caños, quebradas y arroyos. Son permanentes, pero pueden quedar desconectados en diferentes secciones de su cauce.

**Vegetación asociada.** En Colombia en la sierra de la Macarena se encuentra *Macareira clavigera* (Lasso obs. pers.) (Figura 62). Río Tomo-Vichada: *Jacaranda copaia*, *Bocageopsis multiflora* y *Attalea maripa* (Correa-Gomez y Stevenson 2010). En Venezuela, caño Guaritico (Edo. Apure): plantas acuáticas: franja marginal dominada por *Coccoloba obtusifolia* o mangle (Castroviejo y López 1985, Rial 2009). En márgenes inundables y solo algunos años, aparece la especie endémica *Hymenocallis venezuelensis*; en remansos, sobre troncos marginales en aguas altas: *Azolla filiculoides* y al final de la época de lluvias: *Ceratopteris richardii* (Rial 2009).



**Figura 61.** Diferentes tipos de coloración de los ríos de aguas claras: a) verdosa en caño Verde, RN-Bojonawi; b) amarilla en el río Dagua; c) cristalina en el caño Juriepe; d) oscuras en el río Cinaruco. Fotos: M. A. Morales-Betancourt (a, b), F. Mijares (c), I. Mikolji (d).

En el bajo río Caura, incluye barras arenosas (*Myrcia splendens*, *Inga vera*, *Crescentia amazonica*, *Alchornea castanaefolia*, *Coccoloba obtusifolia*, *Cecropia latiloba*, *Vismia macrophylla*, *Bixa urucurana*, *Abarema jupumba*); bancos interiores se afectados por la corriente (*Homalium guianense*, *Anacardium giganteum*, *Macrolobium angustifolium*, *M. acaciifolium*); rocas marginales e islas rocosas (*Maytenus guyanensis*, *Psidium acutangulum*, *Calycolpus goetheanus*, *Pachira aquatica*, *Dalbergia glauca*, Podostemaceae); albardones (*Eschweilera tenuifolia*, *Euterpe precatoria* var. *precatoria*, *Phenakospermum guyanense*) (Rosales et al. 2003). Río Ventuari varias especies de Podostemaceae.

**Servicios ecosistémicos y usos**

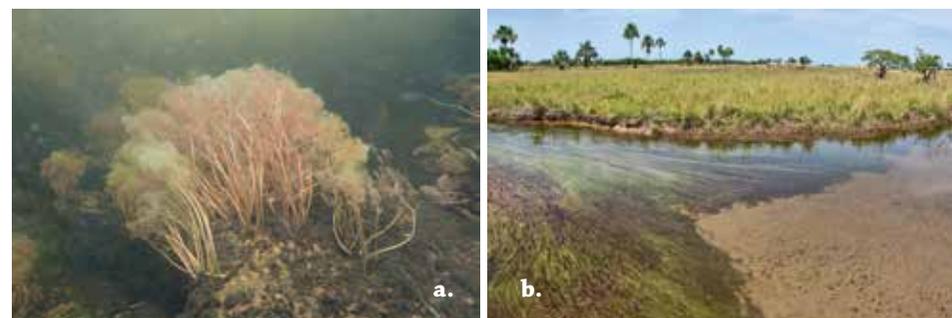
**Provisión:** alimento (pesca de subsistencia incluye moluscos gastrópodos o bivalvos y

crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos), pesca ornamental (son los mejores lugares de pesca en la cuenca), fibras, leña y productos forestales maderables, valor agrícola relativo, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos y agua.

**Regulación:** clima local y regional, erosión, enfermedades, control plagas, polinización y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso para muchos vertebrados, zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas para las comunidades indígenas); valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y sobre todo pesca deportiva).



**Figura 62.** Vegetación acuática asociada a los ríos de aguas claras: a) *Macarenia clavigera* en caño Cristales, sierra de La Macarena; b) macrófitas arraigadas emergentes en un caño de los llanos de Venezuela. Foto: C. A. Lasso (a), I. Mikolji (b).

**Autores**

Carlos A. Lasso, Anabel Rial y Giuseppe Colonnello

**Ríos de aguas negras**



I. Mikolji

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos medios y bajos, incluyendo la Formación Mesa), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas.** Alto Orinoco (en parte), Atabapo, Caroní, Caura, delta del Orinoco (en parte), Inírida, Morichal Largo, Sipapo.

**Departamentos Colombia.** Guainía, Guaviare, Vichada.

**Estados Venezuela.** Amazonas, Anzoátegui (en parte), Bolívar, Delta Amacuro, Guárico (en parte) y Monagas (en parte).

**Descripción**

Sistema fluvial y palustre. Lótico. Permanente o temporal. Aguas negras.

Ambiente de aguas de color oscuro (marrón oscuro, marrón oscuro-rojizo); transparencia total o casi total (medidas del disco de Sechii de 1 a 3 m, Huber 1985); ácidas o muy ácidas: 3,8 a 5 (Sioli 1965, Huber 1985) cercano a 4 (Junk y Furch 1985);

3,72 a 7,73 según Vegas-Villarrúbia et al. (1988 a), valores mínimos de 3 registrados en ambientes particulares del Delta inferior (Colonnello 1995), con tendencia a ser más ácidas en los tributarios hacia el sur de la Orinoquia; baja conductividad, variable de acuerdo a la región biogeográfica por la que discurren: 6 a 12 microsiemens/cm en ríos amazónicos (Gessner 1962); 0,3 a 52 en la Orinoquia venezolana, hasta 90

## HUMEDALES NATURALES

microsiemens/cm en zonas de influencia marina como el Delta (Vegas-Villarrubia *et al.* 1988 a,b). También valores de 160 y 200 microsiemens en los caños Cuberima y Pedernales (Colonnello 1995); > 3 en la Orinoquia colombiana (río Inírida) o entre 5 y 15,7 (Galvis *et al.* 2007 y Lasso *et al.* 2014, respectivamente).

Concentración de nutrientes baja a extremadamente baja, especialmente de nitrógeno y fósforo (valores de fosfatos de 0 a 0,3 ppm en los caños Cuberima y Pedernales del Delta inferior, Colonnello 1995); bajas concentraciones de metales alcalinotérreos (particularmente sodio y potasio) y porcentajes elevados de metales traza como el hierro, manganeso, cobre, zinc y aluminio (Junk y Furch 1985, Mora-Polanco *et al.* 2007); alta concentración de materia orgánica disuelta (Vegas-Villarrubia *et al.* 1988a).

Cursos de agua corriente de dimensión y profundidad variables, siempre de mayor porte y jerarquía que los caños, quebradas y arroyos. Conducen agua todo el año, durante el periodo de lluvias (aguas altas) y de sequía (aguas bajas), aunque en la época de máximo estiaje pueden quedar desconectados en diferentes secciones de su cauce.

**Vegetación asociada.** En la Guayana venezolana y la altillanura colombiana: podostemáceas en los raudales o rápidos (*Apinagia longifolia*, *Apinagia richardiana*, *Apinagia cf. nana*, *Jenmaniella ceratophylla*, *Mourera alcornicia*, *Mourera fluviatilis*, *Oserya perpusilla*, *Rhyncholacis carinata*, *Rhyncholacis penicillata*, *Rhyncholacis cf. appianata*, *Rhyncholacis cf. crassipes*, *Rhyncholacis cf. oligandra* y *Tristicha trifaria*) (Philbrick com. pers., Lasso obs. pers.). En el delta del Orinoco, en ríos provenientes de la Serranía de Imataca

y en cauces interiores, son comunes entre otras, las especies flotantes, *Tonina fluviatilis*, *Marsilea polycarpa*, *Ceratopteris pteridoides*, *Utricularia foliosa*, *Limnobium laevigatum*, *Nymphaea rudgeana*, *Salvinia* spp, *Sagittaria latifolia*, *Leersia hexandra*, *Utricularia* spp, *Pontederia rotundifolia*, *Eichhornia heterosperma*, *E. crassipes* y *Phyllanthus fluitans*. Entre las enraizadas destacan, *Ludwigia* spp, *Oxycaryum cubense*, *Montrichardia arborescens*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Poligonum acuminatum*, *Fiurena umbellata*, *Sacciolepis striata*, *Panicum scabridum*, *Panicum pilosum*, *Justicia laevilinguis*, *Bacopa saltzmanii*, *Justicia laevilinguis*, *Begonia patula*, *Xyris caroliniana* y *Sphenoclea zeylanica* (Colonnello 1995). En todas las regiones son comunes especies de las familias Eriocaulaceae, Xyridaceae, Cyperaceae y Poaceae (Rial obs. pers.).

En los cauces de aguas negras de la confluencia Orinoco-Ventuari se registraron diversas especies, entre las que destacan *Echinodorus tenellus*, *Urospatha sagittifolia*, *Cabomba furcata*, *Websteria* sp, *Eriocaulon humboldtii*, *Utricularia hydrocarpa*, *Mayaca sellowiana*, *M. longipes*, *Mourera alcornicia*, *Weddelina squamulosa*, *Heteranthera* sp y *Xyris* sp (Rodríguez *et al.* 2006).

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia, en ocasiones artesanal, carne de montecaza, frutos, prácticamente no hay moluscos gastrópodos o bivalvos por la acidez del agua, aunque si prosperan crustáceos como camarones del género *Macrobrachium*, p. e. *M. brasiliense* o cangrejos pseudotelfúsidos o tricodactílicos), pesca ornamental, fibras, leña y productos forestales maderables, de poco valor agrícola por la pobreza y acidez de sus suelos, recursos genéticos,

productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos y agua.

**Regulación:** clima local y regional, erosión, enfermedades, control plagas, polinización y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso, zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas para las comunidades indígenas); valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo y caza, en ocasiones pesca deportiva).

En la figura 63 se muestran varios ríos de aguas negras de Colombia y Venezuela.



**Figura 63.** Ríos de aguas negras: a) Inírida; b) Atabapo; c) salto del río Ichún, cuenca del río Paragua, Guayana venezolana; d) detalle de las aguas negras y saponinas (espumas) al fondo, río Ichún (color blanco). Fotos: C. A. Lasso (a, c, d), M- A. Morales-Betancourt (b).

### Autores

Carlos A. Lasso, Giuseppe Colonnello y Anabel Rial

## Ríos de piedemonte, montaña y abanicos trenzados



H. Ramírez-Gil

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Guaviare, Meta.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Boyacá, Casanare, Meta.

**Estados Venezuela:** Apure, Barinas, Cojedes, Guárico, Mérida, Portuguesa, Táchira, Trujillo.

### Descripción

Sistema fluvial. Lótico. Permanente, ocasionalmente temporal. Aguas claras y blancas.

Curso de agua de mayor porte y orden jerárquico que los arroyos y quebradas de montaña. En Colombia nacen en una franja angosta que bordea la parte baja de la

cordillera Oriental ubicada entre los 500 y 1.800 m s.n.m. Esta región se extiende desde el Arauca hasta la sierra de La Macarena y se proyecta en Venezuela en todas las estribaciones del piedemonte andino y cordillera de La Costa o la serranía del Interior, que drena a la cuenca del Orinoco. La red de drenaje de estos ríos en su parte alta, capta las aguas de escorrentía y nacimien-

tos sub-superficiales, producto de precipitaciones anuales que alcanzan entre 3.500 a 4.500 mm por año, con régimen de lluvias monomodal y dos períodos: una época seca de diciembre a marzo y una lluviosa de abril a noviembre (Ideam 2011, Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez 2011, Ramírez-Gil *et al.* 2011). En Venezuela los caudales varían estacionalmente a lo largo del año. En la mayor parte de la cordillera de los Andes, las aguas altas ocurren al inicio del periodo lluvioso (junio a julio), mientras que en la cordillera de la Costa ocurren de agosto a septiembre (un solo máximo anual de escurrimiento). Los ríos que drenan las serranías suroccidentales de la cordillera de los Andes, tienen un régimen bimodal (Zinck 1977) y presentan dos tramos diferenciables. En la parte alta sobre los 600 m s.n.m. son de pendiente elevada, grandes cantos angulares y fuerte corriente con alta capacidad de carga, socavación de orillas y arrastre de materiales, pudiendo en su recorrido formar cascadas, saltos y cañones (Figura 64a). Por debajo de esa altura la fuerza del agua disminuye, y al salir de los valles montañosos angostos el arrastre de material, especialmente en los periodos de lluvias, tiende a depositarse al pie de la montaña formando abanicos fluviales con apariencia cónica. Esta sedimentación se da cuando el río se ensancha, disminuye su velocidad formando varios canales, en los cuales deposita en orden cantos rodados, arenas y limos. A partir de allí, los ríos de piedemonte tienden a volverse trenzados debido a su baja pendiente entre 3 y 4%. En el piedemonte son comunes los depósitos de abanicos aluviales formados por las descargas fluvio-torrenciales durante el Cuaternario (Figura 64 b-d). En Colombia una de estas formaciones se denomina abanico de Villavicencio y bordea el piedemonte de la ciudad (POMCA río Ocoa 2005). Estos abanicos y terrazas aluviales son también

comunes en la región del Casanare y Arauca y los forman ríos de grandes caudales que nacen en la alta montaña, (p. e. ríos Guayuriba, Guatiquía y Upía). En Venezuela suelen presentar trazados ortogonales o en bayoneta, caracterizados por la presencia de recodos bruscos, en ángulo recto, separados por tramos básicamente rectilíneos y asociados a líneas de falla o estrechas fosas tectónicas (p. e. río Santo Domingo) (Zinck 1977). Estos ríos en Colombia tienen aguas muy turbias y ricas en el periodo de lluvias, lo cual se expresa en sus conductividades eléctricas elevadas al dejar la cordillera (Tabla 2) (Galvis *et al.* 2007). Los ríos de menor porte que también incluyen los llamados arroyos y pequeños ríos que nacen en los abanicos y flancos del piedemonte, son de cauces más estables, aguas claras y relativamente pobres en nutrientes dependiendo de los suelos que drenan; siguen la pendiente poco pronunciada de los abanicos fluviales, sus lechos son en general de cantos rodados y arena que posteriormente, al disminuir la pendiente, son reemplazados por material más fino y mayor contenido de arcilla. En la tabla 3 se muestran algunos datos fisicoquímicos (Galvis *et al.* op. cit.).

**Vegetación asociada.** Parte alta: predomina el bosque húmedo con comunidades vegetales de bromelias, briófitos, lianas y bejucos con árboles que varían de altura entre 10 y 30 m y 10 a 40 cm dap (ver Carro-Caro *et al.* 2011 y Gutiérrez-Bohorquez *et al.* 2011, para mayor información). En los ríos de mayor porte y remansos de las partes bajas de la cuenca: gramalotales (*Paspalum* spp) y praderas flotantes de bora o buchón (*Eichhornia* spp) (Galvis *et al.* 2007), también moriches (*Mauritia flexuosa*), rábanos (*Montrichardia arborescens*) y caña brava (*Gynerium sagittatum*) (Gutiérrez-Bohorquez *et al.* 2011).

HUMEDALES NATURALES

HUMEDALES NATURALES



**Figura 64.** Ríos de piedemonte de Colombia: a) río Orotoy (667 m s.n.m.); abanicos aluviales: b) río Guatiquía; c) río Guayuriba; d) abanico aluvial del río Portuguesa, Venezuela. Fotos: H. Ramírez-Gil (a-c), G. Colonnello (d).

**Tabla 2.** Valores fisicoquímicos de algunos ríos de piedemonte colombiano (octubre 2004). Fuente: Galvis *et al.* (2007).

Río	Conductividad (µS/cm)	pH	Sólidos disueltos (mg/l)	Temperatura (°C)
Ariari	104,2	6,5 - 7	47	25,2
Guayuriba	111	7,4	-	20,8
Guatiquía	134,5	6	64	21,5

En los arroyos pequeños de baja conductividad y con buen aporte de la radiación solar pueden haber podostemáceas (Galvis *et*

*al.* 2007). Bosques de piedemonte (estados de Portuguesa y Barinas, Venezuela): *Anacardium sp.*, *Pithecelobium saman*, *Cecropia*

**Tabla 3.** Valores fisicoquímicos de ríos menores de piedemonte colombiano (octubre 2004). Fuente: Galvis *et al.* (2007) y Caro-Caro *et al.* (2011).

Río	Conductividad (µS/cm)	pH	Sólidos disueltos (mg/l)	Temperatura (°C)
Iracá	5,9	5	3	24,7
Marayal	6,6	5	2	23,5
Guamal	34,1	5,5 - 6	16	21,8
Chichimene	65,5	5,5 - 6	31	32,4
Chichimene, parte alta	42,2	5,5 - 6	19	26,7
La Unión	8,2	5,5 - 6	4	25,5
Siete Vueltas	8	5,5 - 6	4	26
Orotoy	16 - 17,24	5,5 - 6,48	7	23 - 30

*peltata*, *Platymiscium pinnatum*, *Cedrela sp.*, *Couroupita guianensis* (Rial com. pers.), palmas (*Roystonea sp.*).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia incluyendo moluscos y crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza, frutos), pesca ornamental, fibras, leña y productos forestales maderables de los bosques de galería para la construcción de viviendas y embarcaciones, agrícola, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos (plantas medicinales para el tratamiento de varias enfermedades) y agua. Los ríos de piedemonte aportan el agua para acueductos de pueblos, veredas, municipios, resguardos indígenas y grandes centros urbanos, también se usa en las actividades económicas agrícolas, ganaderas e industriales. De los abanicos fluviales y zonas trenzadas de los

ríos se extraen materiales como piedra, grava y arena para la construcción y vialidad.

**Regulación:** clima local y regional, erosión, enfermedades, control plagas, polinización y riesgos naturales. Estos ríos captan las aguas de las zonas más lluviosas de la montaña y pueden presentar crecientes súbitas, pero su caudal desciende rápidamente al cesar las lluvias. En la época seca los bosques regulan el agua de la cuenca, manteniendo su suministro a través de los ríos de piedemonte.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso, zonas de migración. Las inundaciones aportan materiales para la formación de suelos que sirven de sustrato a la vegetación terrestre y aporte de nutrientes que dan fertilidad a las planicies inundables. Las zonas adyacentes a estos ríos albergan bacterias que contribuyen con el ciclo del nitrógeno y del

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

fosforo, favoreciendo la productividad del ecosistema.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas para las comunidades indígenas); valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva). La gran riqueza de paisajes que conforman estas cuencas ofrece espacios de esparcimiento a las comunidades locales que encuentran en ellos zonas para los tradicionales paseos dominicales e igualmente genera oportunidades para la actividad turística. Los ríos de piedemonte han servido de inspiración a maestros de la pintura y la música llanera. La diversidad de especies de estos ecosistemas sirve de laboratorio natural de gran utilidad para la docencia y la investigación.

### Comentarios

Los ríos de piedemonte colombianos en todo su recorrido suelen estar bordeados por bosques de galería, últimos remanen-

tes de la franja de bosque o selva casi continua que cubría el piedemonte y se abría en galerías a cierta distancia de la cordillera donde empezaba el paisaje de sabanas. Esta franja boscosa era muy extensa en el sector Villavicencio-Macarena y en el piedemonte de Arauca (Galvis *et al.* 2007). Hoy día están muy amenazados. Los impactos sobre los ríos de piedemonte en Venezuela han sido ampliamente documentados (Wine-miller *et al.* 1996 y Allan *et al.* 2001, 2006, entre otros). Los ríos que drenan a la cuenca del Apure, Portuguesa y Guárico en Venezuela han sido modificados por la construcción de represas (Machado *et al.* 2011). Información adicional en Rial *et al.* (2010).

En Colombia el río Orottoy ha sido objeto de un estudio muy completo (ciclo hidrológico 2009), que incluyó además de aspectos fisicoquímicos, información sobre perifiton y macroinvertebrados (Caro-Caro *et al.* 2011 y Gutiérrez-Bohórquez *et al.* 2001).

### Autores

Hernando Ramírez-Gil, Rosa Elena Ajiaco-Martínez y Carlos A. Lasso

## Saladillales



F. Mijares

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Bitá, Capanaparo, Carapa, Cinaruco, Claro, Guárico, Inírida, Manapire, Mapire, Meta, Tomo, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Meta, Guainía, Vichada.

**Estados Venezuela:** Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Guárico, Portuguesa.

### Descripción

Sistema palustre y fluvial. Léntico o lótico. Permaente o temporal. Aguas claras, blancas o negras.

