

## **DINAMICA BIOTICO-HIDROSEDIMENTOLOGICA EN VÁRZEAS DEL BAJO RÍO ORINOCO, ESTADO BOLIVAR, VENEZUELA**

**Judith Rosales, Wilmer Diaz, Rosauro Navarro, Susana Méndez, Militza Rodríguez, Jacqueline Ortiz, Bartolo Castellanos, Alain Laraque, Johannes Steiger, José Luis López, Etienne Muller, Jean-Loup Peiry y Jean-Loup Guyot.**

Se presentan los resultados preliminares de un estudio sobre (1) la fitosociología y aspectos estructurales de la vegetación de várzea, dinámica de regeneración de plántulas en bosques y comunidades de *Guadua* sp. (Juajuilales), (2) la dinámica dendrocronológica de crecimiento interanual de árboles de especies clave de las várzeas en relación a la dinámica de niveles interanual del canal y (3) la composición y dinámica de comunidades de aves en relación a la dinámica hidrológica anual en el bajo Río Orinoco, estado Bolívar. Se identificaron las comunidades de plantas en una transecta y se les realizó un estudio fitosociológico y estructural, se evaluó el porcentaje de sobrevivencia de plántulas censadas, durante el periodo de bajada de aguas en bosques y juajuilales, ubicadas en diferentes posiciones geomorfológicas, se tomaron muestras de madera de dos especies arbóreas clave de posiciones geomorfológicas de dique y cubeta respectivamente para un estudio dendrocronológico relacionado con la dinámica de inundación anual, se evaluó la composición de la comunidad de aves en los cuatro estadíos más importantes del año hidrológico, se cuantificó la cantidad de nidadas en hábitat de barras arenosas y se relacionaron los resultados con datos de la dinámica hidrosedimentológica anual e interanual obtenida por los grupos de hidrosedimentología y geomorfología. Los resultados preliminares indican relaciones funcionales entre las variables bióticas medidas y las hidrosedimentológicas que se relacionan con las características de los hábitats creados por la dinámica geomorfológico fluvial del sistema estudiado. Las relaciones interanuales indican respuestas bióticas a los períodos de oscilaciones globales como el Niño que pueden ser utilizadas para el modelaje de escenarios de cambios climáticos globales o efectos de uso de la tierra en la cuenca alta y media del Río Orinoco.

### **INTRODUCCIÓN**

Los ecosistemas ribereños son muy ricos en diversidad biológica, donde se llevan a cabo procesos ecológicos y evolutivos de gran significación, contribuyendo además con servicios ecológicos como protección de cuencas y estabilización climática, asimismo funcionan como corredores biológicos y a veces como único hábitat para la fauna silvestre. Según Naiman et al. (2005), el término ribereño se refiere a aquellas comunidades bióticas y el ambiente, en las orillas de quebradas o caños, ríos, lagunas, lagos y algunos humedales. Las áreas ribereñas son así influenciadas por una dinámica hidroclimatológica recurrente que a diferentes escalas de tiempo implica inundaciones anuales y/o una mesa de agua alta y suelos húmedos. Así mismo las áreas ribereñas sostienen ecosistemas que son

más diversos estructuralmente y más productivos en biomasa animal y vegetal que las áreas adyacentes de tierra firme. Además, son zonas extremadamente importantes ya que proveen el hábitat a una gran diversidad de animales y sirve como ruta de migración y zona de conexión para una gran variedad de animales. Finalmente, dentro de los ecosistemas ribereños, las comunidades de bosques ribereños comúnmente son presentadas y percibidas como galerías distintivas dentro de una matriz boscosa (bosque ribereño propiamente dicho) o dentro de una matriz no boscosa (bosque ribereño de galería) asociada a la red de drenaje. De esta manera, la vegetación ribereña se localiza en áreas directamente adyacentes a las orillas de los ríos y se extiende lateralmente desde el canal activo hasta las tierras más elevadas incluyendo, por lo tanto, las planicies de inundación y las terrazas adyacentes.

Siguiendo las diferencias entre aguas blancas, claras y negras, la vegetación inundable se clasifica en dos tipos principales: Várzea (ríos con aguas blancas) e Igapó (ríos con aguas claras o negras), inundándose permanente o estacionalmente. Los términos igapó y várzea son denominaciones locales utilizadas por los pobladores ribereños de Brasil, en Venezuela no se hace esta distinción considerándose en todos los casos vegetación de rebalse. Las várzeas (hábitats inundables por ríos de aguas blancas) del bajo Orinoco fueron analizadas siguiendo un enfoque ecohidrológico en el Proyecto Corredor Orinoco (Rosales et al 2005), encontrándose que son epicentros de diversidad biológica de importancia vital en la sobrevivencia de los pobladores ribereños, y soporte económico de muchas actividades humanas (). Las características biogeoquímicas de los elementos disueltos (Mora et al 2009), los patrones geomorfológicos y la dinámica de la inundación juegan un papel importante en estos ecosistemas ribereños ya que resultan en profundos cambios a nivel físico y químico de los hábitat determinando particularmente las características de los sedimentos recientes y los suelos en distintos estadios de evolución (Rosales et al 2007) que sostienen comunidades vegetales, microorganismos e invertebrados, así como todos los elementos bióticos de las cadenas alimentarias que a ellos se asocian entre los grupos peces, aves y mamíferos (Bastardo et al 2007, Blanco-Belmonte, 1990, Blanco-Belmonte et al. 1998, Díaz y Rosales 2006, 2008, Gonzáles et al 2009, Jorgessen et al 2000, Rodríguez y Rosales 2008, Rodríguez y Betancourt 1999, Rosales et al. 1999, 2000, 2001, 2008). Uno de los efectos más significativos para la vegetación es la reducción inmediata de la disponibilidad de oxígeno (hipoxia) que se da durante la fase acuática y que determina la composición especializada de la flora que caracteriza la vegetación de hábitats inundables, lo cual ya ha sido demostrado en estudios previos en el Orinoco (Rosales et al. 2001, Díaz y Rosales 2006). La hipoxia puede influir adversamente en la fisiología y crecimiento de plantas no tolerantes, causando: disminución en la absorción de nutrientes, reducción en la proporción de raíces a tallos, desbalance hormonal, cierre de los estomas y, por ende, limitaciones fotosintéticas y hasta la muerte. No obstante la evolución de la tolerancia a dichas condiciones se ha traducido en adaptaciones morfológicas para mejorar el transporte de O<sub>2</sub> hacia las raíces y adaptaciones metabólicas que permiten el crecimiento bajo condiciones anaeróbicas, así como la producción de semillas grandes y un crecimiento rápido de las plántulas para escapar a la inundación