Ambiente de sabana inundable presente en planicies de explayamiento (Montes *et al.* 1987) o eólicas (Schargel y Aymard 1993),

cabeceras de caños (Trujillo com. pers.), depresiones adyacentes a ejes de drenaje, caños y bajos en posiciones bien drenadas sobre suelos predominantemente limosos y arcillosos (Ramia 1967, Schargel 2007b) y bosques de galería (Aymard 2003, Aymard y Gonzalez-Boscan 2006, Ospina-Montea-legre *et al.* 2013). Se forman por una comu-

nidad de arbustos y árboles de porte mediano (8-15 m) con dominancia de especies de saladillo (Clusiaceae): *Caraipa llanorum* Cuatrec. y *C. savannarum* Kub. (Montes *et al.* op. cit., Huber *et al.* 2006), usualmente densa, 7 a 8 ejemplares por hectárea (FAO 1966), formando comunidades casi puras (monoespecíficas) (Huber *et al.* op. cit.), integradas a bosques (Montes *et al.* 2013) o morichales (Blydestein 1967), cuyos suelos ácidos, oligotróficos, permanecen anegados entre 6-10 meses del año, bajo una lámina de agua entre 20-40 cm. Generalmente de texturas gruesas en superficie que van haciéndose más finas en profundidad y con alto contenido de materia orgánica.

**Vegetación asociada.** Orillas: *Rhynchanthera grandiflora*, *Ouratea cf. davidsei*, *Ludwigia sp.*, *Andropogon bicornis*. Interior: *Licania heteromorpha*, *Mauritia flexuosa*,

*Mesosetum sp.*, *Imperata sp.* Estrato herbáceo: *Sorghastrum setosum*, *Panicum aquarum*, *Eleocharis filiculmis*, *Axonopus anceps*, *Heteropogon contortus*, *Drosera sp.*, *Melochia villosa* y *Tibouchina aspera*. En sabanas inundables: *Couepia paraensis*, *Acosmium nitens*, *Duroia micrantha*, *Symmeria paniculata*, *Ouratea guildingii*, *Aldina latifolia* y *Vochysia venezuelana* (Figura 65). En sectores donde la inundación es menor, los arbustos: *Cariapa savannarum*, *Palicourea croceoides*, *Xylopia aromatica*, palmas: *Bactris sp.*, sufrutices: *Melochia villosa*, *Hyptis dilatata*, *Tibouchina aspera* y *Stachytarpheta angustifolia*. En caños y zonas de inundación con aguas corrientes y suelos oxigenados: *Campsiandra sp.*, *Mabea nitida*, *Homalium racemosum* y *Dalbergia sp.* Hierbas: *Paratheria prostrata*, *Axonopus anceps*, *A. hypogynus*, *A. virgatus*, *Heteranthera reniformis*, *Rhynchospora holoschoenoides*, *Diplacrum sp.*, *Ruellia pani-*

*culata*, *Sorghastrum setosum*, *Lagenocarpus rigidus*, *Pterogastra divaricata*, *Perama galioides*, *Bulbostylis paradoxa* y *B. capillaris*.

**Servicios ecosistémicos y uso**

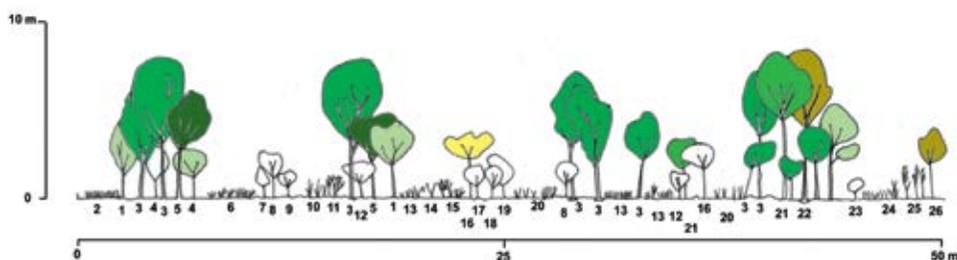
**Provisión:** alimento (carne de monte-caza, frutos), ganadería extensiva, fibras, agua, recursos genéticos.

**Regulación:** clima (regional y local), erosión, purificación del agua, ciclo hidrológico, ciclo de nutrientes, fijación de carbono, balance de nutrientes, depósito de sedimentos, polinización.

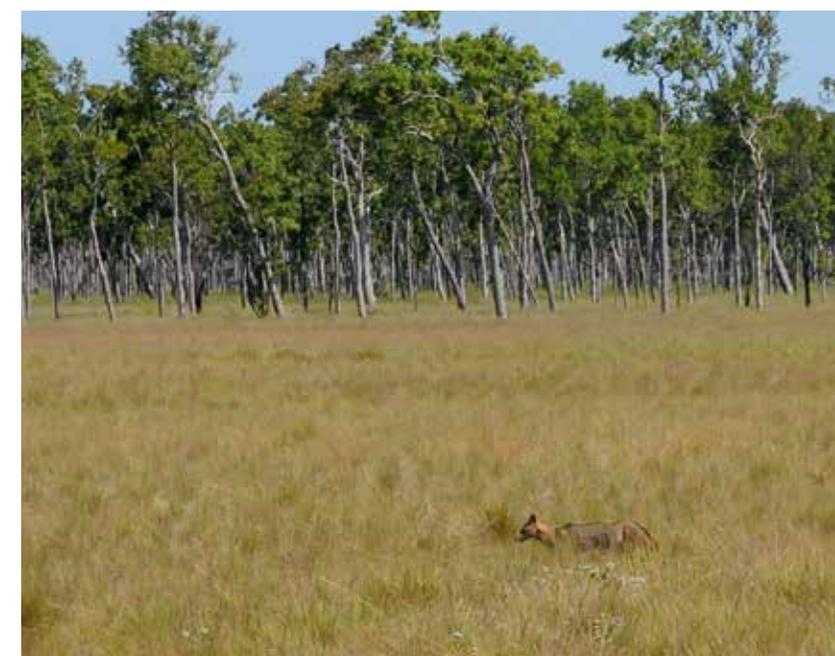
**Hábitat y soporte:** banco de semillas, sitio de criadero, reproducción y alimentación de fauna silvestre (Figura 66).

**Comentarios**

Suelen estar asociados a los congriales y pueden compartir especies hasta en un 56% de similitud (Montes *et al.* 2013). Aspectos detallados sobre los servicios ambientales de este humedal, puede consultarse en Ospina-Montealegre *et al.* (2013). En el Arauca en Colombia (municipio Cravo Norte), los saladillales ocupan áreas extensas en medio de la sabana en los que suelen crecer herbazales densos de más de 1 m de altura, los cuales se incendian en sequía ocasionando daño a los tallos de los árboles a pesar de ser una especie pirófila (Figura 67). Los saladillales dan refugio y alimento al ganado durante la temporada seca, aunque sus suelos compactados pueden afectar la regeneración natural de la vegetación.



**Figura 65.** Perfil esquemático de un saladillal, estado Guárico, Venezuela. 1: *Acosmium nitens*; 2: *Trachypogon spicatus*+*Bulbostylis junciformis*; 3: *Caraipa llanorum*; 4: *Hirtella racemosa*; 5: *Campsiandra sp.*; 6: *Rhynchospora nervosa*+*Axonopus sp.*; 7: *Ouratea guildingii*; 8: *Curatella americana*; 9: *Byrsonima crassifolia*; 10: *Axonopus purpusii*+*Rhynchospora barbata*; 11: *Clidemia rubra*; 12: *Psidium maribense*; 13: *Axonopus canescens*; 14: *Chamaecrista diphylla*; 15: *Hyptis dilatata*+ *Stachytarpheta angustifolia*; 16: *Cochlospermum vitifolium*; 17: *Mabea sp.*; 18: *Vitex capitata*; 19: *Myrcia sp.*; 20: *Schiekia orinocensis*+*Rotala ramosior*+*Rhynchospora corymbosa*; 22: *Eschweilera tenuifolia*; 23: *Thalia geniculata*+*Paspalum morichalense*; 24: *Panicum sp.*+*Rhynchospora tenerima*; 25: *Echinodorus sp.*+ *Luziola fragilis*; 26: *Couepia paraensis*.



**Figura 66.** Los saladillales y sus ecotonos son refugio para fauna silvestre. Foto: F. Trujillo.



**Figura 67.** a) Saladilla creciendo sobre herbazales en Cravo Norte, Casanare; b) afectado por el fuego. Fotos: F. Mijares (a), F. Trujillo (b).

**Autores**

Anabel Rial, Francisco J. Mijares S. y Karen E. Pérez, Ángel Fernández, Reina Gonto y Giuseppe Colonnello

**Turberas altoandinas**



G. Colonnello

**Países:** Colombia y Venezuela.  
**Región:** Andino-Orinoquense (Orinoquia Andina: superpáramo).  
**Subcuencas:** Apure, Arauca, Meta.  
**Departamentos Colombia:** Arauca, Boyacá, Meta, Norte de Santander, Santander.  
**Estados en Venezuela:** Mérida, Táchira, Trujillo.

**Descripción**

Sistema palustre. Léntico. Permanente. Aguas claras (lluvias).

Ambiente formado en depresiones o micro-cubetas del terreno, que retienen el agua por deficiencia de drenaje, particularmente en los fondo valle, entre 3.300 y 4.000 m s.n.m, de extensión variable, pudiendo llegar a cubrir decenas de hectáreas. Sus características geomorfológicas y las bajas

temperaturas limitan la descomposición de la materia orgánica, por lo cual se forman turbas (suelos típicamente orgánicos, saturados), frecuentemente con presencia de un espejo de agua muy somero. Los suelos son en consecuencia ricos en restos orgánicos y ácidos y pertenecen al grupo de los Histosoles (Malagón-Castro 2002). La comunidad vegetal dominante en las turberas son los cojines de especies herbáceas, de superficie compacta y lisa, solo las hojas

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

externas están verdes y acumulan en el interior hojas muertas en diferentes estados de descomposición, lo cual otorga solidez a la estructura. Estas formas vegetales, también llamadas almohadillas, generan un microclima menos frío en su interior, protegiendo los órganos jóvenes de las plantas. Las diferentes formas de crecimiento se entremezclan en diferentes proporciones de acuerdo a la profundidad de la lámina de agua, su movimiento y la presencia o cercanía a la superficie de suelo o sustrato vegetal. Estos ambientes son análogos a los páramos pantanosos en Ecuador (Mena-Vásquez 2002).

**Vegetación asociada.** Formas de crecimiento más comunes: hierbas en macollas, almohadillas, arbustos en penacho, hierbas erectas, rosetas, otros arbustos, hierbas flotantes, musgos y hepáticas

(Figura 68). Hierbas: *Bromus lanatus* sp, *Rhynchospora macrochaeta*, *Festuca* sp y *Calamagrostis* sp, mezcladas con *Oritrophium* sp e *Hypochoeris* sp. Cojines de *Azorella* sp, *Carex collumanthus* y *Plantago rigida*, en sectores donde ciertos tipos de suelo afloran o el sustrato está algo consolidado. Por el contrario, en suelos con materia orgánica suelta y cenagosa hay musgos como *Sphagnum* sp y algunos líquenes, *Lysipomia laciniata*, *Werneria pygmaea* y la orquídea *Altensteinia fimbriata*, cuyo ciclo de vida transcurre inmersa entre musgos y detritos vegetales hasta que emerge su corta inflorescencia por espacio de unos días. Cleef (1982, 2008) propone distintos tipos de turberas de acuerdo a la estructura y composición de la vegetación y la dominancia de especies: 1) turberas de musgo de *Sphagnum* spp y frailejones (*Espeletia arbelaezii*, *Espeletia*

*killipii* y *Espeletia schultesii*) entre otros, en suelos orgánicos generalmente sueltos y cenagosos, así como en bosques andinos y páramo bajo. 2) Turberas de cojines vasculares de *Plantago rigida*, *Oreobolus cleefii* y *Distichia muscoides* (esta última presente solo en turberas colombianas), acompañadas de *Werneria pygmaea*, *Carex collomanthus*, *Gentiana sedifolia* y *Lysipomia sphagnophyla*, comunes en hondonadas o áreas con agua estancada en sectores en los que el suelo aflora o el sustrato está algo consolidado, generalmente a mayor altitud que las turberas de *Sphagnum*. 3) Turberas dominadas por *Werneria pygmaea*, acompañada de *Oritrophium limnophilum* en los pisos húmedos de los valles y hondonadas con aguas semiestancadas del páramo. 4) Turberas de *Mona meridensis*, acompañada de *Lachemilla mandoniana*, *Chorophyta* spp y *Districhum submersum*. 5) Turberas de gramíneas y musgos, dominada por *Calamagrostis ligulata*, generalmente más profundas que las de *Sphagnum*.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** ganado, recursos genéticos y agua.

**Regulación:** calidad del aire, clima (Yu *et al.* 2011, Uribe y Vidal 2003), agua (Holden 2005, Uribe y Vidal 2003), erosión y polinización.

**Hábitat y soporte:** alimento para la fauna silvestre.

**Culturales:** valores estéticos y ecoturismo (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

### Comentarios

Las turberas altoandinas se extienden desde la cordillera oriental colombiana hasta

el macizo del Táchira en la frontera con Venezuela, prolongándose incluso hasta la cordillera de Mérida (Hernández-Camacho *et al.* 1992, Michelangeli y Fernández 2000, Huber y García 2011). En Venezuela han sido registradas en los ríos Santo Domingo, Canagüa y Mucuchachí (estado Mérida); Uribante (estado Táchira) y ríos Boconó y Motatán (estado Trujillo). En Colombia, se conoce de los afluentes del río Arauca, en el Nevado del Guicán, valle alto de las Lagunillas, quebradas Bocatoma y El Playón, Laguna Grande de los Verdes y Las Lagunillas (complejo de Páramos Sierra Nevada del Cocuy). También se han registrado en los páramos de Almorzadero y Santurbán, en la subcuenca del río Casanare, cercanías de la Laguna La Plaza y quebrada Patiobolaso (complejo de páramos Sierra Nevada del Cocuy). En la subcuenca del Meta, se registran en las cercanías de la quebrada de Los Frailes o Clarinsito, lagunas de la Guitarra, La Primavera y El Nevado, y Páramos de Sumapaz. Estos ambientes acuáticos representan un importante aporte hídrico a las comunidades y sistemas productivos en pisos altitudinales más bajos. Su función primordial es la regulación del flujo de agua que acumulan y van drenando paulatinamente hacia nacientes y cursos de agua. Para la convención Ramsar (2004), la conservación de las turberas es esencial en el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas mediante la regulación hídrica y climática local, el almacenamiento de agua y carbono, mantenimiento de la biodiversidad regional, registro paleoambiental y provisión de recursos naturales.

En la actualidad el avance no regulado de las fronteras agrícolas ocasiona la desecación de las lagunas someras y la ocupación de las tierras parameras afectando drásticamente las fuentes y cursos de agua (Hernández y Monasterio 2002). La expansión



**Figura 68.** Turberas, Páramo de Guirigay, estado Trujillo. Foto: G. Colonnello.

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

de los cultivos de papas y fresas en los páramos de Guirigay y Cabimbú (estado Trujillo) en Venezuela, han propiciado incendios en los pajonales y rosetales. Una amenaza más reciente son los grupos de perros asilvestrados que se alimentan de cadáveres de ganado, pero sin duda depredan los nidos de aves (construidos a nivel del suelo por falta de árboles) y otros animales silvestres pequeños que habitan estos ambientes (C. Colonnello, com. pers.). En Colombia, la

desección de pantanos con fines agrícolas (papa y cebolla de rama) y el uso de agroquímicos ocasionan impactos sobre estos ambientes. También ocurre la extracción de volúmenes considerables de suelos orgánicos para estas actividades agrícolas fuera de las zonas de páramo; este uso ocurre especialmente en enclaves de producción de cebolla de rama como Aquitania (Boyacá, Colombia).

**Autores**

Ángel Fernández, Reina Gonto, Giuseppe Colonnello (Venezuela); Catherine Agudelo y Carlos E. Sarmiento (Colombia)

**Turberas tepuyanas**

A. Zinck

**Países:** Venezuela y Colombia.

**Región:** Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: Provincia Pantepui de la Región biogeográfica Guayana en Venezuela); probablemente existen áreas pequeñas de turberas de tipo tepuyano en la sierra de La Macarena y en la serranía de Chiribiquete en Colombia, pero hasta el momento no han sido identificadas.

**Subcuencas:** Alto Orinoco, Caroní, Caura, Cuchivero, Guaviare, Sipapo, Suapure, Ventuari.

**Departamentos Colombia:** de confirmar su presencia, estarían presentes en el Guaviare (sierra de La Macarena) y Caquetá (serranía de Chiribiquete), considerando que este último no está en la Orinoquia sino en la Amazonia.

**Estados Venezuela.** Amazonas, Bolívar.

**Descripción**

Sistema palustre. Léntico. Permanente. Aguas claras o negras.

Ambiente formado por turberas oligotróficas en las cumbres de las mesetas guayanesas (tepuyes). Desde 600 m s.n.m. hasta 2.800 m s.n.m. Se originan por la acumulación de material orgánico en depresiones

cársticas sobre substrato de arenisca-cuarcita y pseudo-cársticas, sobre substrato ígneo-metamórfico. El espesor del manto orgánico es por lo común 45-150 cm, pero puede alcanzar 170-200 cm. El grado de descomposición del material orgánico varía de ligero (material fibrífico) a moderado (material hémico), siendo el material sáprico menos frecuente. Las turbas están satu-

## HUMEDALES NATURALES

## HUMEDALES NATURALES

radas de agua la mayor parte del año y son fuentes de aguas negras: los compuestos orgánicos disueltos son extraídos del piso de los reservorios de turba y exportados por drenaje profundo a través de las fisuras y fracturas del substrato rocoso. El material orgánico ha venido acumulándose durante todo el Holoceno. Las turbas más antiguas se iniciaron hace aproximadamente 8.400 años calBP (Schubert y Fritz 1985, Zinck y Huber 2011). En la mayoría de las mesetas tepuyanas las turberas están drenadas por una red de riachuelos que llevan agua corriente durante la mayor parte del año; solo en algunos macizos entre enero y marzo/abril, el flujo de agua disminuye notablemente y pueden llegar a secarse. Se desarrollan sobre superficies rocosas casi planas a medianamente inclinadas de las cumbres de casi todos los macizos tepuyanos, sobre rocas sedimentarias del Grupo Roraima o ígneo-metamórficas del Grupo Cuchivero. Tamaño variable, desde pequeñas manchas en ligeras depresiones hasta superficies muy extensas y abiertas. Ocurren en grandes macizos del Auyántepeui, Chimantá, Guanacoco, Jaua-Sarisariñama, Maigualida, Sipapo-Cuao, Duida y Parú. También en sitios abrigados de pequeños valles, quebradas u otro tipo de depresiones poco profundas (Huber 1995a).

**Vegetación asociada.** La cobertura vegetal varía desde praderas hasta arbustales (Huber 1995b). Praderas alto-tepuyanas: formadas por comunidades densas de gramíneas bambusoideas: *Aulonemia*, *Arthrostylidium*, *Myriocladus*, *Neurolepis* o gramíneas de las subfamilias Arundinoideae, entre las cuales *Cortaderia roraimensis* puede ser muy dominante localmente, y Panicoideae, con el endémico *Axonopus villosus* predominando en las cumbres de la Sierra Maigualida y en

algunos tepuyes del estado Amazonas. Más ampliamente distribuidos, sin embargo, son los herbazales latifoliados altotepuyanos, dominados por especies del género endémico de *Stegolepis* de la familia Rapateaceae. Las 34 especies de este género forman extensas y vistosas -por sus flores amarillas blancas y ocre-comunidades sobre turbas. En los tepuyes occidentales (Maigualida a Sipapo) predomina el otro género endémico de esta familia, *Kunhardtia*, con inflorescencias llamativas de color rojo carmesí. Estrato herbáceo: varias especies de Bromeliaceae terrestres (*Brocchinia*, *Lindmania*, *Navia*, *Brewcaria*), Xyridaceae (*Xyris*, *Orectanthe* y *Abolboda*) (Figura 69a), Cyperaceae (*Everardia*, *Lagenocarpus*), Eriocaulaceae (*Eriocaulon*, *Paepalanthus*, *Syngonanthus* y *Rondonanthus*), y colonias extensas de la planta endémica insectívora terrestre *Heliamphora* (Sarraceniaceae). Arbustales: crecen profusamente sobre turbas alto-tepuyanas, con predominio de especies endémicas de *Bonnetia*, género de la familia Bonnetiaceae centrado en el Escudo Guayanés; en Venezuela se han encontrado 26 especies de *Bonnetia*, algunas estrictamente endémicas en arbustales sobre turba de una sola cumbre tepuyana. Otros elementos leñosos arbustivos co-dominantes con *Bonnetia* son varias especies de *Clusia* (Clusiaceae), *Macairea*, *Graffenrieda*, *Tococa* y *Mallophyton* en las Melastomataceae, *Blepharandra* y *Diacidia* en las Malpighiaceae, *Cyrilla racemiflora* en las Cyrillaceae, *Ledothamnus* y *Mycerinus* en las Ericaceae, y *Chimantaea*, *Stenopadus* y *Gongylolepis* en las Asteraceae (Huber 1992) (Figura 69b). Solo una especie de Podostemaceae ha sido registrada en las cumbres tepuyanas: *Jenmaniella ceratophylla* var. *parva* (Cerro Jaua a 2.000 m s.n.m.).