(Ponnamperuma 198). En bosques inundables, la sobrevivencia de las plántulas no sólo está relacionada con la duración de la inundación sino también con la duración de la fase de sequía. Parolin et al (2010) encuentran que tanto la inundación como la sequía influyen las respuestas ecofisiológicas de las plantas en los hábitat inundables de la Amazonía. La sobrevivencia y el establecimiento de las plántulas en los hábitats inundables pueden relacionarse con las distintas posiciones geomorfológicas que se presenten en la planicie de inundación. Por ejemplo, Jones et al. (1994) encuentran que en los sitios más elevados (Diques) de un bosque inundado, la densidad y sobrevivencia de las plántulas será mayor que en donde la elevación es menor (Cubetas). Estos resultados son consistentes con los encontrados por Huenneke y Sharitz, (1986) según los cuales la deposición de las semillas, su germinación y la densidad de varias especies fueron mayores en sitios más altos (diques) que en sitios más bajos (cubetas) que están mayormente sumergidos. Por otro lado, la microtopografía puede interactuar con la dispersión y el tamaño de las semillas en detrimento de la sobrevivencia de las plántulas (López & Kursar, 2007). Otras causas de mortalidad asociadas a la inundación son: el daño físico causado por los troncos y ramas flotantes, la sepultura por sedimentos y los hongos (Stolzy & Sojka 1984, Junk 1989, Streng et al. 1989). Son escasos los estudios en las planicies de inundación de Suramérica que determinen si estos factores, y no la inundación en sí misma, producen la mortalidad de las plántulas. En árboles, tanto la inundación como un déficit hídrico en condiciones de sequía juegan también un papel importante en la vegetación inundable imponiendo limitaciones a los procesos fisiológicos de las plantas y por ende a su productividad (Parolin et al. 2010). Los estudios dendrocronológicos son relevantes al análisis de la dinámica de inundación y sequía de los bosques tal como ha sido demostrado para los bosques de várzea del Amazonas brasileño (Worbes et al, 1995, Shöngart et al 2004) y en el bajo Orinoco (Dezseo et al, 2003).

Además de los productores como algas y plantas, en hábitats inundables los organismos bentónicos son de gran importancia en el escalamiento hacia arriba de las cadenas tróficas. Los gasterópodos, tricópteros y efemerópteros son importantes consumidores del bentos, sin embargo los quironómidos (dípteros) pueden ser también muy importantes debido a sus elevadas densidades y tiempo de generación cortos. Blanco-Belmonte (2005) encuentra en el bajo Orinoco una alta densidad de chironómidos en los sedimentos de las márgenes del canal, la cual es mayor en los sedimentos arcillosos recién depositados durante el período de bajada de aguas. Considerando que es en esta transición de bajada de aguas a subida de aguas donde se produce la mayor abundancia de aves del grupo Charadriiformes (playeros) puede suponerse alguna relación entre los sedimentos recién depositados y la abundancia de individuos de este grupo.

En este trabajo se analizan las dinámicas de crecimiento de plántulas y dendrocronología de especies de árboles clave de la planicie del paisaje Las Galderas con centro en Isla de Mamo, de acuerdo a los resultados de Diaz y Rosales (2006, 2008) señalando a *Piranhea trifoliata* y *Cordia tetrandra* como especies clave en términos de importancia y abundancia entre las especies arbóreas de la vegetación de bosques ribereños en el Bajo Orinoco. Se presenta como proyecto de Susana Méndez en curso de la

Maestría de Ecología Aplicada, la tesis sobre Crecimiento radial de las dos especies arbóreas antes mencionadas del bosque de várzea. En la misma se planteó documentar y generar conocimientos sobre factores dependientes de las perturbaciones (inundaciones) como mecanismos de control/regulación de las poblaciones. Siendo su objetivo general el estimar el crecimiento radial y las edades promedio de las dos especies arbóreas, estableciendo su relación cronológica con la dinámica hidrológica del río en el bajo Orinoco. Asimismo se estudia la dinámica anual a lo largo de los diferentes estadios hidrológicos del bajo Orinoco en relación a la composición, diversidad específica y abundancia de grupos de especies de aves y la dinámica interanual de nidificación de aves Charadriiformes en relación con los promedios de sedimentos suspendidos como variables subrogadas del hábitat disponible en las barras arenosas durante el período de aguas bajas.

## MATERIALES Y METODOS

### Área de estudio

El área de estudio corresponde a un transecto ubicado en los ecosistemas inundables ribereños del bajo Orinoco, en el Paisaje Funcional Las Galderas con centro en Isla de Mamo, a unos 5 minutos del poblado las Galderas. En éste paisaje se encuentra el primer sitio llamado Las Arhuacas con un bosque en posición de dique. Cruzando el Río Orinoco, se encuentran los otros sitios de estudio tales como: Caño Ignacio en posición de cubeta y la Isla de Mamo y Corrientoso con ambas posiciones geomorfológicas (dique y cubeta) (Ver Figura 1). La planicie aluvial está sometida a un pulso anual de inundación desde los meses de julio hasta noviembre. La duración y profundidad varía de acuerdo a la posición geomorfológica entre 0,5 a 1 m, hasta 10 m. El bioclima es seco macrotérmico con una precipitación anual promedio de 1100 mm y temperatura media anual de 28°C (Díaz, 2005). El nivel promedio de inundación para el área de estudio es de aproximadamente de 2 a 3 m de profundidad.

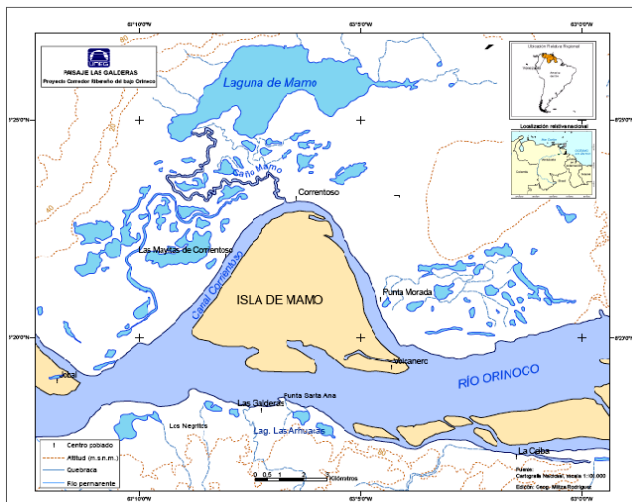


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio.

## METODOLOGIA

### Vegetación y Aves

#### Caracterización

Siguiendo la transecta donde el Proyecto Ecos-Nord ha colocado las trampas para sedimentos y que es representativa de gradientes de inundación y sedimentación en diferentes unidades geomorfológicas, (Figura 2), se caracterizaron las diferentes unidades de vegetación en el período de aguas bajas.