**Figura 69.** Vegetación asociada a las turberas tepuyanas: a) *Orectanthe* sp, *Stegolepis* sp; b) *Chimantaea acopanensis*. Foto: O. Huber.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** agua.

**Regulación:** clima (local y regional), juega un papel importante en el balance hidrológico regional, con transferencia de agua desde las tierras altas de las mesetas a las tierras bajas de las planicies amazónica y orinoquense; almacenamiento de las aguas de lluvia en las turberas, alta capacidad de retención de agua por parte de la materia orgánica, restitución gradual del agua almacenada por desbordamiento de las turberas y/o percolación por los conductos cársticos, contribución a sostener el régimen de agua de los ríos en las tierras bajas durante el período de estiaje.

**Culturales:** valores espirituales y religiosos, valores estéticos y ecoturismo.

### Comentarios

Ecosistema frágil, muy vulnerable al pisoteo y al fuego, por lo que el ecoturismo debe ser muy controlado. Presentes en los ríos Iguapo y Cunucunuma (Macizos Duida y Marahuaca, Huachamacare); río Ventuari (Macizo Parú-Euaja, Sierra Maigualida, Cerro Yaví, Macizo Yutajé-Coro Coro, Macizo Cuao-Sipapo); río Sipapo (Macizo Cuao-Sipapo, Cerro Autana); río Suapure (Cerro Guanay); río Cuchivero (Cerro Guanay, Macizo Coro Coro-Yutajé, Cerro Yaví, Sierra Nichare); río Caura (Macizos Jaua-Sarisariñama-Guanacoco, Sierra Maigualida, Sierra Nichare); río Paragua (Serranía Marutaní-Piazoí, Cerro Ichún, Cerro Guanacoco, Cerro Guaiquinima); río Caroní (Cadena de Tepuyes Orientales, Auyántepeui, Macizo del Chimantá, Cerro Chirikayén). Se requiere confirmar su presencia en Colombia.

### Autores

Alfred Zinck y Otto Huber

## Zurales o tatucos



F. Trujillo

**Nombre acutóctono y/o técnico:** bajos zurales o zuros (Colombia); tatucos, zuros (Venezuela).

**País:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos bajos)

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Cinaruco, Meta, Vichada.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Meta, Vichada.

**Estados en Venezuela:** Apure, Barinas, Portuguesa.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal. Aguas claras o blancas.

Ambiente acuático en el microrelieve de llanura inundable, generado por el ciclo de erosión reticular (Stagno y Steegmayer 1972, Schargel 2007b), en el que ocurren desniveles del terreno por el escurrimiento del agua y la acumulación diferencial de sus sedimentos; cárcavas a las que se suma la

acción de las termitas y/o lombrices, originando topes (zuros-tatuco) más altos que los surcos o zanjas (0,2 - 2 m). En Colombia inferiores a un metro de altura; montículos entre 40 cm y 1 metro de diámetro, separados entre sí por canales angostos de igual dimensión (FAO 1966). La forma de los "zuros" es redondeada con costados verticales y abruptos, las zanjas que los separan tienen el fondo plano (FAO op. cit.) (Figura 70). En áreas poco drenadas de la llanura

aluvial de desborde y en la cabecera de caños, de suelos encharcados y anegados durante 8 a 9 meses al año bajo una lámina de agua de 8-9 cm. Circulación cerrada, ocasionalmente conecta con ríos, caños, esteros y morichales; surcos y cárcavas conectados por galerías sub-superficiales (IGAC 2013). Suelos arenosos (Peñuela *et al.* 2012), más frecuentemente arcilloso-limoso en los topes; arcilloso en los surcos (caolinitas de baja cohesión); Inceptisoles, ácidos.

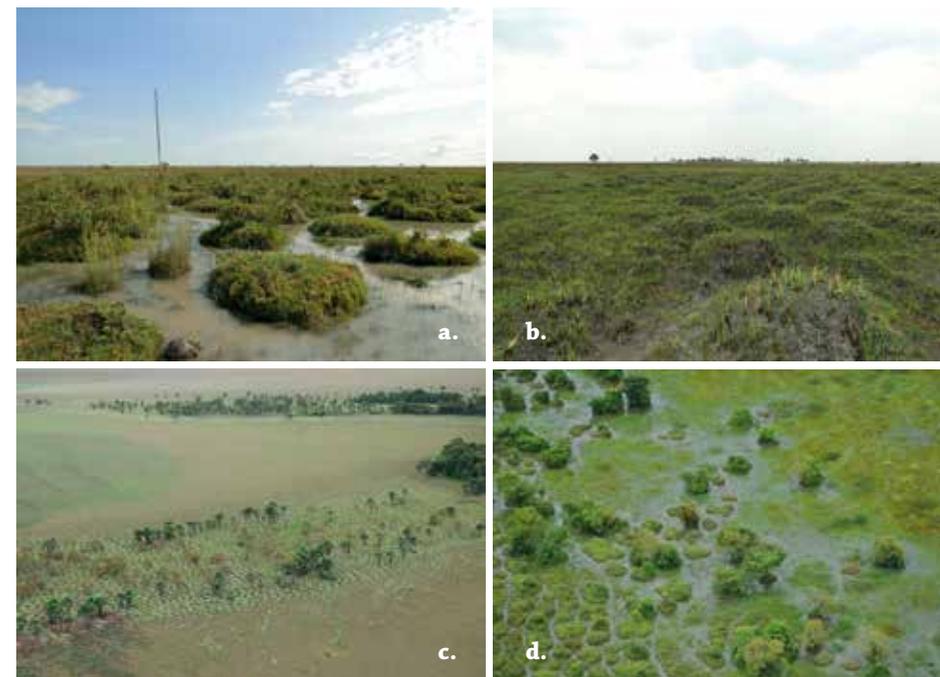
**Vegetación asociada.** *Elionurus adustus*, *Paepalanthus* sp (González *et al.* 1990, Salamanca 1983), *Axonopus cf. aureus*, *Scleria bracteata*, *Xyris savanensis* (Salamanca

1983). *Bulbostylis junciformis*, *Bulbostylis lanata*, *Monotrema cf. bracteatum*, *Kyllinga* sp, *Rhynchospora globosa*, *Paspalum carinatum*, *Heteropogon contortus* (Mendoza 2007). Sobre los zuros: *Axonopus cf. anceps* e *Hyptis dilatata*; entre los zuros: *Andropogon bicornis* y *Otachyrium cf. versicolor* (Mijares y Pérez com. pers.).

### Servicios ecosistémicos

**Provisión:** agua y forraje para el ganado y fauna silvestre (Figura 71).

**Regulación:** clima (local y regional); ciclo hidrológico; control de sedimentos.



**Figura 70.** Zurales en Colombia: a, b) detalle de los montículos (zuros) en Cravo Norte; c, d) vista aérea en Casanare. Foto: F. Mijares (a, b), F. Trujillo (c, d).

HUMEDALES NATURALES

Hábitat y soporte fauna acuática y terrestre.

**Culturales:** valor escénico, recreación y paisaje.

**Comentarios**

Detalles sobre su génesis, características y otros aspectos en Venezuela pueden con-

sultarse en Stagno y Steegmayer (1972). Denominado “reticular gully erosion” por Goosen (1964). En los departamentos de Arauca y Casanare este paisaje característico representa un reto para el trabajo del llanero a caballo, dada la dificultad que representan cabalgar sobre los zuros (Mijares y Pérez com. pers.) comunes y amenazados por el cultivo de arroz en el Casanare.



**Figura 71.** Ganado forrajeando en los zurales. Foto: F. Trujillo.

**Autor**

Anabel Rial



Río Bitá. Foto: F. Trujillo

## Arrozales



F. Trujillo

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Cojedes, Guárico, Guaviare, Meta, Portuguesa, Vichada.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guaviare, Guainía, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Apure, Barinas, Cojedes, Guárico, Portuguesa.

### Descripción

Sistema artificial. Léntico. Permanente. Aguas blancas o claras, de irrigación.

Cuerpo de agua destinado a la producción agrícola; usualmente adaptado de un sistema natural y de un humedal somero de extensión variable, con baja profundidad, sembrado con la especie más común: *Oriza sativa* L. (arroz) (Figura 72) y con presencia eventual de otras especies de plantas acuáticas nativas, consideradas por los productores como maleza -dada su competencia con el cultivo- y erradicadas de tal modo

que la riqueza de la biocenosis se reduce a la mínima expresión. Común en tierras bajas inundables de Venezuela y en toda la llanura de Colombia.

**Vegetación asociada.** Algunas plantas acuáticas del humedal natural consideradas malezas de los arrozales: *Echinochloa* spp, *Eleocharis* spp, *Ludwigia decurrens*, *Ludwigia* spp, *Fimbristylis* sp, *Cyperus rotundus*, *Cyperus iria*, *Cyperus ferax*, *Cyperus diffusus*, *Thalia geniculata*, *Mimosa pigra*, *Cynodon dactylon*, *Panicum fasciculatum*, *Heteranthera limosa*, *Heteranthera renifor-*

## 4.2 HUMEDALES CREADOS, TRANSFORMADOS O REGULADOS POR EL HOMBRE

## HUMEDALES ARTIFICIALES

## HUMEDALES ARTIFICIALES



**Figura 72.** Arrozal en Arauca. Foto: F. Mijares.

*mis, Caperonia palustris, Leersia hexandra, Sagittaria guayanensis, Commelina diffusa, Portulaca oleraceae, Murdania nudiflora, Eclipta prostrata, Luziola subintegra, Hymenachne amplexicaulis y Eichhornia crassipes.*

### Servicios ecosistémicos

**Provisión:** alimento (arroz).

**Hábitat y soporte:** sitio de alimentación y reproducción de aves (Figura 73), especialmente de algunas migratorias.

**Culturales:** valor recreativo (caza deportiva).

### Comentarios

El arroz se cultiva en más de 100 países y alimenta a la mitad de la población mundial. En América ocupa unos nueve millones de hectáreas y en Colombia, la tercera

mayor superficie del continente, se siembra en 4.000 km<sup>2</sup> (DANE 2013), por tanto es de esperar que se defiendan sus servicios y se reconozca incluso su valor como ambiente intermedio de valor para las aves y otros servicios ecosistémicos. Sin embargo, estas prácticas agrícolas suelen manejar mal los caudales naturales, erradican especies nativas de plantas acuáticas e insectos por su competencia con el cultivo, transforman cada vez más los humedales naturales y alteran de inmediato la calidad, cantidad de agua y oferta de hábitats. Siempre se emplean concentraciones elevadas de agroquímicos (fertilizantes o pesticidas, herbicidas) y algunas veces introducen especies exóticas que se convierten en invasoras. Lo apropiado será establecer éticamente el modo en que se va a seguir adelante con este cultivo, manteniendo la naturaleza de los humedales en la medida que permita su provecho y función a largo plazo.



a.



b.

**Figura 73.** Patos y garzas en arrozal: a) Arauca; b) cerca al caño Carnicerías, río Orottoy, vereda San Lorenzo. Foto: F. Mijares (a), C. Caro-Caro (b).

**Autor**  
Anabel Rial

## HUMEDALES ARTIFICIALES

## HUMEDALES ARTIFICIALES

## Embalses



G. Colonnello

**Otros nombres:** represas, presas.

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Andino-Orinocense (Orinoquia-Andina), Planicie Orinoquense (Orinoquia llanera: llanos altos), Guyano-Orinoquense (Orinoquia Guayanera: lomos y planicies residuales).

**Subcuencas:** Apure, Caroní, Meta.

**Departamentos Colombia:** Boyacá, Cundinamarca.

**Estados Venezuela:** Apure, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Guárico, Mérida, Portuguesa, Táchira.

**Definición**

Sistema artificial. Léntico. Permanente o temporal. Aguas claras, blancas o negras.

Cuerpo de agua semejante a un lago, que resulta de la acumulación de agua por la obstrucción de un curso de agua que cierra

parcial o totalmente su cauce por medio de una represa o ataguía (toda represa genera un embalse). El agua retenida es administrada, particularmente durante los períodos de sequía estacional, para surtir a los sistemas de riego agrícolas, centros habitados, producción de energía eléctrica por

medio de turbinas y control de avenidas extremas de los ríos. Pueden ocupar desde algunas hectáreas hasta miles de kilómetros cuadrados.

**Vegetación asociada.** En general, las comunidades de plantas que se instalan en las orillas son poco diversas, dominadas por especies flotantes o arraigadas y restringidas principalmente entre otros factores, por la marcada fluctuación del nivel de las aguas. No obstante, en sistemas que se desecan se establecen comunidades herbáceas al exponerse amplias áreas durante los meses estivos. Embalse de Las Majaguas (Portuguesa) orillas: *Eichhornia crassipes*, *Salvinia auriculata*, *Lemna* spp, *Pistia stratiotes*, *Ludwigia helminthorrhiza* y *Limnobium laevigatum*, islas flotantes de *Eichhornia* spp. En sequía las orillas se

cubren de *Ambrosia cumanensis*, *Malachra* sp, *Physalis* sp, *Euphorbia* sp y *Persicaria acuminatum*. Para el embalse de Guri, que represa a un río de aguas negras (Caroní), Vegas y Cova (1993) registraron 27 especies de macrofitas destacando las arraigadas emergentes: *Ludwigia octovalvis*, *Sphenoclea zeylanica*, *Nymphaea* sp, *Montrichardia arborescens*, *Paspalum repens*, *Leersia hexandra*, *Oxycaryum cubense*, *Cyperus* spp; flotantes libres: *Ricciocarpos natans*, *Ceraptopteris pteroides*, *Salvinia auriculata*, *Lemna minor* y *Utricularia* spp.

**Servicios ecosistémicos**

**Provisión:** alimento (pesca artesanal, pesca de subsistencia), acuicultura (Figura 74), cultivos y ganado en sus orillas, recursos genéticos, agua, especialmente durante la



**Figura 74.** Piscifactoría flotante Macagua, embalse Macagua, río Caroní. Foto: L. E. Pérez.

## HUMEDALES ARTIFICIALES

sequía (reservorios). Se emplean con fines industriales (hidroeléctricos).

**Regulación:** clima (local); agua (especialmente durante la estación de sequía); erosión y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** por su condición, presentan las características de un lago. Sitio de alimentación, reproducción, refugio de especies de vida silvestre.

**Culturales:** valores recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva).

### Comentarios

En Colombia la mayoría de los embalses están fuera de la cuenca del Orinoco. El acueducto de Bogotá es surtido por siete embalses en tres sistemas (Tibitoc, Chingaza y La Regadera), con una capacidad de almacenamiento de 1.238 M m<sup>3</sup>. En la región altoandina destaca el embalse del río Chuza, ubicado en la cuenca alta del río Meta, que abastece hasta el 80% del consumo de la región capital colombiana incluyendo agua dulce para riego de suelos agrícolas y generación hidroeléctrica. En Venezuela hay 11

embalses importantes en ríos que drenan a los llanos del Orinoco: Camatagua, Los Cerritos y Las Majaguas, que represan los ríos Guárico, Pao, Cachinche, Cojedes y Sarare, afluentes llaneros del Apure. En los Andes y el piedemonte, la red hidrográfica de los ríos Caparo, Sarare y Suripá colecta sus caudales en tres presas construidas en el área Uribante-Caparo. En el piedemonte andino la represa hidroeléctrica Santo Domingo (ríos Santo Domingo, Pueblo llano y Aracay). En la cuenca del río Uribante, el caudal de los ríos Uribante, Negro y Potosí se almacena en el embalse Uribante y surte a la presa La Honda (Figura 75a). Las aguas de los ríos San Buenas y San Agatón (cuenca del río Doradas) se embalsan en Las Doradas y surten a la presa las Cuevas; y los ríos Camburito, Caparo, Aricagua, Mucupati, Mucuchachi, Guaimaral y quebrada La Colorada surten al embalse Camburito-Caparo y a la presa Borde Seco-La Vultosa (Rial *et al.* 2010). De los ríos que drenan la región Guayana al sur de Orinoco, los principales embalses son: Guri, Tocoma, Caruachi y Macagua (Figura 75b), alimentados por los ríos Caroní y La Paragua.



**Figura 75.** a) Embalse La Honda. P.N. Tapo Caparo; b) embalse Macagua en Ciudad Guayana. Foto: A. Rial (a), L. Pérez (b).

## HUMEDALES ARTIFICIALES

La importancia de los embalses de esta región radica en que represan el 13,3% del volumen total de las aguas que drenan en la Orinoquia venezolana, es decir, alrededor de 156'760.345 millones de m<sup>3</sup>, lo cual es un volumen considerablemente alto. De ellos, el embalse de Guri (estado Bolívar) es el más importante, actualmente el número 11 en el "ranking mundial", no sólo porque genera más del 70% de la energía eléctrica de toda Venezuela, sino porque sólo el volumen mantenido en este cuerpo de agua representa el 86,12% del volumen total represado en los embalses de la región y 11,45% del volumen total de las aguas que se drenan anualmente en la Orinoquia venezolana.

Entre los impactos que generan los embalses se destaca la alteración o regulación del régimen hidrológico anual. En los últimos

20 años numerosos ríos de la Orinoquia venezolana han perdido su régimen hidrico natural debido a las represas. A su vez, estos cambios afectan los ciclos biológicos de las especies asociadas a estos ambientes e impiden las migraciones o "ribazones o subiendas" de los peces al romper la conectividad longitudinal del río y la inundación lateral (áreas de criadero) en las planicies inundables; también alteran los ciclos o balances biogeoquímicos en las zonas inundables, especialmente en el Bajo Llano (Machado-Allison *et al.* 2011). Los beneficios de estos ambientes incluyen la conservación de la biodiversidad regional, especialmente aves, debido a la protección de las cuencas involucradas. Debido a la constante pérdida o degradación de humedales naturales en todo el mundo (Ma *et al.* 2010), estos ecosistemas emergentes representan hábitats alternativos para algunas



**Figura 76.** Aves zancudas en el embalse las Majaguas, estado Portuguesa. Foto: G. Colonnello.

## HUMEDALES ARTIFICIALES

## HUMEDALES ARTIFICIALES

especies (Serrano-Davies y Pérez-Granados 2012), especialmente para la avifauna para las cuales quedan disponibles diversidad de hábitats como zonas de orillas, aguas abiertas, aguas profundas, colas y entrantes de los embalses) (Serrano-Davies y Pérez-Granados op. cit.) e incluso islas. En Las Majaguas (Portuguesa) se contabilizaron 16 especies asociadas a ambientes acuáticos en una sola observación en la época de sequía: *Mesembrinibis cayennensis*, *Dendrocygna vi-duata*, *Dendrocygna autumnalis*, *Ardea cocoi*, *Ardea alba*, *Egretta thula*, *Egretta tricolor*, *Egretta caerulea*, *Ajaia ajaja*, *Eudocimus alba*, *Eudocimus ruber*, *Jacana jacana intermedia*, *Himantopus m. mexicanus*, *Phaetusa simplex* y *Agelaius icterocephalus* (Figura 76).

Los embalses tienen un gran potencial pesquero y acuícola. Así en 1988 (Novoa

y Ramos 1988 en Cressa *et al.* 1993) reportaron para el Embalse de Guri valores de biomasa íctica entre 80 - 220 kg/ha con un potencial pesquero total de 30 y 40 x 10<sup>3</sup> toneladas. En este mismo embalse en los años 90, funcionó la Piscifactoría Flotante Macagua, con tecnología de jaulas rígidas rotativas autolimpiantes desarrollada por la Fundación La Salle para operar en cuerpos de agua con presencia de pirañas. Sostuvo producciones superiores a 20.000 kg/año de cachamas híbridas a densidad de 13 kg/m<sup>3</sup>. La empresa hidroeléctrica no permitió que siguiera operando cerca de la casa de máquinas, pero actualmente se está programando relanzar esta modalidad de piscicultura que permitió a los habitantes de Ciudad Guayana servirse de pescado fresco y de calidad cultivado en un embalse urbano.

**Autores**

Giuseppe Colonnello, Luis E. Pérez, Carlos A. Lasso, Ernesto J. González-R. y Vicky Malavé

**Estanques piscícolas excavados en tierra**

C. A. Lasso

**Otros nombres:** estanques, piscinas, jagüeyes (Colombia); préstamos con fines piscícolas (Venezuela).

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior y medio).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Capanaparo, Caroní, Caura, Cuchivero, Guaviare, Inírida, Manapiare, Meta, Pao, Parguaza, Suapure, Vichada, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela.** Amazonas, Anzoátegui, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo.

**Descripción**

Sistema artificial. Léntico. Permanente. Aguas claras, blancas o negras (Esteves 1998), dependiendo de las características del afluente natural usado como suministro.

Cuerpo de agua semejante a un préstamo o jagüey o incluso a una laguna, construido con fines exclusivamente acuícolas. De tamaño, forma y profundidad variable en función del tipo de cultivo.