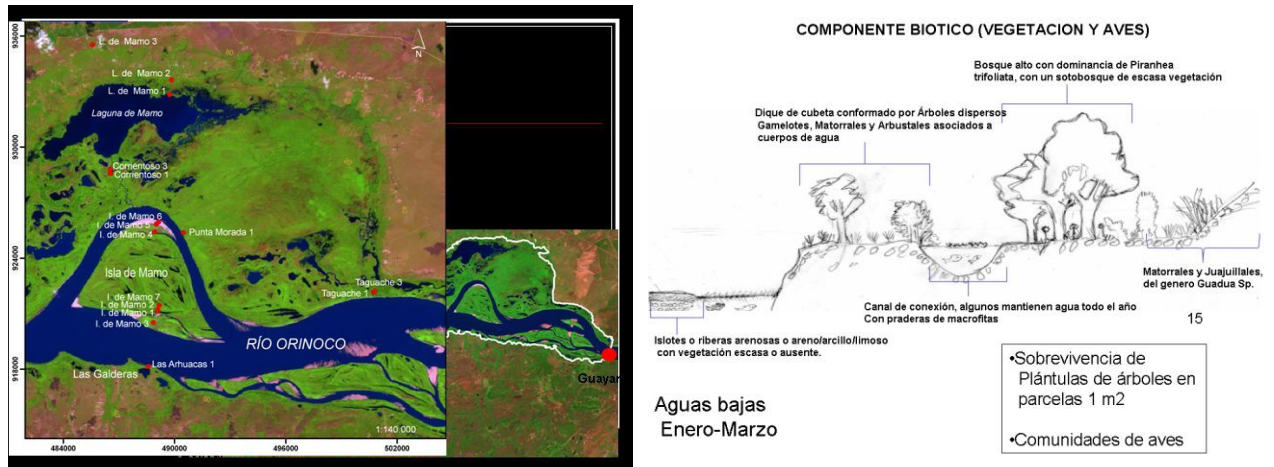


Figura 2. Transecto del Proyecto Ecos-Nord en el Paisaje de la Isla de Mamo frente a Las Galderas y perfil esquemático de la vegetación donde se realizaron los estudios bióticos.

#### Métodos en vegetación

(a) se caracterizaron florística y estructuralmente las unidades de vegetación, (b) se establecieron parcelas de 1 m<sup>2</sup> en cada tipo de vegetación para el estudio de la dinámica de la regeneración natural de las especies clave. En los bosques, los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) y las lianas, a partir de los 5 cm, fueron censados y colectados; para cada árbol se estimó su altura y se midió el DAP (diámetro a aproximadamente 1,3 m del piso). Igualmente, se tomó información sobre la Vitalidad o estado del individuo dentro de la comunidad forestal, la cual fue medida por el grado de libertad de la copa y su conformación general, se utilizaron 3 categorías: Buena, Regular y Mala. También se anotó la Posición de la copa, manejándose 4 categorías: emergente, plena iluminación superior, alguna iluminación superior, alguna luz lateral, ausencia de luz y la presencia de trepadoras, categorizándose de la siguiente manera: libre de bejucos (1), presencia en el fuste (2), presencia (leve) en fuste y copa (3), presencia en fuste y copa (4). En las comunidades arbustivas se midieron todos los individuos con diámetro a partir de 5 cm en la base de los tallos, así como las lianas que entren en esta categoría. Igualmente, se delimitaron 2 subparcelas de 1 m<sup>2</sup> para estudiar la regeneración.

En unidades geomorfológicas diferentes se establecieron parcelas permanentes para los diferentes tipos de vegetación existentes. Se levantaron 3 parcelas para las comunidades boscosas y 5 en arbustivas con un área de 100 m<sup>2</sup> para los bosques y de 25 m<sup>2</sup> para las comunidades arbustivas. En Isla de Mamo se realizó la descripción de las comunidades vegetales en los sitios identificados como IM1, IM2, IM3, IM4, IM5, IM7, IM8, IM9, IM10, IM11. En Corrientoso los sitios Corrientoso 1, 2,3, 4 y 5 y un sitio en Punta Morada y otro en las Arahuacas. Se realizaron cinco (5) parcelas permanentes en las comunidades de *Guadua* sp. (Juajuilla), denominadas por los ribereños como Juajuillales y tres (3) en bosques. Dentro de las parcelas permanentes ya constituidas en las diferentes unidades geomorfológicas se establecieron 4 parcelas de 1 m<sup>2</sup> (1m \* 1m) para estudiar la dinámica de regeneración de las especies clave durante un período inicial de al menos 2 años, en las épocas correspondiente a bajada de aguas (octubre-noviembre), y antes de la inundación en subida de aguas (mayo-junio). Para ello se marcaron las plántulas existentes para llevar un registro de nuevas plántulas incorporadas por germinación reciente y el crecimiento y la mortalidad de las plántulas existentes, con el fin de detectar patrones en las estructuras poblacionales de las especies arbóreas para poder determinar el estatus de regeneración de las mismas y sus posibles cambios composicionales. Se evaluaron las sobrevivencias de plántulas en diversos habitat del transecto estudiado, considerando las plántulas censadas en el mes de noviembre de 2009, durante el periodo de bajada de aguas, en 12 de las parcelas de 1 m<sup>2</sup> en bosques y 4 de las mismas dimensiones en juajuillales, ubicadas en diferentes posiciones geomorfológicas.

### ***Estudio dendrocronológico***

#### **Fase de campo**

I. Se tomó como muestra representativa del área de estudio un total de 30 árboles de las 2 especies arbóreas a estudiar, para obtener las muestras de madera en forma de barreno, distribuidos entre los 6 sitios, (5 árboles de *Piranhea trifoliata* en los sitios (S 1, 5, 6) para un total de 15 árboles colectados y (5 árboles de *Cordia tetrandra* en los sitios (S 2, 3, 4) para un total de 15 árboles respectivamente.

II. Para extraer dichas muestras de madera en forma de barreno, se utilizó la herramienta llamada barreno o taladro de Pressler, las muestras de madera se colocaron en bandejas de madera con surcos y se pegaron con goma blanca.

IV. Todas las muestras se codificaron previamente en campo, registrándose los datos del árbol tales como: diámetro a la altura de pecho (DAP=1.30 m), altura de fuste y total (HF y HT), calidad de fuste, posición sociológica, estado fitosanitario, detalle de la corteza, presencia de regeneración, nivel de inundación; posteriormente las muestras se prepararon para comenzar el marcaje y medición de los anillos de crecimiento, lijándolas con lijas de diferentes granulometrías hasta obtener una superficie lisa, a fin de poder evaluar las características estructurales y anatómicas.

### **Fase de laboratorio**

- I. Para determinar el número y ancho de los anillos, la medición de los incrementos de crecimiento se realizó con el sistema medición LINTAB 5 con una precisión de 0,01mm, que consiste en una mesa de medición con un estéreomicroscopio Leica integrado y para el procesamiento y análisis se utilizará el software TSAP-WIN (Time Series Análisis and Presentation, Rinntech-Alemania) en donde los datos se ingresarán y con este programa se realiza el control de fechado y medición de los anillos de crecimiento, además permitirá hacer la identificación de los segmentos de las series de anillos que tienen baja correlación con la serie maestra y podrá representar los posibles errores en las mediciones .
- II. Para el análisis de las series de datos del ancho de los anillos de crecimiento radial promedio y el número de días inundados se relacionará con respecto a los caudales promedio mensuales del río necesarios para inundar un hábitat medido en uno de los sitios muestreados de acuerdo a su cota topográfica: 1. Relación entre la posición topográfica de cada estrato con la intensidad máxima del río (promedio para cada fase en la serie hidrométrica considerada y 2. Número de estratos de cada perfil con: amplitud (número de días), frecuencia e intensidad máxima promedio del río en cada fase (Casco, et al. 2005).

### **Métodos en aves**

Durante los períodos de aguas bajas, subida de aguas, aguas altas y bajada de aguas y en los mismos sitios donde se estudiaron las unidades de vegetación, la comunidad de aves se evaluó a través de transeptos fijos en sentido norte-sur y este-oeste que abarca desde un Bosque Ribereño de Piranhea, hasta los Bancos Estiagénicos o Playones de arenas en el canal del río. Para ello se utilizaron binoculares Vortex 10x42, monocular Busnellh 10x 60 y redes de neblina; se realizó la caracterización de la avifauna asociada a cada una de las unidades de vegetación previamente establecidas a fin de determinar la composición y estructura de las comunidades de aves por tipo de hábitat identificado, las especies clave por tipo de hábitat y nicho que explotan cada una.

Para la dinámica interanual de las nidadas de especies del orden Charadiiformes en los hábitat de playas arenosas se contó visualmente el número de nidos en los playones por año desde las épocas de sequía del 2006 a las del 2010. Se realizaron los promedios de sedimentos colectados entre los meses de Enero y Marzo cada 10 días (mg/l) en el laboratorio del CIEG por el grupo de hidrosedimentología en el marco de la Estación ORE Orinoco (Convenio IRD-UNEG).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Hábitats y tipos de vegetación

Se identificaron seis unidades de hábitat en el transecto:

1. Bancos Aluviales Estiagenicos (Playón) o riberas arenosas o areno/arcillo/limoso con vegetación escasa o ausente.
2. Bosque de altura y cobertura media, caracterizado por la dominancia de *Piranhea trifoliata* tanto por su área basal como abundancia, seguida por *Swartzia leptopetala* y *Machaerium dubium*
3. Juajuillal : esta constituida básicamente por comunidades de *Guadua* sp. denominadas por los ribereños como Juajuillales
4. Herbazales de Gamelote, tipo de vegetación dominado por *Paspalum fasciculatum*, llamados Gamelotales comúnmente por los pobladores ribereños.
5. Arbustales forman una comunidad densa de unos 3 m de alto, siendo las especies predominantes *Coccoloba ovata*, *Alchornea castaneifolia* y *Psidium maribense*,
6. Matorrales: son de altura baja a alta (hasta 2 m) y cobertura densa, con dominancia de sufrútices entre los que se encuentran *Lippa alba* (Toronjil), *Amaranthus dubius*, *Ambrosia peruviana* (Altamisa), *Cleome spinosa*, *Mimosa pellita*, *Heliotropium indicum*, *Sarcostemma clausum*, *Scoparia dulcis*, *Phyllanthus* sp., *Euphorbia* sp., *Panicum maximum* y *Ludwigia octovalis*.

### Bosques

El bosque estudiado en Las Arahuacas es de altura y cobertura media, caracterizado por la dominancia de *Piranhea trifoliata* tanto por su área basal como abundancia, seguida por *Swartzia leptopetala* y *Machaerium dubium* (Tabla 1)

| Especie               | Área basal (m <sup>2</sup> ) | AB%   | N° de Indiv. | Densidad relativa | IVI    | IVI%  |
|-----------------------|------------------------------|-------|--------------|-------------------|--------|-------|
| Crateva tapia         | 0,029                        | 1,48  | 1            | 12,50             | 13,98  | 6,99  |
| Machaerium dubium     | 0,385                        | 19,87 | 1            | 12,50             | 32,37  | 16,19 |
| Piranhea trifoliata   | 1,213                        | 62,61 | 3            | 37,50             | 100,11 | 50,06 |
| Ruprechtia tenuiflora | 0,044                        | 2,25  | 1            | 12,50             | 14,75  | 7,37  |
| Swartzia leptopetala  | 0,267                        | 13,77 | 2            | 25,00             | 38,77  | 19,38 |
| Total                 | 1,938                        | 100   | 8            | 100               | 200    | 100   |

Tabla 1. Resultados del levantamiento para los bosques ribereños en diques bajos

Los cuatro (4) levantamientos para el estudio de la dinámica de la regeneración resultaron en 47 individuos pertenecientes a unas 15 especies, con altura promedio de 24 cm, de las cuales las más abundantes son *Homalium racemosum* e *Inga* sp., con 7 individuos cada una.



En la segunda medición de los individuos en estas parcelas de regeneración, correspondiente a aguas bajas del año 2010, se encontró un porcentaje de sobrevivencia de 79% y altura de 21,7 cm y lámina de inundación de 1,3 m en promedio.

En Caño Ignacio (sitio IM10), en posición de cubeta, el bosque es bajo, denso con la mayoría de los individuos multicaules y con la especie *Symmeria paniculata* como dominante, principalmente por su abundancia (Tabla 2)

| N.C.                       | AB (m <sup>2</sup> ) | AB%   | D  | D%    | IVI    | IVI%  |
|----------------------------|----------------------|-------|----|-------|--------|-------|
| Eugenia sp.                | 0,009                | 0,81  | 1  | 4,35  | 5,16   | 2,58  |
| Homalium racemosum         | 0,406                | 36,61 | 1  | 4,35  | 40,96  | 20,48 |
| <i>Symmeria paniculata</i> | 0,537                | 48,42 | 18 | 78,26 | 126,68 | 63,34 |
| Tachigali davidsei         | 0,157                | 14,16 | 3  | 13,04 | 27,20  | 13,60 |
|                            | 1,109                | 100   | 23 | 100   | 200    | 100   |

Tabla 2. Resultados del levantamiento para los bosques ribereños en cubetas o depresiones

Los cuatro (4) levantamientos para el estudio de la dinámica de la regeneración arrojaron 21 individuos pertenecientes a seis (6) especies de las cuales *Symmeria paniculata* es la más abundante (11 individuos). Acá, los individuos de las parcelas de regeneración 2 y 3 presentan alturas entre 2 y 5 cm, mientras que en la 1 y 4 la altura de los individuos oscila entre 1 y 3 m.

Las mediciones realizadas para el periodo de aguas bajas en el año 2010 indican que en las parcelas 1 y 4 el porcentaje de sobrevivencia se ubica entre 86 y 100%, mientras que en la 2 y 3 ninguna plántula sobrevivió. En este sitio la lámina de inundación promedio es de 5 m.

Por otra parte, en este mismo Caño Ignacio, en un banco bajo (sitio IM1), el bosque es de altura y cobertura media, dominado por *Piranhea trifoliata*. (Tabla 3)

| N.C.                       | AB (m <sup>2</sup> ) | AB%   | D  | D%    | IVI    | IVI%  |
|----------------------------|----------------------|-------|----|-------|--------|-------|
| Calyptanthus sp.           | 0,116                | 12,06 | 3  | 30,00 | 42,06  | 21,03 |
| <i>Piranhea trifoliata</i> | 0,834                | 86,95 | 6  | 60,00 | 146,95 | 73,47 |
| <i>Simira rubescens</i>    | 0,009                | 0,99  | 1  | 10,00 | 10,99  | 5,49  |
|                            | 0,959                | 100   | 10 | 100   | 200    | 100   |

Tabla 3. Resultados del levantamiento para los bosques ribereños en dique bajo

Para el estudio de la dinámica de la regeneración se establecieron cuatro (4) parcelas de 1m x 1 m (1 m<sup>2</sup>), donde se inventariaron 146 individuos pertenecientes a 13 especies, con altura promedio de 14,4 cm, de las cuales las más abundantes son *Pseudanmomis umbellulifera* (46), *Simira rubescens* (20), *Alibertia latifolia* (18) y *Phyllanthus elsiae* (12). De éstas, la primera y la última aparecen entre las más importantes según los valores de IVI.