## HUMEDALES ARTIFICIALES

## HUMEDALES ARTIFICIALES

Históricamente los estanques se utilizaron como una alternativa al uso de suelos degradados y/o compactados, como resultado de otras actividades agropecuarias, o para sacar grava en la construcción de terraplenes y carreteras en los Llanos (Venezuela). En Colombia, para dar inicio a un nuevo renglón de economía familiar mediante el cultivo extensivo de peces nativos como la cachama blanca o morocoto (*Piaractus brachypomum*). Entre los años 1986 y 1992 se incentivó la implementación de este sistema artificial con la construcción de un millón de estanques entre 600 usuarios del departamento del Meta, a través del convenio DRI/Unillanos. Posteriormente se ha intensificado la producción en estanques de variadas dimensiones que van desde 300, 600 y hasta 20.000 m<sup>2</sup> generalmente en forma rectangular y con un declive máximo de 5% partiendo de una profundidad promedio de 0,8 m. En Venezuela este sistema -aunque no con fines directamente acuícolas- se conoce desde la década del sesenta cuando se hicieron las primeras carreteras en los Llanos. Posteriormente y de manera eventual se utilizaron con fines acuícolas extensivos.

**Vegetación asociada.** Es frecuente hallar especies que se convierten en invasoras al contar con una concentración elevada de nutrientes: *Eichhornia crassipens*, *Pistia stratiotes*, *Azolla* spp y *Lemna* spp. Los alrededores del estanque generalmente están poblados de gramíneas como *Brachiaria decumbens* y algunas especies arbustivas de porte pequeño.

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** alimento (producción de peces en monocultivo y/o policultivo); agua (efluentes utilizados para explotacio-

nes agrícolas como la palma africana); agua para el ganado (sequía), generación de empleo (preparación, manejo de estanques y producción).

**Regulación:** contribución en la captación de CO<sub>2</sub>.

**Hábitat y soporte:** con el transcurrir del tiempo la materia orgánica sedimentada denominada en la región como lodos, se remueve para reconstruir los taludes y/o como abono. Los microorganismos del sistema llevan a cabo el reciclaje de nutrientes y el fondo de los estanques funciona como reservorio de nutrientes contribuyendo en determinados casos a mejorar la calidad el agua captada (Yossa *et al.* 2011, 2012). Se emplea con fines piscícolas: cultivo de *Oreochromis* spp (tilapia roja o mojarra), *Piaractus brachypomum* (cachama blanca o morocoto), *Brycon amazonicus* (yamú o bocón) y *Prochilodus mariae* (bocachico llanero o coporo), entre otros.

**Culturales:** estos sistemas generan valores agregados como unidades académicas abiertas al público, forman parte de sistemas integrados de producción y/o parques temáticos brindando deporte y/o recreación mediante la opción de “pesque y pague”.

### Comentarios

Este ambiente artificial contribuye significativamente a la seguridad alimentaria de Colombia, toda vez que cerca del 90% de la producción piscícola mundial está soportada en estanques excavados en tierra (Steeby *et al.* 2004). Con este sistema, la Orinoquia colombiana se sitúa como el primer productor de alevinos de especies comerciales y cultivo de la especie nativa (*Piaractus brachypomus*), así como el tercer productor de tilapia

(Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca 2013). Ecológicamente contrarresta el efecto invernadero ante la fijación del CO<sub>2</sub> por el fitoplancton; es un ecosistema

con reciclaje de nutrientes y es el sistema productivo piscícola más idóneo al no ser parte del concepto de la “Discontinuidad en Serie” (Ferreira *et al.* 2009).

### Autores

Martha Yossa, Gilma Hernández-Arévalo, Pedro René Eslava y Carlos A. Lasso

## Jagüeyes o préstamos



G. Colonnello

**Países:** Colombia y Venezuela.

**Región:** Andino-Orinoquense (Orinoquia Andina: páramo, ríos de abanicos trenzados), Planicie Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos altos, medios y bajos), Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: lomas y planicies residuales), Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Apure, Arauca, Aro, Capanaparo, Caris, Caroní, Cinaruco, Cuchivero, Delta Guaviare, Inírida, Manapiare, Meta, Morichal Largo, Pao, Parguaza, Suapure, Vichada, Zuata.

**Departamentos Colombia:** Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vichada.

**Estados Venezuela:** Amazonas, Apure, Barinas, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Guárico, Monagas, Portuguesa, Táchira.

### Descripción

Sistema artificial. Léntico. Permanente o temporal. Aguas claras o blancas.

Cuerpo de agua semejante a una laguna que resulta de la extracción de tierra para

la construcción de terraplenes o diques en la sabana; o excavaciones para almacenar agua para el consumo del ganado durante la estación de sequía. Se diferencia de la laguna natural por su mayor profundidad (generalmente más de 1 m), sus paredes

con mayor pendiente y su menor extensión (Figura 77a). Con el tiempo los bordes se erosionan, se suaviza la pendiente y se favorece la colonización de las orillas por la vegetación acuática, contribuyendo a su naturalización. Después de varios años de construcción algunos préstamos o jagüeyes pueden secarse por completo dando paso a un proceso de sucesión vegetal hacia un ecosistema terrestre (Figura 77b). Generalmente de forma rectangular o circular (Figura 77 c, d). Aguas turbias, por efecto de los sólidos en suspensión y materia orgánica proveniente de la fauna silvestre o ganado, o eventualmente transparentes, en cuyo caso pronto son colonizadas por algas

y plancton. En los Llanos venezolanos hay préstamos llamados “pozones o cavas”, que son excavaciones más profundas, abiertas con palas mecánicas o dragas, dependientes del nivel freático y lluvias, ocasionalmente de la conexión con ríos o caños y esteros (Lasso 2004). Su origen determina la pendiente de sus paredes, más suave cuando sirve de abrevadero para el ganado, generando así el microhábitat de orilla y un mayor intervalo de profundidad del espejo de agua, la colonización de plantas y una mayor diversidad íctica y fauna asociada, especialmente de aves acuáticas. En el caso de los préstamos de paredes verticales la biodiversidad asociada es menor.



**Figura 77.** Jagüeyes o préstamos: a) se observa las paredes con gran pendiente, Cravo Norte; b) en proceso de sucesión vegetal; c) de forma circular; d) de forma rectangular. Fotos: F. Mijares (a, d), G. Colonnello (b), F. Trujillo (c).

## HUMEDALES ARTIFICIALES

**Vegetación asociada.** Fundamentalmente *Thalia geniculata*, *Pistia stratiotes*, *Ludwigia* spp, *Eichhornia* spp, *Salvinia* spp y colonias de algas. En préstamos o jagüeyes mas antiguos y someros, naturalizados: *Echinodorus* spp, *Ceratopteris*, *Eichhornia* spp y otras muchas especies típicas de lagunas.

**Servicios ecosistémicos y uso**

**Provisión:** alimento (cultivos, ganado, pesca de subsistencia, acuicultura, alimentos silvestres) (Figura 78), recursos genéticos, agua.

**Regulación:** clima (local); agua (especialmente durante la estación de sequía); erosión; polinización y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** con el transcurrir del tiempo funcionan como una laguna y se transforman en ecosistemas prácticamente naturales, sean cerrados o con conexión con los sistemas lóticos o lénticos circundantes. Sitio de criadero, alimentación, reproducción, refugio de especies de vida silvestre. Se emplea con fines agropecuarios y piscícolas (p.e. cultivo de *Colossoma macropomum*- (<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab491s/AB491S05.htm>), *Piaractus brachypomum* y *Prochilodus mariae*, entre otros); protección del pool genético.

**Culturales:** valores estéticos, recreación (caza y pesca deportiva) y ecoturismo.



**Figura 78.** Babillas (*Caiman crocodilus*) en jaguey de Cravo Norte. Foto: F. Mijares.

## HUMEDALES ARTIFICIALES

**Comentarios**

Estos ambientes artificiales contribuyen significativamente a la biodiversidad regional, razón por la cual se construyen ampliamente en muchos países (Declerk *et al.*

2006). Otros aspectos relativos a su importancia pueden consultarse en Botero *et al.* (2009). Constituyen corredores ecológicos de gran importancia para la conservación, tanto de la fauna terrestre como la acuática.

**Autores**

Anabel Rial, Carlos A. Lasso, Giuseppe Colonnello y Rafael Antelo



Jaguey o préstamo en Arauca. Foto: F. Mijares.

## Lagunas de inundación impactadas por la industria del aluminio



Google earth (2006)

**País:** Venezuela.

**Región:** Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: cauce principal del bajo Orinoco).

**Subcuencas:** restringidas al cauce principal del bajo Orinoco.

**Estados Venezuela.** Bolívar.

### Descripción

Sistema léntico. Permanente. Adyacente a depósitos de lodos rojos. Aguas blancas.

Lagunas asociadas al efecto de rebalse en las llanuras inundables, formadas por el desborde del río Orinoco durante los períodos de mayor descarga. Debido a su cercanía a los depósitos de “lodo rojo”, sus

propiedades fisicoquímicas han sido muy alteradas en relación a una laguna natural de inundación. El lodo rojo es un subproducto del proceso Bayer, que consiste en la remoción química del aluminio en la bauxita mediante soda cáustica (NaOH). Este lodo es una suspensión sólido/líquido constituida principalmente por un 20-30% de sólidos y una solución acuosa cáustica.

La fase sólida está constituida por una fracción gruesa (arena silícica) y una muy fina (con un alto contenido de óxido de hierro). Aparte de otros metales que se encuentran en menor cantidad, el lodo rojo contiene aluminio residual, hierro, sílice, titanio y soda cáustica, esta última contenida en la fracción líquida, la cual le proporciona a esta suspensión un carácter fuertemente alcalino ( $\text{pH} > 12$ ). El lodo rojo es almacenado en grandes lagunas artificiales de sedimentación que se encuentran cerca del río Orinoco y en otras lagunas naturales que conforman su planicie de inundación. En ellas se depositan anualmente un millón de toneladas de lodos, 250 mil toneladas de arena roja y dos millones de metros cúbicos de líquidos cáusticos. La profundidad y las propiedades fisicoquímicas de las lagunas naturales impactadas por lodos rojos varían de acuerdo al ciclo hidrológico anual, las precipitaciones regionales y consecuente desborde del río Orinoco.

### Comentarios

Hasta el momento se estima que más de 35 millones de toneladas de lodo rojo se encuentran almacenadas en estas lagunas de sedimentación (<http://www.cienciaguayana.com/2012/01/fonacit-destina-recursos-para.html>).

En la margen derecha del Orinoco, existen tres lagunas naturales de inundación muy cercanas a los depósitos de lodo rojo (Laguna Cambalache o Los Cardonales, Laguna Caribe y Laguna Guadita). Aunque los diques de contención que rodean estos grandes depósitos cuentan con sistemas impermeabilizantes que impiden el flujo de este material por percolación hacia el río y sus lagunas naturales, el arrastre de material producido por la escorrentía durante las lluvias y las continuas roturas de las tuberías que transportan el lodo rojo

desde la planta CVG Bauxilum, hasta las lagunas artificiales de sedimentación, han ocasionado que cantidades considerables de este desecho peligroso llegue a las lagunas naturales y hasta el propio río Orinoco. La laguna Cambalache o Los Cardonales (Figura 79 a,b) presenta un menor grado de impacto. Su profundidad varía entre los 1,4 m en sequía hasta 3 m en la época de mayor caudal del río. El pH (entre 5,8 y 6,5) y la conductividad ( $400 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) son mayores que en las lagunas de inundación naturales del río Orinoco (Hamilton y Lewis 1990b). También las concentraciones de elementos mayoritarios disueltos (Na, K, Ca y Mg) duplican los valores estándar (Tabla 4). Sin embargo, las concentraciones de algunos elementos trazas disueltos, tales como el Al y el Fe se encuentran dentro del intervalo normal en la planicie de inundación del río Orinoco. Aunque el impacto por la cercanía a los depósitos de lodo rojo puede ser considerado bajo, estudios recientes han demostrado que la riqueza, abundancia y biomasa de las comunidades de peces en esta laguna son significativamente inferiores a las de lagunas no impactadas en la planicie de inundación del Orinoco (González *et al.* 2009). Las lagunas Caribe y Guadita son las más afectadas por las descargas directas de lodos rojos (Figura 79c). El pH de estas lagunas varía entre 8,3 y 9,5 mientras que los valores de conductividad sobrepasan los  $1.500 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Las concentraciones de Na son consideradas muy altas, con valores 30 veces superiores a los normales. Ambas lagunas parecen estar eutrofizadas. Su coloración verde (Figura 79d) indica un sobre crecimiento de algas importante, posiblemente inducido por los altos valores de pH y las altas concentraciones de nutrientes como Ca y nitrógeno total (MacQuhae 2007). Este sobre crecimiento algal produce una sobresaturación de oxígeno disuelto en el agua, que alcanzó valores de

HUMEDALES ARTIFICIALES

HUMEDALES ARTIFICIALES

9,8 mgO<sub>2</sub>/l para la laguna Guadita en mayo y 11 mgO<sub>2</sub>/l para la laguna Caribe en noviembre, valores considerados muy altos en comparación a los normales para lagunas de inundación del Orinoco. Aunque estos altos valores indican un fuerte impacto antrópico en estas lagunas, el mayor contaminante es el aluminio (Al) disuelto cuyas concentraciones en el río Orinoco y sus lagunas de inundación varían entre 27 y 470 µg/l (Mora-Polanco *et al.* 2009) mientras que en las lagunas impactadas sobrepasan los 15.000 µg/l (laguna Caribe) y 38.000 µg/l (laguna Guadita). Por consiguiente, la

presencia de organismos vivos tales como peces y/o macroinvertebrados acuáticos en estas dos lagunas es poco probable, ya que altas concentraciones de Al disuelto son extremadamente tóxicas para los peces y la comunidad acuática en general (Gensemer y Playle 1999).

Para la recuperación de estos sistemas lagunares, se recomienda dragar el sedimento superficial, pues gran parte es lodo rojo. Las empresas procesadoras de bauxita de la región Guayana deben aplicar mejoras tecnológicas para procesar este residuo.

**Tabla 4.** Parámetros fisicoquímicos determinados en mayo 2005 en las lagunas de inundación adyacentes a los depósitos de lodo rojo y comparación con una laguna no impactada de la margen derecha del río Orinoco.

Lagunas	pH	Conductividad (µS/cm)	Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	N Total (mg/l)	P Total (µg/l)	Al (µg/l)	Fe (µg/l)
Laguna no impactada	4,6	80	4,3	11	1,0	2,1	0,8	3,5	105	470	220
Cambalache	6,5	179	5,5	25	2,2	4,4	2,1	0,6	125	167	170
Caribe	9,3	1300	4,6	285	6,5	4,6	1,5	5,9	83	15570	84
Guadita	9,1	1577	9,8	334	5,1	8,5	2,9	-	-	38000	160

Entre las tecnologías a aplicar se encuentra el "Dry Stacking", la cual genera un residuo más espeso, con menor cantidad de líquido. Igualmente se recomienda reutilizar el residuo, ya que el lodo rojo puede ser usado

como materia prima en la manufactura de materiales utilizados en catálisis y materiales de construcción, recuperación de metales pesados, construcción de materiales cerámicos, etc.

**Autor**

Abraham Mora Polanco



**Figura 79.** a) Laguna Cambalache o Los Cardonales; b) dique de contención de lodos rojos frente a la laguna Cambalache o Los Cardonales; c) efluente de lodos rojos que desemboca en la Laguna Caribe; d) Laguna Caribe. Fotos: A. Mora.

## Módulos o pólderes



C. Marrero

**Otros nombres:** módulos de Apure.

**País:** Colombia, Venezuela.

**Región:** Planicie-Orinoquense (Orinoquia Llanera: llanos bajos).

**Subcuencas:** Apure, Meta.

**Departamentos:** Casanare.

**Estados Venezuela:** Apure.

### Descripción

Sistema palustre. Léntico. Temporal o permanente. Aguas blancas o claras.

Conjunto artificial de cuerpos de agua, generalmente lagunas, aunque puede incluir esteros, cerrados por diques de tierra, con desagües controlados por compuertas mediante las cuales se regula el exceso de agua proveniente de la inundación o desborde de ríos y/o caños vecinos, así como la precipitación *in situ*. Estos sistemas modulares se

empezaron a construir en la década de los años setenta, en Colombia en las sabanas del departamento del Casanare en el municipio de Orocué (Ariza y Baptiste 2007) y en Venezuela en las sabanas en los alrededores de la ciudad de Mantecal y en otras zonas del llano en el estado Apure (Volker 1982). Los módulos de Orocué limitan al norte con el caño Tagua y el caño Duya, por el occidente con el caño San Miguel y por el oriente con el caño El Consejo; estos dos últimos se unen para formar el caño Orocué



**Figura 80.** Módulos reticulares de Orocué: a) detalle de las compuertas; b) paisaje general. Fotos: M. A. Morales-Betancourt.

que desemboca en el Meta. La infraestructura consta de un sistema de diques y embalses que operan integrados con estructuras de regulación que logran contener las aguas lluvias y de escorrentía (Figura 80). El sistema permite el mantenimiento de láminas de agua de poca profundidad, favoreciendo las condiciones de humedad del suelo (Umata Orocué 1998). Los módulos de Apure constituyen un sistema de diques generados por la construcción de obstáculos paralelos y perpendiculares al flujo de las aguas, que contienen las aguas de desborde de los caños y ríos entre el río Apure y el Caño Guaritico (Rial 2005).

**Vegetación asociada.** Plantas acuáticas en islas flotantes: *Eichhornia* spp (Figura 81), *Paspalum* spp y comunidades marginales; plantas sumergidas y herbazales (Marrero 2011). Especies comunes: arraigadas emergentes: *Panicum laxum*, *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Luziola subintegra*, *Thalia geniculata*, *Ludwigia* spp, flotantes libres: *Pistia stratiotes*, y *Salvinia auriculata* (Rial com. pers.).

### Servicios ecosistémicos y usos

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia incluye moluscos y crustáceos, pesca artesanal, carne de monte-caza), pesca ornamental.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso para la fauna silvestre, zonas de migración.

**Culturales:** valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva).

### Comentarios

El uso del término módulo es de naturaleza ingenieril, y en su acepción original proviene de la distribución en compartimientos repetitivos que poseen estas construcciones. Sin embargo, fue adoptado coloquialmente para designar tanto este sistema de control de las aguas, como otros menos sofisticados presentes en el llano. Su principal finalidad fue controlar las inundaciones y almacenar agua para la estación seca. Precisamente durante este período de estiaje,

## HUMEDALES ARTIFICIALES

## HUMEDALES ARTIFICIALES



**Figura 81.** Vegetación asociada (*Eichhornia* spp) a los módulos de Apure. Foto: C. Marrero.

los módulos se convirtieron en refugios y corredores biológicos para muchas especies de la fauna silvestre, especialmente aves acuáticas, tortugas, cocodrilidos (babas o babillas) y mamíferos semiacuáticos, como el chigüire o chigüiro y peces (Lasso obs. pers.). En este sentido, la biomasa animal (vertebrados) contenida en esos sistemas modulares es alta, con valores entre 1.279 y 9.379 kg/ha (Ramos *et al.* 1981). La biomasa de la ictiofauna también es elevada, entre 354 y 571 kg/ha (Taphorn y Lilystrom 1984), estando dentro del intervalo

de ambientes naturales adyacentes (lagunas de inundación) que van de 280 a 450 kg/ha (Lasso 1996).

Los módulos de Orocué se han convertido en espacios de confluencia de biodiversidad debido a la dinámica de la relación entre ecosistemas terrestres y acuáticos (Ariza y Baptiste 2007), siendo considerados ecosistemas estratégicos. Han sido propuestos para hacer parte del Sistema Regional de Áreas Protegidas (Correa *et al.* 2006).

### Autores

Críspulo Marrero, Douglas Rodríguez-Olarte y Carlos A. Lasso

## Ríos regulados



G. Colonnello

**País:** Venezuela.

**Región:** Guayano-Orinoquense (Orinoquia Guayanesa: río Caroní) y Delta-Orinoquense (Orinoquia Atlántica: Delta superior, medio e inferior).