Para 2010, en aguas bajas, el porcentaje de sobrevivencia para las plántulas se ubica entre 52 y 77% (63%) y altura promedio de 23,6 cm. la lamina de inundación en promedio fue de 3 m en este sitio.

#### Comunidades arbustivas

Corresponden a los Juajuillales, los cuales son un tipo de vegetación dominado casi exclusivamente por *Guadua* sp. Presentan cobertura densa y 3-5 m de altura, con un estrato herbáceo muy ralo, regeneración escasa y presencia baja de bejucos y otras especies arbustivas y arbóreas. Los cinco (5) levantamientos realizados en estas comunidades indican 12 - 34 individuos con diámetro en la base > 2,5 cm.

#### **Regeneración, complejidad de hábitat y terrestreización**

Los resultados para la medición en el periodo de aguas bajas correspondiente al 2010, muestran, para dos levantamientos, en un dique alto, ubicado en Caño Ignacio, Isla de Mamo, un porcentaje de sobrevivencia de 21%, y altura promedio de 6 cm, mientras que para las parcelas ubicadas en diques bajos, en Las Arahuacas, el porcentaje de sobrevivencia fue de 53% y altura promedio de 70 cm. No se observó lámina de inundación.

En general los resultados se muestran en la Tabla 4 indicando que en la regeneración, dentro del hábitat bosques, los resultados señalan que el porcentaje de sobrevivencia de las plántulas es mayor en los diques (Las Arahuacas, diques bajos, 79%) que en las depresiones (Caño Ignacio, 63% y 0%). Iguales resultados se encontraron para los juajuillales, con un porcentaje de sobrevivencia mayor en los diques altos (Las Arahuacas, 53%) mientras que en los diques bajos (Caño Ignacio) este porcentaje fue menor y se ubico en 21%. Las respuestas a estos resultados parecen ser una lámina de inundación mayor, en el caso de las depresiones (3-5 m), mientras que en los diques bajos se ubica alrededor de los 1,3 m, para los bosques, mientras que no se observo lamina de inundación en los Juajuillales. También el que algunos de las comunidades estudiados están mas protegidos del impacto hidráulico del río que en las comunidades cercanas al caño tanto para bosques como Juajuillales. Estos datos darían un primer indicio de que la mayor perturbación por velocidad de flujo disminuye la probabilidad de sobrevivencia de especies. La complejidad de la vegetación parece relacionarse con una mayor terrestreización utilizando el término acuñado en el modelo ecohidrológico de Rosales (2000) sobre vegetación ribereña (Fig. 3), en que la terrestreización es la tasa de acumulación de sedimentos en un hábitat producto de la inundación anual y que en un sistema de alta dinámica puede conllevar a pasar de un sistema de mayor profundidad de inundación a un sistema de menor profundidad de inundación influenciando entonces las especies que potencialmente habitan en dicho hábitat.

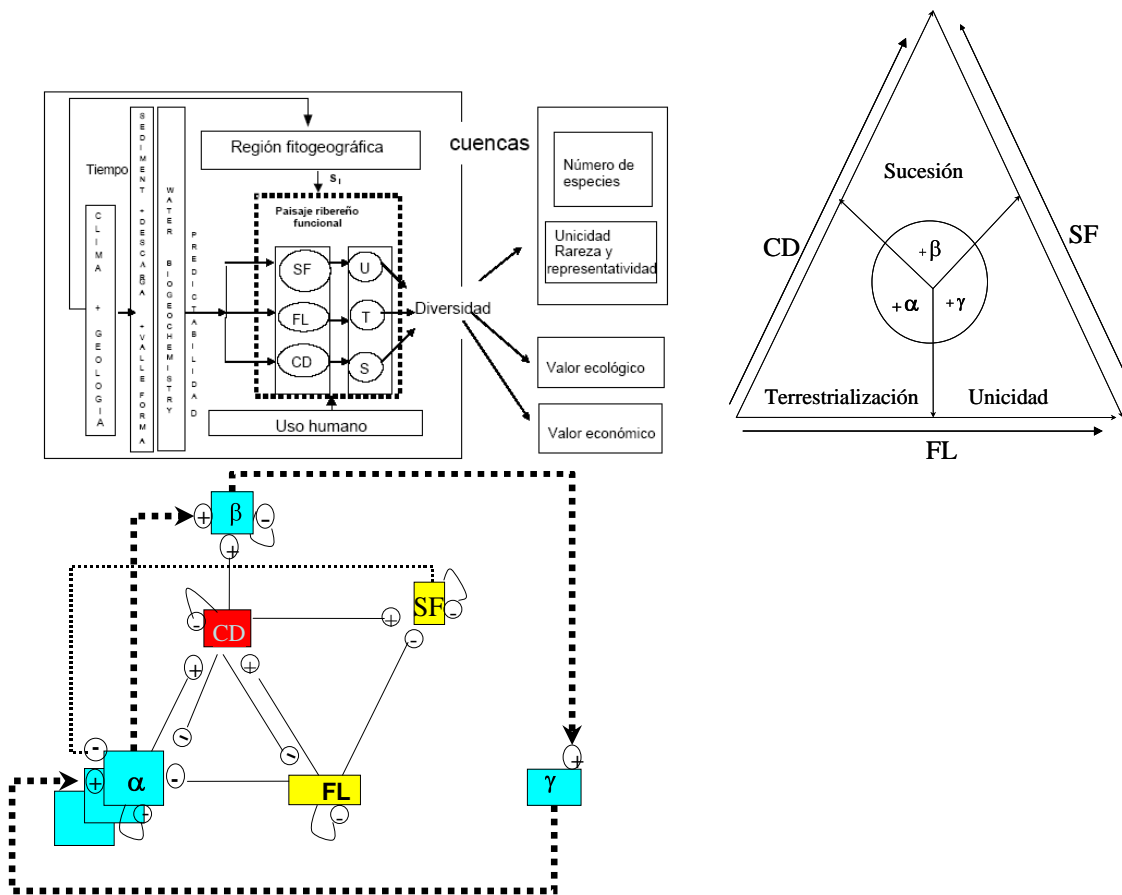


Figura 3. Modelo ecohidrológico general de diversidad de la vegetación ribereña en grandes ríos (en vías de publicación, tomado de tesis doctoral de Rosales 2000)

De acuerdo con Jones *et al.* (1994) la sobrevivencia y el establecimiento de las plántulas en los hábitats inundables pueden relacionarse con las distintas posiciones geomorfológicas que presente el bosque. Por ejemplo, en los sitios más elevados (Diques) de un bosque inundado, la densidad y sobrevivencia de las plántulas será mayor que en donde la elevación es menor (Cubetas)). Por otra parte, Huenneke y Sharitz, (1986) señalan que la deposición de las semillas, su germinación y la densidad de varias especies fueron mayores en sitios más altos (diques) que en sitios más bajos (cubetas) que están mayormente sumergidos. Sin embargo la microtopografía puede interactuar con la dispersión y el tamaño de las semillas en detrimento de la sobrevivencia de las plántulas (López & Kursar, 2007).

Tabla 4. Supervivencia de plántulas en el período de inundación 2009-2010 en parcelas de regeneración del proyecto funcionalidad ecosistémica en Las Galderas LGD. Leyenda: N/AB N. individuos/Area basal (m<sup>2</sup>), SobPI09= Supervivencia de las plántulas a la inundación del 2009 (%), R09 nuevos individuos en la regeneración, NI08/NI09 = número de individuos en regeneración del 2008/ número de individuos en regeneración del 2009 SPR= N. especies regeneración, AVES-SP= No de Especies de aves en el habitat todo el año, T08/T09= Terrestrialización (cantidad sedimentos kg/m<sup>2</sup>/año) 2008-2009. Medida del modelo de Rosales (2000) con base a los resultados del grupo de geomorfología.

|  | <b>N/AB</b> | <b>SobPI09</b> | <b>R09</b> | <b>NI08/NI09</b> | <b>SPR</b> | <b>AVES-SP</b> | <b>T08/T09</b>    |
|--|-------------|----------------|------------|------------------|------------|----------------|-------------------|
| <b>LA1</b><br>Bosque depresión transición<br>Arhuacas <i>Piranhea trifoliata</i><br>inund 2008 = 0,00 m<br>Inund 2009 = 0,00 m | 8 /1,94     | 79             | 27         | 28/51            | 15         |                | <b>0,0/ 0,0</b>   |
| <b>IM1</b><br>Bosque Isla de Mamo depresión<br><i>Piranhea</i><br>inund 2008=2,1m<br>Inund 2009 = 0,00 m)                      | 10 /1,10    | 64             | 0          | 146/90           | 13         | 73             | <b>21,81/0,00</b> |
| <b>IM10</b><br>Arbustal de Jariso <i>Symmeria</i><br>Caño Sn Ignacio<br>inund 2008= 4,0 m<br>inund. 2009= 4,0 m                | 23 /0,96    | 47             | 0          | 20/12            | 6          | 36             | <b>0,42/0,00</b>  |
| <b>IM8</b><br>Juajuilla Guadua<br>inund 2008 = 3,00 m<br>inund 2009 = 3,00 m   | 34          | 37             | 0          | 30/10            | 13         | 12             | <b>0,86/0,15</b>  |

En relación al crecimiento radial de árboles en series temporales relacionados con la dinámica de inundación anual, el análisis dendrocronológico, ancho de los anillos de crecimiento por año en individuos de 2 especies clave *Piranhea trifoliata* y *Cordia tetrandra* de cubeta y de dique respectivamente (Susana Méndez), los datos preliminares indican que las mayores tasas de crecimiento interanual se dan particularmente asociadas a períodos de menores intensidades de inundación, considerando el número de meses con caudales superiores a 1250 m<sup>3</sup>/seg inundando terrenos considerando niveles en la planicie de Ciudad Bolívar que corresponden a posiciones geomorfológicas

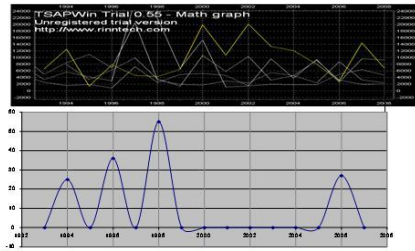
de cubeta o dique donde dominan bosques de Piranhea o Cordia y que en este caso se presentan como variable subrogada de intensidad de inundación en la sección aguas abajo (Figura 4a y 4b).

1a

1b

*Cordia tetrandra* (diques)  
Relación crecimiento – días de inundación  
caudales mayores de 1250 m<sup>3</sup>/seg

Fig. 18. Crecimiento y caudales diarios mayores de 1650 m<sup>3</sup>/s (Muestra 5)



*Piranhea trifoliata* (cubeta)  
Relación crecimiento – días de inundación  
caudales mayores de 1250 m<sup>3</sup>/seg

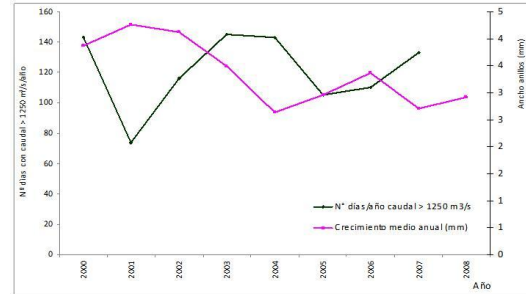


Figura 4. Ancho de anillos de crecimiento versus N. de días de inundación por año para caudales mayores de 1250 m<sup>3</sup>/seg (a- *Cordia tetrandra* especie clave de dique, b- *Piranhea trifoliata* especie clave de cubeta).

Puede observarse que el número de días con caudales mayores al límite de 1250 m<sup>3</sup>/seg son inversamente proporcionales al ancho de los anillos (variable subrogada de crecimiento radial del árbol) en *Piranhea trifoliata* y en el espectro de varias muestras de *Cordia tetrandra*, los años más secos se corresponden con los años de mayor crecimiento radial. Estos resultados preliminares señalan evidencias de que la inundación regula la dinámica de crecimiento de árboles de los bosques inundables y son importantes al evaluar las consecuencias de cambios climáticos o intensificación de los períodos niño y niña, así como los cambios debidos a uso de la tierra en la cuenca alta.

**La comunidad de aves en la época de aguas bajas y la importancia de los playones y la dinámica de sedimentos**

En general en el estudio de aves registraron 127 especies, agrupadas en 39 familias y 15 órdenes, la mayor cantidad de especies corresponde a la familia Tyrannidae (n 18), el gremio con más representación es el Insectívoro, seguido de los granívoros. La etapa más rica en diversidad fue la de Aguas Bajas con 102 especies. De los hábitat, el Bosque Ribereño fue el de mayor riqueza (73 especies en total), teniendo para Aguas bajas 43 especies, Subida de aguas 23 especies y Aguas altas 29 especies, luego los Arbustales (36 especies en total) con 17 especies en Aguas bajas, 19 especies en Subidas de Aguas y 22 especies en Aguas Altas. El hábitat Playón y Herbazales o matorrales, dado el nivel de las aguas se pierde para las etapas de Subida de aguas y Aguas altas. Los resultados totales de

especies en los distintos hábitats arrojaron que en el Bosque se observaron 73 especies, en Arbustales 36 especies, Matorrales 31 especies, Praderas de Macrófitas 29 especies, Playones o Bancos de Arenas 26 especies y los Juajuillales con 12 especies. Se registraron 16 especies migratorias (7 Australes y 9 Boreales) y 111 son residentes. Los resultados de nuevo resaltan a escala alfa (de hábitat) y beta (de paisaje) la importancia de los Bosques Ribereños para la diversidad de aves, ya que en el caso de las aves el pulso de inundación afecta a algunas especies que usan los playones, matorrales, arbustales y juajuillales disminuyendo la disponibilidad de nichos para la alimentación y /o reproducción, de esta manera la vegetación de áreas ribereñas se constituyen en hábitat de primordial importancia para las comunidades de aves residentes y migratorias, las cuales se podrían ver afectadas en el futuro por la pérdida de estos ecosistemas ribereños.

### **Las aves en aguas bajas y la importancia de los sedimentos transportados para los playeros**

Se totalizaron 315 registros de aves donde se identificaron ciento dos (n102) especies de aves distribuidas en quince (n15) órdenes y treinta y nueve (n39) familias, lo que representa el 39% de la avifauna reportada para el corredor ribereño (Leal 2007). Se registraron 2 especies de aves de hábitos nocturnos (*Glaucidium brasilianum* y *Otus choliba*) fuera de las horas de muestreo, que se incluyen en la composición taxonómica.