**Subcuencas:** Caroní, Delta (caño Mánamo).

**Estados Venezuela:** Bolívar, Delta Amacuro, Monagas.

### Descripción

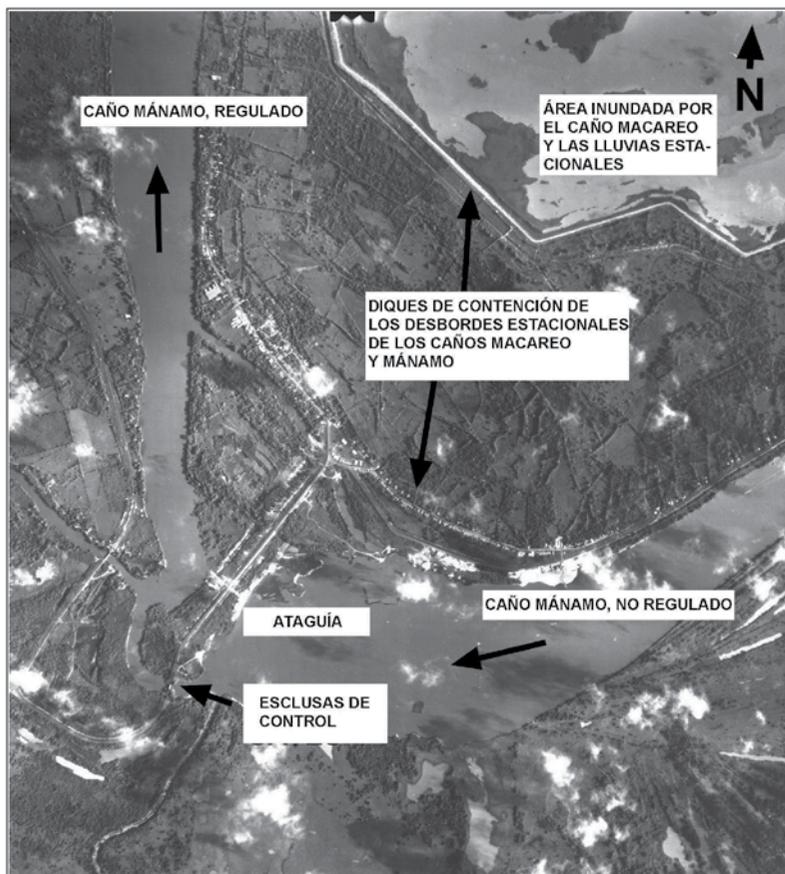
Sistema fluvial y palustre. Lótico. Permanente. Aguas blancas, claras o negras.

Ambiente de agua corriente cuyo flujo ha sido alterado, restringido por la construcción de represas, diques o ataguías. Tal regulación ocasiona cambios en las características naturales del ambiente.

Si bien algunos ríos han sido regulados en la cuenca, el caño Mánamo y el río Caroní

son ejemplos extremos de este tipo de sistema. El Mánamo es uno de los principales drenajes del Delta. Recibe los aportes de las subcuencas de los caños Guara, Pedernales, Capure, Cocuina y Buja y el río Morichal Largo. Antes de su regulación transportaba el 10% de la descarga total del río Orinoco, volumen que se redujo al 0,5 % (Figura 82).

El río Caroní es un gran río de dimensión y profundidad variable. Su cuenca que abarca cerca de 92.000 km<sup>2</sup>, es también una cuen-



**Figura 82.** La ataguía en el caño Mánamo, a 20 km de la ciudad de Tucupita, junto con las obras colaterales realizadas. Fuente: Colonnello (elaboración propia).

ca hidroeléctrica, por su importante caudal, cuya escorrentía ha sido calculada en unos 154 mil millones de metros cúbicos medios anuales. Esto ha permitido el asentamiento del “Complejo Hidroeléctrico del Bajo Caroní”, compuesto por las represas Macagua (I-II-III), Guri, Caruachi y por último, Tocoma.

**Vegetación asociada.** A lo largo de las riberas del río Caroní, por debajo de la repre-

sa de Guri, se observan bosques ribereños, medios bajos y sabanas arbustivas mixtas con chaparrales, y por encima, bosques ombrófilos piemontanos y basimontanos subsiempreverdes y siempreverdes (Huber y Alarcón 1988, Huber 1995, Colonnello *et al.* 2011b). Localmente se observan áreas perturbadas, sabanas, morichales y arbustales (p. e. Rodríguez y Colonnello 2009). En el embalse de Guri se han reportado 27 especies de macrófitas colonizando aguas

someras y tranquilas (Vegas y Cova 1993), lo que se considera una riqueza florística inusual para un río de aguas negras. Las macrófitas registradas fueron: *Ludwigia octovalvis*, *Sphenoclea zeylanica*, *Nymphaea* sp, *Montrichardia arborescens*, *Paspalum repens*, *Leersia hexandra*, *Oxycaryum cubense*, *Cyperus* spp, entre otras especies; y los flotantes libres *Ricciocarpos natans*, *Ceraptopteris pteroides*, *Salvinia auriculata*, *Lemna minor*, *Utricularia* spp. Estas presencias se atribuyeron, en algunos casos, a aportes de nutrientes locales desde las orillas.

En el Delta (Mánamo), a lo largo de los albardones e islas, comunidades boscosas semidecíduas (con parches de mangle) en el Delta superior; bosques medios a altos semidecíduos intercalados con manglares (*Rhizophora* spp) en el Delta medio y comunidades de manglares, en el delta inferior. Comunidades herbáceas de plantas arraigadas y flotantes, en los márgenes de los caños de la cuenca: *Montrichardia arborescens*, *Sesbania exasperata*, *Urena lobata*, *Mimosa pigra*, *Eichhornia crassipes*, *Paspalum repens*, *Sacciolepis striata*, *Tonina fluviatilis*, (Delta superior); *M. arborescens*, *Poligonum acuminatum*, *E. crassipes*, *P. repens* (Delta medio); *Echinochloa polystachya*, *Echinochloa colona*, *Rabdadenia biflora*, *Crenea maritima* y *Spartina alterniflora* (Delta inferior). Comunidades de plantas acuáticas en islas flotantes, *E. crassipes*, *P. repens* (Colonnello 2001a, b, Van Duzer 2004).

**Servicios ecosistémicos y usos**

**Provisión:** alimento (pesca subsistencia incluye moluscos y crustáceos, pesca artesanal -piscicultura en jaulas en el delta superior-, pesca comercial -estuario del Mánamo, Pedernales, Capure y Cocuina)-, carne de monte-caza, frutos), pesca ornamental, fibras, leña y productos forestales

maderables, recursos genéticos, productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos y agua.

**Regulación:** clima local y regional, erosión, enfermedades, control plagas, polinización y riesgos naturales.

**Hábitat y soporte:** áreas criadero (reproducción, crecimiento) y descanso, zonas de migración.

**Culturales:** valor espiritual y religioso (lugares y especies sagradas para las comunidades indígenas Warao); valores estéticos y recreativos (balnearios, ecoturismo, caza y pesca deportiva).

**Comentarios**

Si bien un buen número de los ríos de mayor caudal de la Orinoquia han sido intervenidos en cierta medida, fundamentalmente por represamientos y parte de sus cursos están regulados -aún el Orinoco puede considerarse alterado, ya que incorpora los inmensos volúmenes de sedimentos de los procesos erosivos de origen antrópico, de los Andes-, solo el caño Mánamo en el Delta y el río Caroní han sido regulados (impactados) de forma masiva, con efectos relevantes para toda su cuenca.

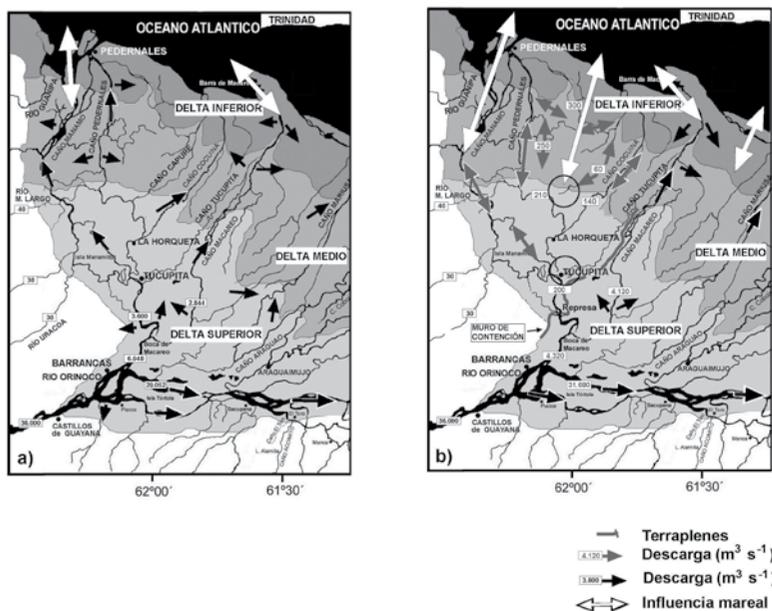
La regulación del caño Mánamo, con la construcción de la ataguía y terraplenes (Figura 83), desde su origen hasta el mar (ca. 200 km), ha causado dos efectos clave en el ambiente deltano: por un lado, la protección contra la inundación estacional de cerca de 300.000 ha en el Delta superior (aprovechables en distinto grado para la agricultura y la ganadería) (CVG 1967) y por otro, el cambio del régimen fluvio-marino de su cuenca, por uno totalmente estuarino, especialmente en lo que se considera el Delta medio e inferior. Los

beneficios sociales han sido muy debatidos, ya que se afectó de forma muy negativa a las poblaciones indígenas Warao (García-Castro y Heinen 1999, Colonnello 2001a). Así mismo, los efectos tanto físicos como biológicos han sido mayormente adversos. Estos incluyen, entre otros, cambios en suelos y aguas (Olivares y Colonnello 2000, Colonnello 2001b, Monente y Colonnello 2004); cambios en la vegetación ribereña herbácea y leñosa (Colonnello y Medina 1998, Colonnello y Egañez 2005, Colonnello 2001a) (Figura 83). Respecto a la ictiofauna y macroinvertebrados acuáticos, hubo una sustitución y reemplazo de fauna dulceacuícola por otra mayormente marina y estuarina (Lasso *et al.* 2004b, Lasso y Sánchez-Duarte 2011).

De manera particular los efectos más marcados en el Delta superior han sido sobre la hidrología, y han afectado la velocidad, volumen, estacionalidad y la descarga del agua; y sobre los suelos (cambio de propiedades físicas y químicas). Otros cambios de menor impacto en esta sección incluyen alteraciones en la cobertura, distribución y composición (diversidad) de la vegetación. Hubo también una diversificación la productividad e incremento de las prácticas agrícolas, aunque estas fueron fallidas. Por último todo esto generó migraciones y cambios en los patrones de subsistencia de los Warao. En el Delta medio también fue afectado todo el componente hidrológico (velocidad del agua, volumen y estacionalidad de la descarga) y en la vegetación

tuvo lugar un cambio en la composición y distribución de especies, incluyendo los manglares, herbazales y bosques de pantano. La calidad del agua cambió en todos sus componentes. También ocurrieron cambios geomorfológicos, erosión, sedimentación y cambios de los cursos de la agua. Al igual que en el Delta superior, los medios de subsistencia de las poblaciones indígenas, experimentaron un gran impacto. En el Delta inferior nuevamente la hidrología, vegetación y calidad del agua se vio afectada como en el Delta medio pero a nivel geomorfológico aparecieron o se formaron nuevas islas. Con estos cambios más el desmejoramiento de los recursos de subsistencia (fauna y flora), ocurrió una migración de los habitantes locales (Warao y criollos).

La minería aurífera aluvial practicada en el alto y medio Caroní, así como en el río Paragua, desde comienzos de la década de los 80, sigue generando aporte de sedimentos que viajan como sólidos suspendidos en el agua del río. La fracción que llega al primer embalse de la cadena, el de Guri, sedimenta allí al bajar la velocidad de la corriente a valores mínimos, de tal modo que no pasa a los siguientes embalses. En la cuenca ha habido una intensa actividad minera. Una de ellas, la diamantífera ha aportado muchos sedimentos al río, pero la aurífera en particular, realizada mediante balsas que extraían el material del lecho, ha generado aportes históricos de contaminación por mercurio en todos los tramos del río. En general, los ríos de aguas negras transportan muy pocos sedimentos minerales y por eso los embalses construidos en ellos tienen una vida útil mucho más larga que los ríos de aguas blancas, que erosionan mucho más los suelos de sus cuencas y pueden colmatar el vaso o cubeta en un número limitado de décadas. Se ha señalado el efecto de reducción del volumen como una de los impactos negativos de la minería sobre las obras hidroeléctricas, pero algunos autores (United Nations Industrial Development Organization 1996), señalan que los sedimentos de partícula gruesa sedimentan en el mismo río en poca distancia y solo la fracción arcillosa, relativamente pequeña, viaja más lejos con escasa incidencia en la reducción de la vida útil. Por otra parte, está la presencia del mercurio en el agua, sedimentos y peces en algunos sectores del Caroní. En un estudio realizado por el Comité Operativo para la Pesca y Acuicultura de Guri (Pérez 1996), se comprobó que el promedio de mercurio total determinado en muestras de músculo de tres especies de peces carnívoros del embalse Guri excedía el límite aceptado por la WHO entre una y cinco veces: curvinota (*Plagioscion squamosissimus*) 0,80 µg/g; Aimara (*Hoplias macropthalmus*) 1,32 µg/g y payara (*Hydrolycus armatus*) 2,70 µg/g. Se conoce que la actividad de bacterias metiladoras responsables de movilizar el mercurio desde los sedimentos hacia la biota acuática es más intensa cuando el pH es ácido, hay presencia de materia orgánica y no abundan compuestos que limiten la biodisponibilidad del mercurio, tal como es el caso de estos embalses. Al contrario que en el caso de los sedimentos, los peces contaminados pueden migrar a grandes distancias y transportar su carga de mercurio a varios cientos de kilómetros. Alvarez y Rojas (2006) determinaron el Hg total en 48 muestras de cabello de habitantes indígenas de la etnia Pemón asentados aguas arriba del embalse Guri en El Plomo (río Caroní) y El Casabe (río Paragua). En las cercanías de ambos asentamientos operaban desde algunos años atrás balsas extractoras de oro que utilizaban mercurio. El intervalo observado para las 48 muestras fue de 0,139 µg/g (de cabello) hasta 26,707 µg/g, con un promedio de 6,107 µg/g. Sus



**Figura 83.** Principales cambios hidráulicos producidos por la regulación. a) pre-regulación. b) post-regulación. Tomado de Monente y Colonnello (2004).

## HUMEDALES ARTIFICIALES

pobladores consumían frecuentemente peces de las especies curvinata (*Plagioscion squamosissimus*), payara (*Hydrolycus armatus*), aimara (*Hoplias macrophtalmus*), caribe (*Serrasalmus rhombeus*), mataguaro (*Crenicichla lugubris*), coporo (*Prochilodus rubrotaeniatus*), bagre (*Pimelodella gracilis*) y morocoto (*Piaractus brachypomus*). Así mismo, investigadores liderados por Darío Bermúdez (citado en el blog de Evelyn Guzmán: <http://cienciaguayana.blogspot.com/2005/09/aplicarn-pruebas->

neurologicas-para.html.), encontraron que al consumir peces del embalse que presentaban niveles hasta 5 veces superiores al de 0,5 µg Hg /g de tejido muscular establecido por la Organización Mundial de la Salud, los consumidores de localidades del sur de ese cuerpo de agua, presentaban niveles de mercurio total en el cabello entre 2,07 y 12,2 µg Hg/g. A partir de 20 µg Hg/g las mujeres embarazadas tienen un riesgo del 5% de dar a luz niños que presentarán desórdenes neurológicos.

## Autores

Giuseppe Colonnello y Luis E. Pérez



M. A. Morales-B.

## Bibliografía

- Allan, J. D., A. J. Brenner, J. Erazo, L. Fernández, A. S. Flecker, D. L. Karwan, S. Segnini y D. C. Taphorn. 2001. Land use in watersheds of the Venezuelan Andes: a comparative analysis. *Conservation Biology* 16 (2): 527-538.
- Allan, J. D., A. S. Flecker, S. Segnini, D. C. Taphorn, E. Sokol y C. W. Kling. 2006. Limnology of Andean piedmont rivers of Venezuela. *Journal North American Benthology Society* 25 (1): 6-81.
- Alvarez, L. y L. Rojas. 2006. Presencia de mercurio total en habitantes de los asentamientos indígenas El Casabe, municipio autónomo Raul Leoni y el Plomo, municipio autónomo Manuel Carlos Piar - Estado Bolívar (Venezuela). *Revista Saber, Universidad de Oriente, Venezuela* 18 (2): 161-167.
- Ambioconsult. 2004. Evaluación ecológica rápida de la vegetación en la Reserva de Biosfera Delta del Orinoco para su conservación y uso sustentable. PNUD-MARNR. Caracas. 475 pp.
- Armenteras, D., M. Romero, G. Galindo y J. Otero. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia. 189 pp.
- Antelo, R. 2008. Biología de cocodrilo o caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela). Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. 336 pp.
- Antelo, R. J. Ayarzagüena y J. Castroviejo. 2008. A new Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) at Guaritico Wildlife Refuge, El Frío Biological Station and surrounding areas. Apure Estate. Venezuela. Proceedings of the 19th Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group. Santa Cruz, Bolivia.
- Ariza, A. y B. L. G. Baptiste. 2007. Valoración integral de la biodiversidad de los ecosistemas y agroecosistemas de la sabana inundable y de la altillanura en la cuenca media del río Meta, a escala 1:100.000. Zona Maní-Orocué- Carimagua. Informe final de investigación, Pontificia Universidad Javeriana-Instituto Alexander von Humboldt, Proyecto Orinoquia, Bogotá D.C.
- Ataroff, M. y L. Sarmiento, L. 2004. Las unidades ecológicas de los Andes de Venezuela. Pp. 9-2. *En: La Marca, E. y Soriano, P. (Eds.). Reptiles de Los Andes de Venezuela. Fundación Polar, Codepre-ULA, Fundacite-Mérida, Biogeos, Mérida.*
- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. 2013. Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia. 160 pp.
- Avendaño, N. y A. Castillo. 2006. Catálogo de especies arbustivas de los bosques ribereños en el área Cuaó-Sipapo-Orinoco Medio, Municipio Autana, Estado Amazonas. *Acta Botánica Venezuelica*. 29 (2): 235-256
- Ayala Lafée-Wilbert y W. Wilbert. 2012. Gente de curiara: los Warao. Un pueblo indígena de caños y humedales. Serie Nuestra diversidad Cultural, volumen 2. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 34 pp.
- Ayarzagüena, J. 1983. Ecología del caimán de anteojos o baba (*Caiman crocodilus* L.) en los Llanos de Apure (Venezuela). *Doñana Acta Vertebrata* 10 (3): 1-136.
- Aymard, G. 2003. Bosques de los Llanos de Venezuela: consideraciones generales sobre su estructura y composición florística. Pp. 19-48. *En: Hétier, J. M. y F. R. López (Eds.). Tierras Llaneras de Venezuela, IRD y CIDIAT-Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.*
- Aymard, G. 2005. Bosques de los Llanos de Venezuela: consideraciones generales sobre su estructura y composición florística. Pp. 5-25. *En: Hétier, J. M y R. L. Falcón (Eds.). Las Tierras Llaneras de Venezuela. Editorial Venezolana C.A. Mérida, Venezuela.*
- Aymard, G. y V. González-Boscan. 2006. Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los Llanos de Venezuela. Pp. 59-72. *En: Duno de Stefano, R., G. Aymard y O Huber. (Eds.). Catálogo ilustrado y anotado de las plantas vasculares de los Llanos de Venezuela. FUDENA, Fundación Polar y FIBV, Caracas.*
- Aymard, G. y V. González-Boscan. 2007. Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los llanos de Venezuela Pp.59-72. *En: Catálogo anotado e ilustrado de la flora*