El orden más abundante fue Passeriformes (47 Sp.) seguido por Charadriiformes (11 Sp.), Falconiformes (9 Sp.), Ciconiformes y Columbiformes (6 Sp.), Cuculiformes y Piciformes (4 Sp.), Caprimulgiformes (3Sp.) Strigiformes, Anseriformes, Psittaciformes, Coraciiformes, Pelecaniformes, y Apodiformes (2 Sp.) y Opisthocomiformes (1 Sp.)

La familia con más representación fue la Tyrannidae con 17 Sp, seguida de Emberazidae con 9 Sp., Columbidae con 6 Sp., Ardeidae con 5 Sp., Accipitridae y Cuculidae con 4 Sp., Caprimulgidae, Cathartidae, Charadriidae, Furnariidae, Hirundinidae, Scolopacidae, Laridae, Troglodytidae y Vireonidae con 3 Sp., Alcedinidae, Falconidae, Formicariidae, Icteridae, Parulidae, Picidae, Psittacidae y Trochilidae con 2 Sp., y Anatidae, Anhimidae, Galbulidae, Jacanidae, Mimidae, Ophistocomidae, Phalacrocoracidae, Sylviidae, Anhimidae, Bucconidae, Burhinidae, Ciconidae y Dendrocolaptidae con 1 Sp.

Con relación al gremio trófico, los insectívoros con 36 Sp. (34,6%) resultaron los más abundantes, seguidos por omnívoros y animalívoros con 17 Sp.(16,34%), granívoros con 9 Sp. (8.6%), piscívoros con 8 Sp. (7,6%), frugívoros con 6 Sp. (5,6%), nectarívoros con 3 Sp.(2,8%), carroñeros con 2 Sp. (1,9%).y folívoros con 1 Sp. (0,9%). La estructura trófica de las comunidades de aves pueden estar influenciadas por la disponibilidad de frutos de las distintas especie de plantas presentes por realizarse este estudio en época de verano, ocasionando que la presencia y abundancia de las distintas especies

de aves frugívoras pueda variar estacionalmente, no así la población de aves insectívoras, cuya disponibilidad de recursos alimenticios es constante todo el año, de allí que el análisis de los Nichos, dio como resultados una relación estrecha entre Bajo, Medio y Suelo, tendiendo una diferencia poco marcada de Copa o dosel.

En el interior del bosque (soto-bosque), fue muy común observar aves de borde como *Myiozetetes cayennensis*, de copa *Cyclaris gujanensis*, de macrofitas *Fluvicola pica* y del estrato medio como *Todyrostrum cinereus*, hurgar desde la parte media hasta el suelo en busca de alimentos que lo constituía básicamente insectos.

En cuanto a los hábitat como era de esperarse el Bosque resultó el de mayor diversidad con 43 sp, (42,15 %) esto debido a la mayor cantidad de nichos y recursos alimenticios que ofrece, el alto número de especies podría deberse a que estos bosques rebalseros se distribuyen linealmente a lo largo de cursos de agua y son relativamente estrechos, lo que posiblemente provoque un elevado efecto de borde. Esto favorecería a especies de borde y generalistas (*Tyrannus melancholicus*, *Camphylorhynchus nuchalis*) así como diversas modificaciones en la discutidas abundancia y composición de la avifauna. Casenave et al. (1998).

Los Arbustales con 17 Sp.(16,34%) son hábitat de suma importancia, ya que por lo general están asociados a cuerpos de aguas permanentes, esto brinda recursos alimenticios y de abrigo en época de aguas bajas (verano). Los Matorrales con 5 Sp. (4,8%) compuestos en su mayoría por especies cuya fructificación se realiza en verano, sirve de asiento a especies frugívoras, granívoras y omnívoras....y el Juajuilal y Herbazal con 4 Sp.(3,8%) abriga especies por lo general insectívoras, especialistas en explotar nichos bajos y el suelo para su alimentación *Cercomacra nigricans*, *Knipolegus orenocensis* y reproducción como *Nyctiprogne leucopyga*.

Se observaron especies compartiendo más de un hábitat, así el Hormiguero Copetón *Sakesphorus canadiensis* pudo ser observado en el Bosque, Arbustal y Juajuilal y el Caricari *Caracara cheriway*, compartiendo los Hábitat Bosque y Playón, esto debido a la elasticidad dietaria que se observa en estas especies.

El hábitat que hemos encontrado clave para entender la importancia de las transferencias hidrosedimentarias relacionadas con el ciclo hidrológico en la comunidad de aves son los Bancos Aluviales Estiagénicos, en los cuales se reportan 22 Sp., (21,15 %) esto se debe sin duda a la disponibilidad de playas y bancos de arena que se exponen a su máxima expresión durante aguas bajas y que son utilizadas para su reproducción por especies residentes como *Charadrius collaris*, *Hoploxypterus cayanus*, *Rynchops niger*, *Phaetusa simplex* y *Sterna superciliaris* y para alimentación

por especies migratorias boreales (familia Scolopacidae) que en su migración de primavera utilizan el corredor como sitio de escala.

Para la fecha de la caracterización se detectaron seis (n6) especies en reproducción, cinco (n5) de ellas usan las barras de arenas y una (n1) usa el juajuilla, todas las especies que nidificaban usan el sustrato suelo para hacer sus nidos., los cuales consisten para el caso de los playones, donde se reproduce el orden de los Charadriiformes, familia Laridae en una simple concavidad en la arena, mientras que para los Caprimulgiformes, familia Caprimulgidae el nido es directamente en el suelo plano, camuflajeado con hojas de juajuilla.

La dinámica sedimentológica se relacionó con las nidadas encontradas en la fase reproductiva de aguas bajas en el paisaje de Las Galderas, la cual ha sido estudiada por 5 años consecutivos. La Figura 5 muestra como el número de nidadas por año se relaciona directamente con la concentración promedio de sedimentos en las aguas superficiales medidas aguas arriba en la estación ORE Orinoco en Ciudad Bolívar del Proyecto HYBAM cada 10 días entre los meses Enero a Marzo. Para la sequía del año 2010, los valores fueron mucho mas bajos que en todos los años anteriores, lo cual es significativo debido a que este corresponde a un período climático Niño. Las aguas superficiales son las que bañan las islas y el sedimento suspendido queda represado en la superficie de estas islas, las cuales constituyen un hábitat particularmente importante para las 26 especies de aves que usan las playas y bancos y particularmente para las aves migratorias.