## HUMEDALES DE LA ORINOQUIA



M. A. Morales-B.

- vascular de los Llanos de Venezuela. De Stefano, R. D., G. Aymard y O. Hubber (Eds.). FUDENA /Fundación Polar /FIBD. Caracas, Venezuela.
- Aymard, G., N. Cuello y R. Schargel. 1998. Floristic composition, structure and diversity in moist forest communities along the Casiquiare channel, Amazonas state, Venezuela. Pp. 495-506. *En*: Dallmier F. y J. A. Comiskey (Eds.). *Forest biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean: research and monitoring. Man and the biosphere series*, vol 21. UNESCO y The Parthenon Publishing Group.
  - Aymard, G., J. Farreras y R. Schargel. 2011. Bosques secos macrotérmicos de Venezuela. Biollania. Revista. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" UNELLEZ Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela Edición Especial N° 10. 324 pp.
  - Bachman, S. 2013. *Copernicia tectorum*. *En*: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 May 2014.
  - Barrios, E. 1990. Fijación de nitrógeno en árboles y mineralización de nitrógeno en suelos de un bosque estacionalmente inundable en las riberas del río Mapire (edo. Anzoátegui, Venezuela). Tesis de Maestría. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC. Caracas.
  - Barrios, E. y R. Herrera. 1994. Nitrogen cycling in a Venezuelan tropical seasonally flooded forest: soil nitrogen mineralization and nitrification. *Journal of Tropical Ecology* 10: 399.
  - Blydenstein, J. 1967. Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. *Ecology* 48:1-15.
  - Botero, A. Luz, J. De la Ossa, A. Espitia y A. De La Ossa-Lacayo. 2009. Importancia de los jagüeyes en las sabanas del Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 1 (1): 71-84.
  - Cala, P. 1990. Diversidad, adaptaciones ecológicas y distribución geográfica de las familias de peces de agua dulce de Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 17 (67): 725-740.
  - Calderón, E., G. Galeano y N. García (Eds.). 2005. Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, frailejones y zamias. La serie Libros Rojos de Especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander Von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 454 pp.
  - Canales, H. 1985. La cobertura vegetal y el potencial forestal del T.F.D.A. (Sector norte del río Orinoco). Serie de Informes técnicos: Zona 12/IT/270. MARNR. División de Información e Investigación del Ambiente, Sección de Vegetación, Maturín. Venezuela. 131 pp.
  - Camaripano, V. y A. Castillo. 2003. Catálogo florístico de espermatófitas del bosque estacionalmente inundable del río Sipapo, estado Amazonas-Venezuela. *Acta Botánica Venezolánica* 26: 125-230.
  - Cárdenas, D., N. Castaño-Arboleda y S. Sua Tunjano. 2009. Flora de la Estrella Fluvial de Inírida (Guainía, Colombia). *Biota Colombiana* 10 (1 - 2): 1-30.
  - Caro-Caro, C., F. Trujillo, C. F. Suárez y J. S. Usma. 2010. Evaluación y oferta regional de humedales de la Orinoquia: contribución a un sistema de clasificación de ambientes acuáticos. Pp. 433-448. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 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, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia. Bogotá, D. C., Colombia.
  - Caro-Caro, C., M. A Torres-Mora y H. Ramírez-Gil. 2011. Determinación y formulación de las medidas socio-ambientales asociadas a la recuperación del río Orotoy, en áreas de influencia de la Superintendencia de Operaciones Central Ecopetrol, municipios de Acacias y Castilla la Nueva. Libro resumen. Universidad de los Llanos. Villavicencio. 84 pp.
  - Castelblanco-Martínez, D. N., A. L. Bermúdez-Romero, I. V. Gómez-Camelo, F. C. W. Rosas, F. Trujillo y E. Zerda-Ordoñez. 2009. Seasonality of habitat use, mortality and reproduction of the Vulnerable antillean manatee *Trichechus manatus manatus* in the Orinoco River, Colombia: implications for conservation. *Oryx* 43 (2): 235-242.
  - Castro-Lima, F. 2009. Avance en el conocimiento de la flora del andén Orinoques en el departamento de Vichada - Colombia. Pp. 40. *En*: Libro de resúmenes. Primer Congreso Internacional de Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco. Programa de Biología. Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta - Colombia.
  - Castro-Lima, F. 2010. Avance del conocimiento de la flora del Anden Orinoquense en el departamento del Vichada, Colombia. *Orinoquia* 14 (suplemento 1): 58-67.
  - Castroviejo, S. y G. López. 1985. Estudio y descripción de las comunidades vegetales del "Hato El Frío" en los llanos de Venezuela. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 45 (124):79-151.
  - Cleef, A. M. 1981. The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Dissertationes Botanicae*, Band 61. Cramer, Vaduz, Principado de Liechtenstein.
  - Cleef, A. M. 1982. Distribución y ecología de *Vesicarex collumanthus* Steyermark (Cyperaceae). *Acta Biológica Colombiana* 1 (1): 43-49.
  - Cleef, A. M. 2008. Influencia humana en los páramos. Pp. 531-32. *En*: Patrocinio, J. (Eds.). *Memorias panorama y perspectivas sobre la gestión ambiental de los ecosistemas de páramo. Colección asuntos ambientales N°5*. Procuraduría general de la nación.
  - Cleef, A. M. 2013. Origen, evolución, estructura y diversidad biológica de la alta montaña Colombiana. Pp. 13. *En*: Cortés-Duque, J. y C. Sarmiento (Eds.). 2013. *Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana. Memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.
  - Clemente, L. y C. Rojas 1980. Geomorfología, edafogénesis y cartografía de la zona norte de la Reserva Biológica "El Frío" Apure-Venezuela. *Monografías C.E.B.A.C.* 123 pp.
  - Colonnello, G. 1990. Venezuelan floodplain study on the Orinoco river. *Forest Ecology and Management* 33: 103-124.
  - Colonnello, G. 1995. La vegetación acuática del Delta del río Orinoco. *Memoria de la Fundación la Salle de Ciencias Naturales* 55 (144): 3-35.
  - Colonnello, G. 1996. Aquatic vegetation of the Orinoco River Delta (Venezuela). An Overview. *Hydrobiologia* 340: 109-113.
  - Colonnello, G. 2001a. The environmental impact of flow regulation in a tropical delta: The case of the Mánamo distributary of the Orinoco River (Venezuela). Ph.D. Thesis, Loughborough University. Loughborough, UK. 294 pp.
  - Colonnello, G. 2001b. Physico-chemical comparison of the Mánamo and macareo rivers in the Orinoco delta after the 1965 Mánamo dam construction. *Interciencia* 26 (4): 136-143.
  - Colonnello, G. 2003. Los herbazales del delta del río Orinoco y su ambiente I: Área regulada. Pp. 93-111. *En*: Neiff, J. J. (Ed.). *Humedales de Iberoamérica. Aprovechamiento y gestión de recursos hídricos del CYTED. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo*. La Habana.
  - Colonnello, G. 2004. Las planicies deltaicas del río Orinoco y Golfo de Paria: aspectos físicos y vegetación. Pp. 35-54. *En*: Lasso, C. A., L. E. Alonso, A. L. Flores y G. Love (Eds.). *Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela*.
  - Colonnello, G. y E. Medina. 1998. Vegetation changes induced by dam construction in a tropical estuary: the case of the Mánamo river, Orinoco Delta (Venezuela). *Plant Ecology* 139 (2):145-154.
  - Colonnello, G. y H. Egañez. 2005. Comunidades de plantas y diversidad de especies en dos distributarios en el Delta del río Orinoco, Venezuela. Pp. 123-136. *En*: Fer-

## HUMEDALES DE LA ORINOQUIA



M. A. Morales-B.

- nández L. y D. Moura (Eds.). Humedales de Iberoamérica, Experiencias de estudio y gestión. CYTED XVII.C La Habana, Cuba.
- Colonnello, G. y J. Grande. 2010. Evaluación y conservación de la biodiversidad vegetal de los humedales remanentes en áreas de uso ganadero en la cuenca del río Tocuyo. Informe técnico, Proyecto LOCTI. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 26 pp.
  - Colonnello, G., M. I. Tachack-García y F. Carrasquel. 2010. Transformación de los ecosistemas terrestres anegables del tramo central del bajo Orinoco. Pp: 287-292. En: Rodríguez, J. P., F. Rojas-Suárez y D. Giraldo Hernández (Eds.). Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas. Venezuela.
  - Colonnello, G., L. Rodríguez y R. Guinaglia. 2012. Caracterización estructural y florística de un bosque anegado con *Roystonea oleracea* (chaguaramal) en la Península de Paria, estado Sucre, Venezuela. *Acta Botánica Venezolánica* 35 (1): 1-26.
  - Colonnello, G., Grande, J. y A. Oliveira-Miranda. Distribución, estructura y composición florística de los chaguaramales de la cuenca del río Aroa (Venezuela) (en preparación).
  - Colonnello, G., M. A. Oliveira-Miranda, H. Álvarez y C. Fedón. 2009. Parque Nacional Turuépano, Estado Sucre, Venezuela: unidades de vegetación y estado de conservación. *Memoria de Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 172: 5-35.
  - Colonnello, G., D. Müller, M. Rincón y G. González. 2011a. Diagnóstico de las comunidades de chaguaramales y morichales en el golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela. Las fuerzas motrices, presiones e impactos observados y medidas de conservación. Pp. 237-259. En: Volpedo, A. V., L. Fernández y J. Buitrago (Eds.). Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica. Red CYTED 411RT0430.
  - Colonnello, G., Rodríguez, L., Hokche, O. e I. C. Fedón. 2011b. Estructura y florística de los bosques de la cuenca del río Cucurital, sector occidental del Parque Nacional Canaima, Estado Bolívar, Venezuela. *BioLlania* (Edición Especial) (10): 122-154.
  - Comerma, J. A. y O. Luque. 1971. Principales suelos y paisajes del estado Apure. *Agro-nomía Tropical* 21(5): 379-396.
  - Conservation International. 2003. Prioridades de conservación para el Escudo de Guayana: Consenso 2002. Centre for Applied Biodiversity Science. Conservation International. Washington. 101 pp.
  - Coomes D. A. y P. J. Grubb. 1996. Amazonian caatinga and related communities at La Esmeralda, Venezuela: forest structure, physiognomy and floristics, and control by soil factors. *Vegetation* 122: 167-191
  - COP9 DOC.26. 2005. Estrategia Regional de Conservación y Uso Sostenible de los Humedales Altoandinos. IX Reunión de la Conferencia de las Partes Contratante en la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). Documento de informaciones. 33 pp.
  - Correa, H. D., S. L. Ruíz y L. M. Arévalo (Eds.). 2006. Plan de acción en biodiversidad en la cuenca del Orinoco-Colombia 2005/2015-Propuesta técnica. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia. Bogotá. 330 pp.
  - Correa-Gómez, D. y P. R. Stevenson. 2010. Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia* 14 (1): 31-48.
  - Cressa, C., Vásquez, E., Zoppi, E., Rincón, J. E. y C. López. 1993. Aspectos generales de la limnología en Venezuela. *Interciencia* 18 (5): 237-248.
  - CVG-Corporación Venezolana de Guayana. 1964. Estudio de reconocimiento agrológico a gran visión, de las áreas: Manamito, Guara y Río Grande. Estado Monagas y T.F. Delta Amacuro. I.A.R.T.A. Ingeniería- Agronomía. Caracas. 75 pp
  - CVG. 1967. Sin inundaciones 300.000 hectáreas del Territorio Federal Delta Amacuro. *Natura* 35: 24-32.
  - CVGTecmín-Corporación Venezolana de Guayana-Técnica minera. 1991. Vegetación, Informe de avance NC-20-11 y 12. Clima, Geología, Geomorfología y Vegetación. CVG Técnica Minera C.A. Gerencia de Proyectos Especiales. Proyecto de inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana, Ciudad Bolívar. 460 pp.
  - DANE. 2013. Encuesta nacional de arroz mecanizado. Primer semestre de 2013, datos definitivos. Boletín de Prensa 20 de agosto 2013. Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, Federación Nacional de Arroceros de Colombia.
  - De Andrade, Z. 1991. Efecto de la inundación sobre las asociaciones simbióticas micorriza-VA y *Rhizobium-leguminosa*, durante el primer año de vida de *Acosmium nitens* (Vog.) Yakoul, especie arbórea de un bosque estacionalmente inundable del río Mapire, bajo Orinoco. Tesis de Maestría. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC. Caracas.
  - De La Rosa, T. 1988. Asociación micorrizica vesículo-arbuscular en un bosque estacionalmente inundable de las riberas del río Mapire (Edo. Anzoátegui, Venezuela). Tesis de Grado. Universidad Simón Bolívar. Caracas.
  - Declerck, S, T. De Bie, D. Ercken, H. Hampel, S. Schrijvers, J. Van Wichelen, V. Gillard, R. Mandiki, B. Losson, D. Bauwens, S. Keijers, W. Vyverman, B. Goddeeris, L. De Meester, L. Brendonck y K. Martens. 2006. Ecological characteristics of small farmland ponds: Associations with land use practices at multiple spatial scales. *Biological Conservation* 131 (4): 523-532.
  - Dezzio, N., P. Maquirino, P. E. Berry y G. Aymard. 2000. Principales tipos de bosque en el área de San Carlos de Río Negro, Venezuela. *Scientia Guaianae* 11: 15-36.
  - Díaz, W. y J. Rosales. 2006. Análisis florístico y descripción de la vegetación inundable de várzeas orinoquenses en el bajo río Orinoco, Venezuela. *Acta Botánica Venezolánica* 29 (1): 39-68.
  - Esteves, F. de A. 1998. Fundamentos de limnología. Segunda Edición. Rio de Janeiro: Interciência. 602 pp.
  - Fandiño-Lozano, M. y W. van Wyngaarden. 2005. Prioridades de conservación biológica para Colombia. Grupo ARCO. Bogotá. 188 pp.
  - FAO. 1966. Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales de Colombia. Tomo III. La vegetación natural y la ganadería en los Llanos Orientales. Sección Primera. Programa de Las Naciones Unidas para el Desarrollo. Roma, Italia. 159 pp.
  - Fernández, A. 2007. Los morichales de los Llanos de Venezuela. Pp. 91-98. En: Duno, R., G. Aymard y O. Huber (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. Fudena-Fundación Empresas Polar-FIBV, Caracas.
  - Fernández, A., R. Gonto, A. Rial, J. Rosales, B. Salamanca, M. Córdoba, F. Castro, C. Alcázar, H. García y A. Ariza. 2010. Flora y vegetación de la cuenca del río Orinoco. Capítulo 5. Pp. 125-195. En: 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 e Instituto de Estudios de la Orinoquia de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.
  - Ferreira, E. A., R. Fernandes y L. C. Gomes. 2009. Considerações sobre os conceitos e paradigmas da ecologia fluvial. Pp.412-417. En: Lansac-Toha, F. A., E. Benedito y E. F. Oliveira (Eds.). Contribuições da história da ciência e das teorias ecológicas para a Limnologia. Maringá: Eduem. Brasil.
  - Flórez, A. 2003. Colombia: evolución de sus relieves y modelados. Universidad Nacional de Colombia, Red de Estudios de Espacio y Territorio-RET. Facultad de Ciencias Humanas. 240 pp.
  - Flórez, A. y K. Ríos. 1998. Las lagunas de la alta montaña. Cuadernos de Geografía. *Revista del Departamento de Geografía de la Universidad Nacional de Colombia* 7 (1-2): 25-49.
  - Fundación Orinoquia Biodiversa. 2013. Informe final de resultados ventana Lipa, Arauca, Colombia. Proyecto Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiver-

## HUMEDALES DE LA ORINOQUIA



M. A. Morales-B.

- sidad en las Áreas Operativas de Ecopetrol. Convenio de cooperación No. 13-12-067-023CE, Programa Biología de la Conservación, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)-Ecopetrol. 269 pp.
- Furch, K. y H. Klinge. 1978. Towards a regional characterization of the biogeochemistry of alkali and alkali-earth metals in northern South America. *Acta Científica Venezolana* 29: 434-444.
  - Galeano, G. y R. Bernal. 2010. Palmas de Colombia. Guía de campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 688 pp.
  - Galvis, G., J. I. Mojica, F. Provenzano, C. A. Lasso, D. Taphorn, R. Royero, C. Castellanos, A. Gutiérrez, M. Gutiérrez, Y. López, L. Mesa, P. Sánchez y C. Cipamocha. 2007. Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en las especies de interés ornamental. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-INCODER-Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales), Bogotá, Colombia. 425 pp.
  - García-Castro, A. A. y H. D. Heinen. 1999. Planificando el desastre ecológico: los indígenas Warao y el impacto del cierre del Caño Mánamo (Delta del Orinoco, Venezuela). *Antropológica* 91: 31-56.
  - Gensermer, R. y R. Playle. 1999. The bioavailability and toxicity of aluminum in aquatic environments. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 29 (4): 315-450.
  - Gessner, F. 1962. Limnologischeuntersuchungen am zusammenfluss des Río Negro und des Amazonas (Solimoes). *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 45: 55-79.
  - Gines, H., Marcuzzi, G. y F. Martín. 1952. Observaciones sobre las condiciones de vida de la trucha en los Andes de Mérida. II Congreso de Ciencias Naturales y Afines. Cuaderno N° 3. Venezuela. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 12: 152-200.
  - Giné, A. y M. L. Olivo. 1984. Inventarios de los embalses con información básica para la actividad piscícola. I. Sinopsis de los embalses administrados por el MARNR. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Serie Informes Técnicos DGSP/OA/IT/183. Caracas.
  - González, E. J. y M. Ortaz, 1997. Estudio control de algas en los embalses La Perea, Quebrada Seca, La Mariposa, Lagartijo y Camatagua mediante técnicas de biomaniplulación. Informe técnico presentado a las compañías Hidroimpacto C. A. e Hidrocapital. Caracas.
  - González, E. J., J. Paolini y A. Infante. 1991. Water chemistry, physical features and primary production of phytoplankton in a tropical blackwater reservoir (Embalse de Guri, Venezuela). *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie* 24: 1477-1481.
  - González, N., C. A. Lasso y J. Rosales. 2009c. Stability and spatio-temporal structure in fish assemblages of two floodplain lagoons of the lower Orinoco River. *Neotropical Ichthyology* 7(4): 719-736.
  - González, E., G. Guillot, N. Miranda y D. Pombo (Eds.). 1990. Perfil ambiental de Colombia. Impresiones Escala, Santa Fe de Bogotá. 349 pp.
  - González-Boscán, V. 1998. La vegetación de la planicie de inundación de la margen izquierda de un sector del bajo Orinoco. Pp. 55-68. *En: López, J. L., I. Saavedra y M. Dubois (Eds.). El río Orinoco. Aprovechamiento Sustentable. Instituto de Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela, Caracas.*
  - González-Boscán, V. 1999. La vegetación del delta del Orinoco, entre los caños Mánamo y Macareo. PDVSA-DAO-UCV-CORPOMENE. 4 mapas, escala 1:100.000.
  - González-Boscán, V. 2011. Los bosques del delta del Orinoco. Pp. 197-240. *En: Aymard, G. A. (Ed.). Bosques de Venezuela. BioLlamia (Edición especial)* 10.
  - González-Boscán, V. y A. Rial. 2011. Las comunidades de morichal en los llanos orientales de Venezuela, Colombia y el delta del Orinoco. Impactos de la actividad humana sobre su integridad y funcionamiento. Pp. 116-139. *En: Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz, G. Corzo y A. Machado-Allison (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y usos sostenibles 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. Colombia.*
  - González-Boscán, V. y A. Rial. 2013. Terminología y tipos de agrupación de *Mauritia flexuosa* según el paisaje. Pp. 75-83. *En: Lasso, C. A., A. Rial y V. González-Boscán (Eds.). Morichales y Cananguales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela. (Parte I). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.*
  - González-Ronquillo, M., R. Aparicio, R. Torres e I. Domínguez-Vara. 2009. Producción de biomasa, composición química y producción de gas in vitro de la vegetación de una sabana estacional modulada. *Zootecnia Tropical* 27 (4): 407-417.
  - Goosen, D. 1964. Geomorfología de los llanos orientales. *Revista Academia Colombiana Ciencias Exactas* 12 (49): 129-139.
  - Goosen, D. 1972. Algunos fenómenos de inestabilidad física en suelos planos de América Latina. Pp. 91-92. *En: Resumen. Congreso Latinoamericano y Reunión Nacional de la Ciencia del Suelo. 12-18 noviembre 1972. Maracay- Venezuela*
  - Gordon, E., L. Polanco y C. Peña. 2000. Contribución a la ecología de *Montrichardia arborescens* (L.) Schott (Araceae). I. Demografía. *Acta Biológica Venezuelica* 20: 51-64.
  - Gordon, E., A. M. Quevedo y L. Suárez-Villamil. 2011. Vegetación acuática en el área de influencia del proyecto: "Estudio de Microlocalización de los Muelles de Embarque y Patio de Almacenamiento de Sólidos en Sector Orinokia del Río Orinoco". Informe Final. PDVSA- Fundación UCV, Caracas. --- pp.
  - Groot, R. S., R. Alkemade, L. Braat, L. Hein y L. Willemen. 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7: 260-272.
  - Guevara, J. R., O. E. Carrero, F. Molina, A. M. Torres, D. Balza y M. Muñoz. 2009. Inventario florístico de las comunidades vegetales cercanas a Coromoto de Cuao y Raudalito Píure, cuenca baja del río Cuao, Municipio Autónomo Autana, estado Amazonas, Venezuela. *Biollania* (Edición Especial) 9: 276- 293.
  - Gutiérrez, F. de P. y J. Urbina. 2012. *Oncorhynchus mykiss*. Pp. 228-233. *En: Gutiérrez, F. de P., C. A. Lasso, M. P. Baptiste, P. Sánchez-Duarte y A. Díaz (Eds.). VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.*
  - Gutiérrez-Bohórquez, L. M., C. I. Caro-Caro, D. P. Osorio-Ramírez y A. M. Oliveros-Monroy (Eds.). 2011. Vegetación ribereña de la cuenca del río Orotoy-piedemonte llanero. "Tipificación de ambientes acuáticos e identificación de bioindicadores presentes en el río Orotoy-clave ambiental ilustrada. Posgrados en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. 104 pp.
  - Hamilton, S. K. y W. M. Lewis Jr. 1990a. Physical characteristics of the fringing floodplain of the Orinoco River, Venezuela. *Interciencia* 15 (6): 491-500.
  - Hamilton, S. K. y W. M. Lewis Jr. 1990b. Basin morphology in relation to chemical and ecological characteristics of lakes on the Orinoco River floodplain, Venezuela. *Archiv für Hydrobiologie* 119(4): 393-425.
  - Hernández, Ch. L. y Ch. D. Marín 1998. Ecología de los congriales de la Estación Experimental Nicolasito (Santa Rita, estado Guárico, Venezuela). 2. Fenología, potencial hídrico, conductividad estomática y anatomía foliar de *Sweetia nitens* (Vog.) Benth. (congrio) y *Caraipa llanorum* Cuatrec. (sala-

## HUMEDALES DE LA ORINOQUIA



M. A. Morales-B.

- dillo). *Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 58 (150): 19-39.
- Hernández, Z. y M. Monasterio. 2002. La vulnerabilidad de las formas de vida en la antropización del páramo andino. Pp: 321-33. *En: Memorias del Congreso Mundial de Páramos*. Tomo 1. Conservación Internacional.
  - Hernández-Camacho, J., A. Hurtado, R. Ortiz y T. Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. Pp. 105-151. *En: Halffter, G. (Ed.). La Diversidad Biológica de Iberoamérica I*. Acta Zoológica Mexicana, Instituto de Ecología, A.C., México, México.
  - Holden, J. 2005. Peatland hydrology and carbón release: why small-scale process matters. *Philosophical Transactions of the Royal Society. Mathematical Physical and Engineering Sciences* 363: 2891-2913.
  - Holmquist, O., A. Cárdenas, P. Pietrantonio, A. Piña, A. Maggiorani y L. Bracamonte. 2007. Estudio de la durabilidad natural de maderas comunes en el bajo Apure de Venezuela II: congrio (*Swartzia sericea*) y salado (*Cochysia lehmani*). *Revista Forestal Latinoamericana* 41: 75-92.
  - Huber, O. 1985. Geographical and physical features. Chapter 1. Pp. 1-62. *En: Steyermark, J., P. Berry y B. Holst. (Eds.). Flora of the Venezuelan Guayana*. Vol. 1: Introduction. Portland: Timber Press.
  - Huber, O. 1995. Venezuelan Guayana, vegetation map. 1:2.000.000. CVG-Edelca- Missouri Botanical Garden.
  - Huber, O. (Ed.). 1992. El Macizo del Chimantá, Escudo de Guayana, Venezuela. Un ensayo ecológico tepuyano. Oscar Todtmann Editores, Caracas. 343 pp.
  - Huber, O. 1995a. Geographical and physical features. Pp. 1-61. *En: Steyermark, J., P. Berry y B. Holst. (Eds.). Flora of the Venezuelan Guayana*. Missouri Botanical Garden, St. Louis y Timber Press, Portland, Oregon.
  - Huber, O. 1995b. Vegetation. Vol. 1: 97-16. *En: Steyermark, J., P. Berry y B. Holst. (Eds.). Flora of the Venezuelan Guayana*. Missouri Botanical Garden, St. Louis y Timber Press, Portland, Oregon.
  - Huber, O. 1995c. Venezuelan Guayana, vegetation map. 1:2.000.000. CVG-Edelca-Missouri Botanical Garden.
  - Huber, O. y J. J. Wurdack. 1984. History of botanical exploration in Territorio Federal Amazonas, Venezuela. *Smithsonian Contribution Botany* 56:1-83.
  - Huber, O. y C. Alarcón. 1988. Mapa de la vegetación de Venezuela. 1:2.000,000. Caracas. MARNR, The Nature Conservancy.
  - Huber, O. y R. Riina (Eds.). 1997. Glosario fitoecológico de las Américas. UNESCO-Fundación Jardín Botánico de Venezuela. Caracas. 500 pp.
  - Huber, O. y P. García. 2011. The Venezuelan Guayana Region and the study areas: Geocological characteristics. *Ecological Studies* 29-89.
  - Huber, O., R. Duno de Stefano, G. Aymard y R. Riina. 2006. Flora and vegetation of the Venezuelan Llanos: A review. Pp. 95-120. *En: Pennington, R. T., P. L. Gwilym y J. A. Ratter (Eds.) Neotropical savannas and seasonally dry forest: plant diversity, biogeography and conservation*. Systematics Association Special 69. CRC Press, Boca Raton, USA.
  - IDEAM. 2011. Metodología para la elaboración del Mapa de ecosistemas escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá, D.C. 42 p. Consultado 23/06/2014 [https://www.siac.gov.co/documentos/Metodologia\\_consultu\\_mapa\\_ecosistemas\\_s%C3%A9ADntesis.doc](https://www.siac.gov.co/documentos/Metodologia_consultu_mapa_ecosistemas_s%C3%A9ADntesis.doc)
  - IDEAM. 2012. Glaciares de Colombia, más que montañas con hielo. Bogotá, D. C. 344 pp.
  - IGAC- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1999. Paisajes Fisiográficos Orinoquia – Amazonia (ORAM) Colombia. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. 234 pp.
  - IGAC. 2011. Cartografía base para Colombia, Escala 1:100.000. Formato Geodatabase.
  - IGAC 2013. Glosario. <http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/Glosario>. Consultado el 24 abril 2013.
  - Insuasty- Torres J., O. Rojas-Zamora, O. Vargas-Ríos y C. Cárdenas. 2011. Propagation of *Chusquea tessellata* (Munro) culms at different naphthaleneacetic acid concentrations and in different substrates. *Agronomía Colombiana* 29 (3): 399-406.
  - Jacobsen, D. 2008a. Low oxygen pressure as a driving factor for the altitudinal decline in taxon richness of stream macroinvertebrates. *Oecologia* 154: 795–807.
  - Jacobsen, D. 2008b. Tropical high-altitude streams. Pp. 219-256. *En: Dudgeon, D. (Ed.) Tropical Stream Ecology*. Elsevier Inc. Academic Press. San Diego.
  - Junk, W. 1982. Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. *Revue Hydrobiologie Tropicale* 15 (4): 285-321.
  - Junk, W. y K. Furch. 1985. The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationships with the biota. Chapter 1. Pp. 3-14. *En: Prance, G. T. y T. E. Lovejoy (Eds.) Key Environments Amazonia*. IUCN. Pergamon Press.
  - Junk, W. J., P. B. Bayley y R. E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Pp. 110-127. *En: Dodge, D. P. (Ed.) Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Special Publication Fisheries Aquatic Sciences 106.
  - Klein, E. y J. J. Cárdenas. 2009. Identificación de prioridades de conservación asociadas a los ecosistemas de la Fachada Atlántica y a su biodiversidad. USB-The Nature Conservancy. Caracas. 313 pp.
  - Klinge, H. y E. Cuevas. 2000. Bana: una comunidad leñosa sobre arenas blancas en el alto Río Negro, Venezuela. *Scientia Guaiana* 11: 37-49.
  - Lasso, C. A. 1996. Composición y aspectos bioecológicos de las comunidades de peces del Hato El Frío y Caño Guaritico, Llanos de Apure, Venezuela. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, España. 672 pp.
  - Lasso, C. A. 2004. Los peces de la Estación Biológica El Frío y Caño Guaritico (estado Apure), Llanos del Orinoco, Venezuela. Publicaciones del Comité Español del Programa Hombre y Biosfera-Red IberoMaB de la UNESCO. Número 5 (enero 2004). Sevilla. 458 pp.
  - Lasso, C. 2005. Ecología trófica de las comunidades de peces en humedales neotropicales. Los Llanos de Venezuela como caso de estudio. Pp 172-202. *En: Fernández, L. y D. Moura (Eds.) Humedales de Iberoamérica: experiencias de estudio y gestión*. La Habana: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
  - Lasso, C. A. y C. Señaris (Eds.). 2008. Biodiversidad animal del caño Macareo, Punta Pescador y áreas adyacentes, Delta del Orinoco. StatoiHydro Venezuela AS-Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, Venezuela. 123 pp.
  - Lasso, C. A. y P. Sánchez- Duarte 2011. Los peces del delta del Orinoco. Diversidad, bioecología, uso y conservación. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C. A. Venezuela. Caracas. 500 pp.
  - Lasso, C. A. y A. Rial. 2013a. Conclusiones y recomendaciones. Pp: 337-339. *En: C. A. Lasso, A. Rial y V. González-Boscá. (Eds.) Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela. Parte I. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
  - Lasso, C. A. y A. Rial. 2013b. Introducción. Pp. 25-30. *En: Lasso, C. A., A. Rial y V. González-Boscá. (Eds.) Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela. (Parte I). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia*. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
  - Lasso, C. A., J. Meri y O. M. Lasso-Alcalá. 2004a. Composición, aspectos ecológicos y uso del recurso íctico en el Bloque Delta Centro, delta del Orinoco, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 158: 87-116.
  - Lasso, C. A., L. Alonso, A. Flores y G. Love (Eds.). 2004b. A biological assessment and socio economic aspects of the aquatic ecosystems of the Gulf of Paria and Orinoco Delta, Venezuela. *RAP Bulletin of Biological Assessment* 37. 358 pp.
  - Lasso, C. A., J. C. Señaris, L. E. Alonso y A. Flores (Eds.). 2006. Evaluación rápida de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos en la confluencia de los ríos Orinoco y Ven-

## HUMEDALES DE LA ORINOQUIA



M. A. Morales-B.

- tuari, estado Amazonas (Venezuela). Boletín RAP de Evaluación Biológica 30. Conservación Internacional. Washington DC, USA.
- Lasso, C. A., A. Rial y V. González-Boscán. 2013. Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela. (Parte 1). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 344 pp.
  - Lasso, C. A., J. S. Usma, F. A. Villa-Navarro, M. T. Sierra-Quintero, A. Ortega-Lara, L. M. Mesa, M. A. Morales-Betancourt, O. M. Lasso-Alcalá y M. Patiño. 2014. Peces de la Estrella Fluvial de Inírida: ríos Guaviare, Inírida, Atabapo y su confluencia con el Orinoco. Pp. 99-126. *En*: Trujillo, F., J. S. Usma y C. A. Lasso (Eds.). Biodiversidad de la Estrella Fluvial de Inírida. Fundación Omacha, WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, CDA. Bogotá.
  - León-Mata, O. J., D. Taphorn, C. A. Lasso y J. C. Señaris. 2006. Uso de los recursos acuáticos, fauna y productos forestales no maderables en el área de confluencia de los ríos Orinoco y ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. Pp. 141-146. *En*: Lasso, C. A., J. C. Señaris, L. E. Alonso y A. Flores (Eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos en la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, estado Amazonas (Venezuela). Boletín RAP de Evaluación Biológica 30. Conservación Internacional. Washington DC, USA.
  - Lewis, W. M. y Weibezahn, F. 1976. Chemistry, energy flow, and community structure in some Venezuelan freshwaters. *Archiv für Hydrobiologie* 50 (2/3): 145-207.
  - Lewis Jr, W. M., S. K. Hamilton, M. A. Lasi, M. Rodríguez y J. Saunders III. 2000. Ecological determinism on the Orinoco Floodplain. *BioScience* 8:681-692.
  - Linares, O. J. y B. Rivas. 2003. Mamíferos del sistema deltaico (Delta del Orinoco-Golfo de Paria). Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 159-160: 27-104.
  - López-Hernández, I., M. Niño, L. García, M. Sosa y F. Tovar. 1986. Balance de elementos en una sábana inundable (Módulo Experimental de Mantecal, Edo. Apure, Venezuela). I Entradas y salidas de materiales. *Acta Científica Venezolana* 37: 174-181.
  - Ma, Z., Y. Cai, B. Li y J. Chen. 2010. Managing wetland habitats for waterbirds: an international perspective. *Wetlands* 30: 15-27.
  - Mac-Quhae, C. 2007. Nutrientes en lagunas de la cuenca baja del río Orinoco, sometidas a alteraciones antropogénicas. Pp. 104-115. *En*: Fernández, A., Fernández, L. y A. Vanina (Eds.). El agua en Iberoamérica. Efecto de los cambios globales sobre los recursos hídricos y ecosistemas marino-costeros. Red CYTED, Buenos Aires, Argentina.
  - Machado-Allison, A. 1987. Los peces de los ríos Caris y Pao. Edo Anzoátegui. Clave ilustrada para su identificación. Ediciones Corpoven, Caracas-Venezuela. 66 pp.
  - Machado-Allison, A. 1992. Larval ecology of fish of the Orinoco Basin. Pp.45-59. *En*: Reproductive biology in South American vertebrates. W. Hamlett Editor.
  - Machado-Allison, A. 1994. Los esteros de las zonas inundables de Venezuela: I. Ictiofauna y conservación. *Tribuna del Investigador* 1 (2): 76-89.
  - Machado-Allison, A. 2005. Los peces del Llanos de Venezuela: un ensayo sobre su Historia Natural. (3ra. Edición). Consejo Desarrollo Científico y Humanístico (UCV), Editorial Torino, Caracas. 222 pp.
  - Machado-Allison, A., A. Rial y C. A. Lasso. 2011. Amenazas e impactos sobre la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia venezolana. Pp. 63-88. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, J. C. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado-Allison (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. 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 (UNAL). Bogotá, Colombia
  - Machado-Allison, A., L. Mesa y C. A. Lasso. 2013. Peces de los morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia colombiano-venezolana: una aproximación a su conocimiento, uso y conservación. Pp. 289-334. *En*: Lasso, C. A., A. Rial y V. González-Boscán (Eds.). Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela (Parte 1). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
  - Machado-Allison, A., C. A. Lasso, J. S. Usma, P. Sánchez-Duarte y O. M. Lasso-Alcalá. 2010. Peces. Pp. 217-257. *En*: Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). Instituto Alexander von Humboldt-WWF Colombia-Fundación La Salle de Ciencias Naturales-Fundación Omacha-Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia)-Conservación Internacional Colombia. Bogotá D. C., Colombia.
  - Mago-Leccia, F. 1970. Estudios preliminares sobre la ecología de los peces de los llanos de Venezuela. *Acta Biológica Venezolánica* 7 (1): 71-102.
  - Malagón-Castro, D. 2002. Los suelos de las regiones paramunas de Colombia y Venezuela. Pp. 208-212. Memorias del Congreso Mundial de Páramos. Tomo 1. Conservación Internacional.
  - Maldonado-Ocampo, J., A. Ortega-Lara, J. S. Usma, G. Galvis, F. Villa-Navarro, L. Vásquez, S. Prada-Pedrerros, y C. Ardila. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 346 pp.
  - Marín Ch. D., L. Hernández Ch. y G. De Martino. 1998. Ecología de los congriales de la Estación Experimental Nicolasio (Santa Rita, estado Guárico, Venezuela). I. Medio físico, estructura de la comunidad y microclima en épocas contrastantes. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 58 (150): 3-18
  - Marrero, C. 2000. Importancia de los humedales del bajo llano de Venezuela, como hábitat de las larvas y los juveniles de los peces comerciales de la región. Trabajo de Ascenso UNELLEZ. 64 pp.
  - Marrero, C. 2009. Métodos para identificar, caracterizar y delimitar los humedales del piedemonte andino y los llanos venezolanos. Trabajo de ascenso, UNELLEZ Guanare, Venezuela. 214 pp.
  - Marrero, C. 2011. La vegetación de los humedales de agua dulce de Venezuela. *BioLlania* 10 (Edición especial): 250-263.
  - Matos, M. L. 1992. Estudio integral del fitoplancton del embalse de Camatagua: Sistemática, distribución vertical, abundancia, biomasa y producción primaria. Tesis de Maestría. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
  - Matos M. L. y O. Parra 1986. Ficoflora de lagos altoandinos: Desmidiáceas de la laguna de Mucubají, Mérida, Venezuela. *Gayana Botanica* 43: 111-147.
  - Medina, E. y E. Cuevas. 2011. Complejo caatinga amazónica: bosques pluviales esclerófilos sobre arenas blancas. *BioLlania* (Edición especial) 10: 241-249.
  - Mena-Vásconez, P. 2002. La biodiversidad de los Páramos en el Ecuador. Pp. 496-514. Memorias del Congreso Mundial de Páramos. Tomo 1. Conservación Internacional.
  - Mendoza, H. 2007. Vegetación. Pp. 53-86. *En*: Villarreal-Leal, H. Y, J., Maldonado-Ocampo (Eds.). Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (sector noroeste), Vichada, Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. D.C.
  - Meneses, M., L. A. Velasco, P. Velasco y H. R. Rivera. 2006. Plan de Manejo Parque Nacional Natural Pisba. 313 pp.
  - Mesa, L. y C. A. Lasso. 2013. Aproximación geoquímica al subsistema acuático de los morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia. Pp. 87-97. *En*: Lasso, C. A., A. Rial y V. González-Boscán. (Eds.). Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela. (Parte I). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
  - Michelangeli, F. y A. Fernández. 2000. La historia natural. Pp. 41-103. *En*: Michelangeli, F., A. Fernández, W. Wilbert, M. A. Pe-