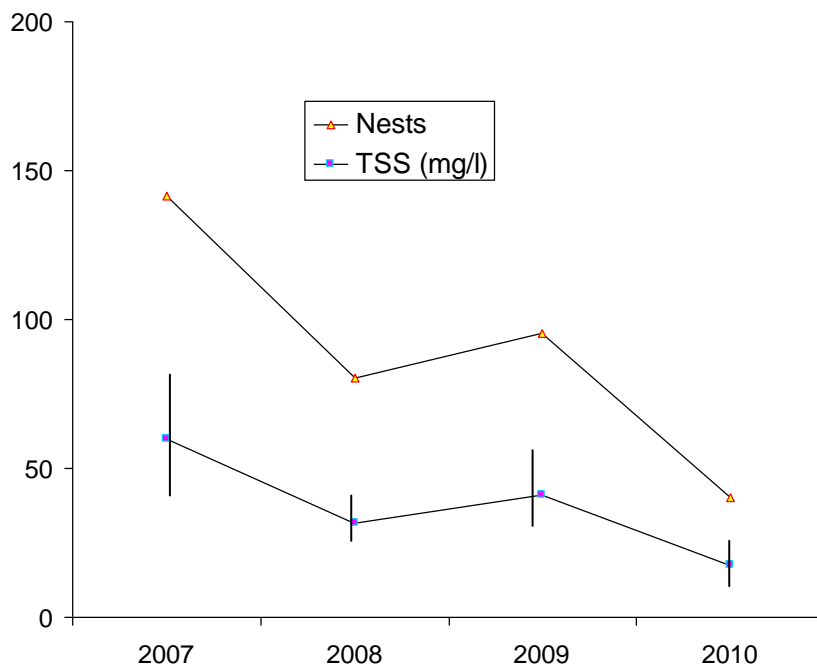


Figura 5. Relación entre el promedio de sedimentos y número de nidos en el paisaje Las Galderas.



## AGRADECIMIENTOS

Proyecto Corredor Orinoco UNEG. Ecos-Nord Transferencias Hidrosedimentarias. MCT Proyecto Universidades Emergentes, Fonacit Fortalecimiento CIEG, Fundacite Guayana Proyecto Restauración de bosques inundables, Grupo Ornitológico GIO.

## BIBLIOGRAFIA

Bastardo, A., H. Bastardo y J. Rosales. 2007. Diversidad funcional de las bacterias heterótrofas del bajo Río Orinoco, Venezuela. *Ecotropicos* 20 (1):15-23 2007.

Rodríguez, J. y J. Betancourt. 1999. Caracterización físico-química de una laguna de inundación del tramo Orinoco medio y su relación con la biomasa de la cobertura de bora (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). *Interciencia* 24: 243-250.

Blanco-Belmonte, L. (1990): Estudio de las comunidades de invertebrados asociados a las macrófitas acuáticas de tres lagunas de inundación de la sección baja del Río Orinoco, Venezuela. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle* 50:71-107.

Blanco-Belmonte, L., J.J. Neiff y A.S. Poi de Neiff . 1998. Invertebrate fauna associated with floating macrophytes in the floodplain lakes of the Orinoco (Venezuela) and Paraná (Argentina). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 2030-2034.

Dezseo, N., M. Worbes, I. Ishii & R. Herrera, 2003. Annual tree rings revealed by radiocarbon dating in seasonally flooded forest of the Mapiro River, a tributary of the lower Orinoco River, Venezuela. *Plant Ecology* 168: 165-175.

Díaz, W. 2009. Composición florística de las comunidades vegetales aledañas al tercer puente sobre el río Orinoco, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 43: 337–354.

Díaz, W. y J. Rosales. 2006. Análisis florístico y descripción de la vegetación inundable de várzeas orinoquenses en el bajo río Orinoco, Venezuela. *Act. Bot. Venez.* 29(1): 39-68.

González N., C. Lasso and J. Rosales. 2009. Stability and spatio-temporal structure in fish assemblages of two floodplain lagoons of the lower Orinoco River. *Neotropical Ichthyology* 7: 719-736.

Jørgensen, J., C. A. Lasso & L. Blanco-Belmonte. 2000. Fish biomass and density in macrophyte habitats in floodplain lagoons of the Orinoco Basin, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, (153): 35-49.

López, O. (2009). Fisiología y ecología de comunidades arbóreas en hábitats inundables. *Acta Biológica Panamensis* Vol.1, 68-86.

López, O.R. and Kursar, T.A. (2007). Interannual variation in rainfall, drought stress and seedling mortality may mediate monodominance in tropical flooded forests. *Oecología* 154: 35-43.

Naiman, R., H. Décamps & M. E. McClain. (2005). *Riparia. Ecology, conservation and management of streamside Communities*. Elsevier Academic Press. London, UK.

Mora, A., J. Alfonso, L Sanchez, M. Calzadilla, S. Silva, J. LaBrecque, and J. Azocar. 2009. Temporal variability of selected dissolved elements in the lower Orinoco River, Venezuela. *Hydrological Processes*. 23: 476–485.

Parolin P., C. Lucas, M. Piedade and F. Wittmann. 2010. Drought responses of flood-tolerant trees in Amazonian floodplains. *Annals of Botany* 105: 129-139.

Ponnamperuma, F. N. (1984). Effects of flooding on soils. In: *Flooding and plant growth*. T. T. Kozlowski (ed). Academic Press, San Francisco, California, USA. Pp 9–45.

Streng, D.R. et al. (1989). Woody seedlings dynamics in a east Texas floodplain forest. *Ecological Monographs*, 59: 177-204.

Rodriguez, M. y J. Rosales. 2008. Cobertura de la tierra, usos asociados y análisis de paisaje en el corredor ribereño bajo Orinoco. *Copérnico* 9:15-23.

Rosales, J., G. Petts & J. Salo. 1999. Riparian flooded forests of the Orinoco and Amazon basins: a comparative review. *Biodiversity and Conservation* 8: 551-586.

Rosales, J. (2.000). An ecohydrological approach for riparian forest biodiversity conservation in large tropical rivers. PhD Thesis, University of Birmingham, UK.

Rosales, J., G. Petts & C. Knab-Vispo. 2001. Ecological gradients in riparian forests of the lower Caura River, Venezuela. *Plant Ecol.* 152(1): 101-118.

Rosales, J. y colaboradores (2005). Corredor Orinoco. Vegetación y fitoambiente asociado en el corredor ribereño bajo Orinoco entre Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana. Tomos I, II y III. Informe técnico presentado a Fundacite Guayana. Ciudad Guayana, Estado Bolívar. UNEG/Bioguayana/Fundacite.

Rosales, J., M. Rodríguez y A. Narayán. 2007. El Corredor Ribereño del bajo río Orinoco, basamento hidrogeomorfológico y sedimentológico funcional. *COPÉRNICO* 7: 46-58.

Judith Rosales y otros

Enfoques. pp. 46-58

Rosales, J., Blanco-Belmonte, L. and Bradley, C. (2008) Hydrogeomorphological and Ecological Interactions in Tropical Floodplains: The Significance of Confluence Zones in the Orinoco Basin, Venezuela, in *Hydroecology and Ecohydrology: Past, Present and Future* (eds P. J. Wood, D. M. Hannah and J. P. Sadler), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.

Schöngart, J., W.J. Junk, M.T.F. Piedade, J.M. Ayres, A. Hüttermann & M. Worbes. 2004. Teleconnection between tree growth in the Amazonian Floodplains and the El Niño-Southern Oscillation Effect. *Global Change Biology* 10: 683-692.

Worbes, M., D. Klosa & S. Lewark. 1995. Density fluctuation in annual rings of tropical timbers from central Amazonian inundation forests. *Holz Als Roh-und Werkstoff* 53: 63-67.