## HUMEDALES DE LA ORINOQUIA



M. A. Morales-B.

- rera, C. Maldonado-Bourgoin, A. Michelangeli-Ayala y O. Palacios-Monteverde (Eds.). La Orinoquia. Gerencia de Asuntos Públicos Operadora Cerro Negro S. A. Caracas, Venezuela.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Estamos gastando más de lo que poseemos. Capital humano y bienestar humano, declaración del consejo. Evaluación de los ecosistemas del milenio. 24 pp.
  - Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. 2000. Primer informe de país para la Convención sobre Diversidad Biológica. Caracas. 226 pp.
  - Ministerio del Poder Popular para el Ambiente-INPARQUES. 2010. Atlas de Áreas Protegidas de Venezuela: 10 Parques Nacionales. Tomo I. Caracas, Venezuela. 284 pp.
  - Molano, J. 1968. Territorios Nacionales Arauca. *Boletín Sociedad Geográfica de Colombia* 97 (26): 1-51.
  - Monasterio, M. 1979. El páramo desértico en el Altiandino de Venezuela. Pp.117-146. *En: Salgado-Laboriou, M. L. (Ed.). El Medio Ambiente Páramo. CEA-IVIC. Caracas.*
  - Monasterio, M. 1980. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. Pp. 93-158. *En: Monasterio, M. (Ed.). Estudios ecológicos en los páramos andinos. Editorial de la Universidad de Los Andes, Mérida.*
  - Monasterio, M. y G. Sarmiento. 1971. Reconocimiento ecológico de los Llanos Occidentales. III El Sur de Barinas. *Acta Científica Venezolana* (22):153-169.
  - Monasterio, M. y M. Molinillo. 2003. Venezuela. El paisaje y su diversidad. Pp. 205-236. *En: Hofstede, R., P. Segarra y P. Mena (Eds.). Los páramos del mundo. Atlas Mundial de los Paramos. Global PeatlandInitiative/NC-IUCN/EcoCiencia, Quito.*
  - Monente, J. A. y G. Colonnello. 2004. Consecuencias ambientales de la intervención del delta del Orinoco. Pp. 114-124. *En: Lasso, C. A. L. E. Alosa, A. L. Flores y G. Love (Eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela.*
  - Montaña, C., D. Taphorn y C. A. Lasso. 2006. La pesca depoprtiva versus la conservación de los pavones (*Cichla* spp) (Pisces, Cichlidae) en el bajo Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. Pp. 147-156. *En: Lasso, C. A., J. C. Señaris, L. E. Alonso y A. Flores (Eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos en la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, estado Amazonas (Venezuela). Boletín RAP de Evaluación Biológica 30. Conservación Internacional. Washington D. C., USA.*
  - Montes, R. A., J. San José y G. Aymard. 2013. Flora y vegetación características de la altiplanicie de la mesa y planicie eólica del Parque Nacional Aguaro-Guariquito, estado Guárico, Venezuela. *Caldasia* 35 (2): 219-240.
  - Montes, R. A., M. Sebastiani, F. Delascio, J. Arismendi e I. Mesa. 1987. Paisajes-vegetación e hidrografía del Parque Nacional "Aguaro-Guariquito" Estado Apure. *Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 61(144): 73-112.
  - Mora, G., L. Téllez, P. Cala y G. Guillot. 1992. Estudio bioecológico de la ictiofauna del Lago de Tota (Boyacá, Colombia), con énfasis en la trucha "arcoiris", *Oncorhynchus mykiss*. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 18 (70): 409-422.
  - Mora, A., J. Alfonso, L. Sánchez, M. Calzadilla, S. Silva, J. LaBrecque y J. Azócar. 2009. Temporal variability of selected dissolved elements in the lower Orinoco River, Venezuela. *Hydrological Processes* 23: 476-485.
  - Mora-Polanco, A., L. Sánchez, C. A. Lasso y C. Mac-Huae. 2007. Parámetros fisicoquímicos de algunos cuerpos de agua adyacentes a la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, Estado Amazonas, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad del Zulia* 41 (1): 44-59.
  - Mora-Polanco A., L. Sánchez, C. Mac -Quhae, F. Visáez y M. Calzadilla. 2008. Geoquímica de los ríos morichales de los llanos orientales venezolanos. *Interciencia* 33 (10): 717-724.
  - Morales, M., J. Otero, T. van der Hammen, A. Torres, C. Cadena, C. Pedraza, N. Rodríguez, C. Franco, J. C. Betancourth, E. Olaya, E. Posada E. y L. Cárdenas. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 208 pp.
  - Nakamura, K., C. A. Lasso, C. Vispo y M. Ortiz. 2004 ("2002"). Observaciones subacuáticas: una herramienta efectiva para la obtención de datos ecológicos y etológicos en comunidades icticas continentales. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 157: 83-110.
  - Ohrnberger, D. 1999. The Bamboos of the world: Annotated nomenclature and literature of the species and the higher and lower taxa. Ed. Elsevier. 596 pp.
  - Olivares, E. y G. Colonnello. 2000. Salinity gradient in the Mánamo river, a damned tributary of the Orinoco river. *Interciencia* 25 (5): 242-248.
  - Ojasti, J. 1987. Fauna del sur del estado Anzoátegui. Ediciones Corpoven. 38 pp.
  - Ospina-Montealegre, R., A. Ardila Fernández, D. Martínez Bolaños y E. Rengifo. 2013. Biomasa aérea y contenido de carbono del saladillo (*Caraipa llanorum*) en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Colombia Forestal* 16 (2): 158-170.
  - Parra-O., C. 2006. Estudio general de la vegetación nativa de Puerto Carreño (Vichada, Colombia). *Caldasia* 29 (2): 165-177.
  - Péfaur, J. y N. Sierra. 1998. Distribución y densidad de la trucha *Onchorynchus mykiss* (Salmoniformes: Salmonidae) en los Andes venezolanos. *Revista de Biología Tropical* 46 (3): 775-782.
  - Peñuela, L., A. Ocampo, A. P. Fernández y F. Castro. 2012. Estrategias para el mejoramiento de la productividad ganadera y la conservación de la sabana inundable en la orinoquía. Convenio de cooperación interinstitucional entre The Nature Conservancy y la Fundación Horizonte Verde, con el apoyo de la Fundación Biodiversidad de España, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia y la Fundación Mario Santo Domingo. 118 pp.
  - Pérez, L. E. 1984. Uso del hábitat por la comunidad de peces de un río tropical asociado a un bosque. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 121: 143-162.
  - Pérez, L. E. 1996. Niveles de mercurio en peces comerciales del embalse de Guri, Venezuela. Resúmenes de ponencias. V Seminario Guayanés Sobre Conservación del Ambiente. Puerto Ordaz. 22 pp.
  - Pérez-Hernández, D. 1983. Comportamiento hidrológico y sensibilidad ambiental de los morichales como sistemas fluviales. M.A.R.N.R. Serie de Informes Técnicos: DG-SIIA/IT/127. Caracas, Venezuela.
  - Pintaud, J. C., G. Galeano, H. Balslev, R. Bernal, F. Borchsenius, E. Ferreira, J. J. de Granville, K. Mejía, B. Millán, M. Moraes, L. Noblick, F. Stauffer y F. Kahn. 2008. Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Revista Peruana de Biología* (1) 7-29.
  - Prance, G. 1979. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia* 3: 26-38.
  - Ramia, M. 1967. Tipos de sabanas de los llanos de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 27 (112): 264-288.
  - Ramia, M. 1974. Plantas de las sabanas llaneras. Monte Ávila Editores. Caracas. 287 pp.
  - Ramírez-Gil, H. y R. E. Ajiaco-Martínez. 2001a. La Orinoquia colombiana y su área de frontera. Pp. 9-22. *En: Ramírez-Gil, H. y R. E. Ajiaco-Martínez (Eds.). La pesca en la baja Orinoquia Colombiana: una visión integral.. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura -INPA. Bogotá.*
  - Ramírez-Gil, H. y R. E. Ajiaco-Martínez. 2001b. La pesca de especies de interés ornamental en el área de influencia de Inírida, Guainía. Pp. 139-154. *En: Ramírez-Gil, H. y R. E. Ajiaco-Martínez (Eds.). La pesca en la baja Orinoquia Colombiana: una visión integral. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura-INPA. Bogotá.*
  - Ramírez-Gil, H. y R. E. Ajiaco-Martínez. 2011. Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Orinoco. Pp. 168-198. *En: Lasso C. A., E. Agudelo-Córdoba, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. A. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz-Torres y A. I. Sanabria-Ochoa (Eds.). I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia.*

## HUMEDALES DE LA ORINOQUIA



M. A. Morales-B.

- bia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Ramírez-Gil, H., A. Ortega-Lara, R. E. Ajia-co-Martínez e I. Z. Pineda-Arguello. 2011. Ictiofauna del río Orotoy, distribución e importancia. Posgrado en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia, 260 pp.
  - Ramos, S., S. Danielewski y G. Colomine. 1981. Contribución a la ecología de los vertebrados acuáticos en esteros y bajos de sabanas moduladas. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 198: 79-103.
  - Ramsar. 2004. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Turberas. Lineamientos para la acción mundial sobre turberas. Manual 14. 2da edición. Ministerio del Ambiente de España-Secretaría de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza. 17 pp.
  - Rangel-Ch., J. O. (Ed.). 1999. Colombia Diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. 436 pp.
  - Rangel-Ch., O. J. 2000. La región paramuna y franja aledaña en Colombia. Pp. 1-23. *En: Rangel-Ch., J. O. (Ed.). Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna en Colombia.* Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
  - Rangel-Ch., J. O. 2011. Flora Orinoquense. Pp. 103-133. *En: Fajardo, M. D., C. Domínguez, J. Molano, O. Rangel-Ch., T. Deffler, J. Rodríguez, I. Cavelier, A. Gómez, H. Plubio, G. Barona, M. Gutiérrez, M. Romero, H. Díaz, O. Aguilar, C. Galeano y L. Pérez.* Colombia, Orinoco. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Estudios de la Orinoquia. Proyecto Editorial del Fondo FEN – Colombia. Bogotá, D.C.
  - Rangel-Ch., J. O., P. D. Lowy-C, M. Aguilar-P y A. Garzón-C. 1997. Tipos de vegetación en Colombia. Una aproximación al conocimiento de la terminología fitosociológica, fitoecológica y de uso común. Pp. 208-240. *En: Rangel-Ch, J.O., P. Lowy-C, M. Aguilar-P. (Eds.). Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia.* Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de hidrología, Meteorología y estudios Ambientales-IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente, Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico-CINDEC.U.N, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, D.C.
  - Rial, A. 2000. Aspectos cualitativos de la zonación y estratificación de las comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 153: 69-86.
  - Rial, A. 2004. Principales amenazas y conservación del recurso hídrico en áreas públicas y privadas de los Llanos centro-occidentales de Venezuela. Pp. 241-250. *En: Fernández-Cirelli, A. y V. Sánchez (Eds.). El agua en Iberoamérica. Un enfoque integrado para la gestión sustentables del agua. Experiencias en gestión y valoración del agua.* Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología. CYTED XVII Aprovechamiento y Gestión de los Recursos Hídricos. Buenos Aires.
  - Rial, A. 2006. Variabilidad espacio-temporal de las comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 52 (2): 403-413.
  - Rial, A. 2009. Plantas acuáticas de los Llanos del Orinoco. Editorial Orinoco-Amazonas Caracas. 392 pp.
  - Rial, A. 2014. Diversity, bioforms and abundance of aquatic plants in a wetland of the Orinoco floodplains (Venezuela). *Biota Colombiana*. 15 (1): 1-9.
  - Rial, A., C. A. Lasso y J. Ayarzagüena. 2010. Efectos en la ecología de un humedal de los llanos de Venezuela (cuenca del Orinoco) causados por la construcción de diques. Pp. 416-431. *En: 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 e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
  - Rial, A., J. C. Señaris, C. A. Lasso y A. L. Flores 2010B. Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos socioecosistémicos del Ramal de Calderas. Andes de Venezuela. RAP Bulletin of Biological Assessment 56. Conservation International, Arlington, VA. USA. 183 pp.
  - Rippstein, G., R. Serna y G. Escobar 2001. Dinámica de la vegetación sometida a quema, pastoreo y otras formas de manejo en las sabanas nativas. Pp. 138-64. *En: Agroecología y Biodiversidad de la Sabana.* CIAT y CIRAD. Colombia.
  - Rivas-Rodríguez, B., A. Ferrer y G. Colonnello. 2010. Distribución, uso de hábitat y estatus poblacional del manatí (*Trichechus manatus*) en el tramo central del bajo Orinoco, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales (70)* 173-174: 155-172.
  - Rodríguez, L. y G. Colonnello. 2009. Caracterización florística de ambientes de la cuenca baja del río Cucurital, afluente del río Caroní, estado Bolívar, Guayana venezolana. *Acta Amazonica* 39 (1): 33-50.
  - Rodríguez, J. P., F. Rojas-Suárez y D. Giraldo (Eds.). 2010. Libro rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela. Provita, Shell Venezuela, Lenovo Venezuela. Caracas, Venezuela. 324 pp.
  - Rosales, J., M. Bevilacqua, W. Diaz, R. Perez, D. Rivas y S. Caura. 2003b. Riparian vegetation communities of the Caura River Basin, Bolivar State, Venezuela. Pp. 34-48. *En: A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Caura River Basin, Bolivar State, Venezuela.*
  - Rosales, J., E. Briceño, B. Ramos y G. Picón. 1993. Los bosques ribereños en el área de influencia del embalse Guri. *Pantepui* 5: 3-23.
  - Rosales, J., Petts, J., Knab-Vispo, C., Blanco, J. A., Briceño, A., Briceño, E., Chacón, R., Duarte, B., Idrogo, U., Tada, L. y B. Ramos. Ecological assessment of the riparian corridor of the Caura River in the Venezuelan Guayana Shield. Pp. 35-140. *En: Vispo, C y C. Knab-Vispo (Eds.). Plantas and Vertebrates of the Caura's Riparian corridor: Their Biology, Use and Conservation. Scientia Guaianae* 12:1-34.
  - Rodríguez, L., E. Pérez y A. Rial. 2006. Descripción y composición florística de la vegetación inundable de la región Ventuari-Orinoco, Estado Amazonas. Pp. 55-68. *En: Lasso, C. A., J. C. Señaris, L. E. Alonso y A. Flores (Eds.). Evaluación rápida de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos en la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, estado Amazonas (Venezuela).* Boletín RAP de Evaluación Biológica 30. Conservación Internacional. Washington D. C, USA.
  - Rodríguez, J. P., F. Rojas-Suárez y D. Giraldo (Eds.). 2010. Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. Provita, Shell Venezuela, Lenovo Venezuela. Caracas, Venezuela. 324 pp.
  - Rodríguez-Altamiranda R., S. Flores y R. Herrera. 2011. Gestión sostenible del bosque inundable mediante la participación comunitaria en Mapire. Anzoátegui, Venezuela. Pp. 149-165. *En: Herrera, F. F. e I. Herrera (Eds.). Regeneración de ecosistemas en Venezuela.* Ediciones IVIC, Caracas.
  - Salamanca, S. 1983 [1984]. La vegetación de la Orinoquia Amazonia: fisiografía y formaciones vegetales. *Colombia Geográfica* 10 (2): 5-31.
  - Sánchez, L. y E. Vázquez. 1986. Notas sobre las macrofitas acuáticas de sección baja del río Orinoco, Venezuela. *Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 46 (125-126):107-125.
  - Sarmiento, G. 1986. Ecologically crucial features of climate in high tropical mountains. Pp.11-45. *En: Vuilleumier, F. y M. Monasterio (Eds.). High altitude tropical biogeography,* Oxford University Press, Oxford.
  - Saunders III, J. y W. Lewis Jr. 1988. Transport of phosphorous, nitrogen and carbon by the Apure river, Venezuela. *Biogeochemistry* 5: 323-342.
  - Schargel, W., R. 1970. Estudio agrológico detallado sector Boconó-Masparro. Entre E-18 y E-24. Edo. Barinas. Caracas, Ministerio de Obras Públicas Dirección de Obras Hidráulicas.

## HUMEDALES DE LA ORINOQUIA



M. A. Morales-B.

- Schargel, R. 2007a. Aspectos físico naturales. Pp. 21-42. En: Duno de Stephano, R., G. Aymard y O. Huber (Eds.). Flora vascular de los Llanos de Venezuela. Fudena. Fundación Empresas Polar, Fundación Instituto Botánico Venezuela. Caracas.
- Schargel, R. 2007. Geomorfología y suelos. Pp. 21-42. En: Duno de Stefano, R., G. Aymard y O. Huber (Eds.). Catalogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA, FUNDACIÓN POLAR, FIBV, Caracas.
- Schargel, R. y G. Aymard. 1993. Observaciones sobre suelos y vegetación en la llanura eólica limosa entre los ríos Capanaparo y Riecito, Estado Apure, Venezuela. *BioLlania* 9: 119-147.
- Schmidt-Mumm, U. y O. Vargas. 2012. Comunidades vegetales de las transiciones terrestre-acuáticas del páramo de Chingaza, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 60 (1): 35-64.
- Schubert, C. y P. Fritz. 1985. Radiocarbon ages of peat, Guayana Highlands (Venezuela). Some paleoclimatic implications. *Naturwissenschaften* 72: 427-429.
- Segnini, S y M. M. Chacón. 2005. Caracterización fisicoquímica del hábitat interno y ribereño de ríos andinos en la Cordillera de Mérida, Venezuela. *Ecotrópicos* 18 (1): 38-61.
- Señaris, J. C. y J. Ayarzagüena. 2002. Contribución al conocimiento de la anurofauna del delta del Orinoco, Venezuela: diversidad, ecología y biogeografía. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 157: 129-152.
- Sequera, D. y D. López-Hernández. 1999. Alternativas de manejo en una ganadería extensiva ubicada en una sabana antigua inundable, Alto Apure, Venezuela. *Ecotrópicos* 12 (1): 15-24.
- Serrano-Davies, E. y Pérez-Granados, C. 2012. Las aves acuáticas invernantes en los embalses de Madrid. *Anuario Ornitológico de Madrid* 2009-2010: 61-78.
- Sioli, H. 1965. Bemerkungen zur Typologie amazonischer Flüsse. *Amazoniana* 1 (1): 74-83.
- Sioli, H. 1975. Tropical rivers as expressions of their terrestrial environment. Pp. 275-288. En: Goley, F. y E. Medina (Eds.). Tropical Ecological System. Trend in Terrestrial and Aquatic Research. Springer-Verlag, New York.
- Stagno, P. y P. Steegmayer. 1972. La erosión reticular en el sur del lago de Maracaibo. *Agronomía Tropical* 22 (2): 99-118.
- Steeby, J. A., J. A. Hargreaves, C. S. Tucker y S. Kingsbury. 2004. Accumulation, organic carbon and dry matter concentration of sediment in commercial channel catfish ponds. *Aquacultural Engineering* 30 (1): 115-126.
- Taphorn, D. y C. Lilyestrom. 1984. Los peces del Módulo "Fernando Corrales". Resultados ictiológicos del Proyecto de Investigación del CONICIT-PIMA-18. *Revista UNELLEZ Ciencia y Tecnología* 2: 55-85.
- Torres-Romero, M. C., G. Galeano y R. Bernal 2011. Manejo e impacto de la cosecha de la palma sará (*Copernicia tectorum*) para uso artesanal en la región Caribe de Colombia. Pp. 24. En: Bernal, R., N. García, Y. Figueroa y G. Galeano (Eds.). Resúmenes Simposio Internacional: Impacto de la cosecha de palmas en los bosques tropicales. Leticia. 6-7/8/2011.
- UAESPNN-Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. 2005a. Plan de manejo Parque Nacional Chingaza 2005-2009. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 143 pp.
- UAESPNN. 2005b. Plan de manejo Parque Nacional Natural El Cocuy. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 276 pp.
- Umata-Orocúe. 1997. Esquema de ordenamiento territorial municipio de Orocúe 1998-2007. R.R.G. Manejos ambientales. Secretaria de obras - umata orocue. 218 pp.
- United Nations Industrial Development Organization. 1996. Advisory Assistance on Avoidance Mercury Pollution from Artisanal Gold Mining Operations in State of Bolívar, Venezuela. Prepared by M.M. Veiga, contr. SI/VEN/94/801/11-51. 14 pp.
- Urbani, F. 1991. Fuentes de aguas termales en Venezuela. Geotermia. Caracas, Venezuela. 97 pp.
- Uribe, C. y L. Vidal. 2003. Colombia. Pp. 53. En: Hosftede, R., P. Segarra y P. Mena. (Eds.). 2003. Los Páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland initiative /NC-IUCN/EcoCiencia. Quito.
- Van Duzer, C. 2004. Floating islands, a global bibliography. Cantor Press. 400 pp.
- Vegas, T. y M. Cova. 1993. Estudio sobre la distribución y ecología de macrófitos en el embalse de Guri. *Interciencia* 18: 77-82.
- Vegas-Villarrubia, T., J. Paolini y R. Herrera. 1988a. A physico-chemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and the Amazon basins in Venezuela. *Archiv für Hydrobiologie* 111 (4): 491-506.
- Vegas-Villarrubia, T., J. E. Paolini y J. García-Miragaya. 1988b. Differentiation of some venezuelan blackwater rivers based upon physico-chemical properties of their humic substances. *Biogeochemistry* 6: 59-77.
- Vincelli, P. C. 1981. Estudio de la vegetación del Territorio Florístico El Tuparro. *Cespedesia* 10 (37-38): 5-54.
- Vispo, C y C. Knab-Vispo. 2003. Introducción: A general description of the Lower Caura. Pp. 1-34. En: Vispo, C y C. Knab-Vispo (Eds.). Plantas and vertebrates of the Caura's riparian corridor: Their biology, Use and conservation. *Scientia Guaianae* 12:1-34.
- Volker, A. 1982. Pólderes: una técnica antigua de recuperación de terrenos. *Revista Naturaleza y sus recursos* 28 (4): 2-13.
- Weibezahn, F. y C. Cressa. 1979. Limnología de las lagunas Parameras (Resumen). Pp. 161-162. En: Salgado-Laboriau, M. L. (Ed.). El Medio Ambiente Páramo. CEA-IVIC, Caracas.
- Weibezahn, F. H., J. M. Volcán, A. González y F. Reyes 1970. Estudio morfométrico e hidrográfico de dos lagunas en los andes de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 28 (117/118): 448-455.
- Wilbert, W. 1996. Fitoterapia Warao. Una teoría pneumática de la salud, la enfermedad y la terapia. Monografía N°41. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas. 655 pp.
- Wilbert, W. 2001. Dau Yarokota: plantas medicinales Warao. Monografía N°48. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas. 382 pp.
- Wilbert, W. y C. Ayala Lafée-Wilbert. 2007. "Los Warao". Pp 333-395. En: Freire, G. y A. Tillet (Eds.). Salud indígena en Venezuela. Vol. II. Caracas: Ediciones de la Dirección de Salud Indígena, Ministerio del Poder Popular para la Salud.
- Winemiller, K., C. Marrero y D. C. Taphorn. 1996. Perturbaciones creadas por el hombre a las poblaciones de peces de los Llanos y del piedemonte andino de Venezuela. *BioLlania* 12: 13-48.
- Yánes, C. E. y A. J. Ramírez. 1988. Estudio geoquímico de grandes ríos venezolanos. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 48: 41-58.
- Yossa, M., G. Hernández-Arévalo y W. Vásquez-Torres. 2012. Composición nutricional del sedimento en estanques con tilapia roja. *Orinoquia* 16: 217-224.
- Yossa, M., G. Hernández-Arévalo, W. Vásquez-Torres y J. P. Ortega. 2011. Materia orgánica en estanques piscícolas. Villavicencio: JCBR. Unillanos-IALL-MADR-GRANAC. 25 pp.
- Yu, Z., D. W. Beilman, S. Frohking, G. M. MacDonald, N. T. Roulet, P. Camill y D. J. Charman. 2011. Peatlands and their role in the global Carbon cycle. *EOS Trans. AGU* 92.
- Zinck, A. 1977. Ríos de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Editoria Cromotip. Caracas. 63 pp.
- Zinck, J. A. y O. Huber, O. (Eds.). 2011. Peatlands of the Western Guayana Highlands, Venezuela. Properties and paleogeographic significance of peats. *Ecological Studies* 217, Springer, Heidelberg. 295 pp.
- Zona, S. 1996. Roystonea (Arecaceae: Arecoideae). Flora Neotropical Monographie 71: 1-34.
- Zoppi de Roa E., E. Gordon, F. González y E. Montiel. 2009. El plancton y la vegetación en una sabana inundable (Apure). *Acta Biológica Venezuelica* 29: 69-83.



# BioHabitat

Biodiversidad, conservación y desarrollo sostenible



Fundación Instituto Botánico de Venezuela  
DR. TOBIAS LASSER



ACADEMIA DE CIENCIAS FÍSICAS, MATEMÁTICAS Y NATURALES

