

# **RESUMEN EJECUTIVO INFORME FINAL**

## **VEGETACIÓN Y FITOAMBIENTE ASOCIADO EN EL CORREDOR RIBEREÑO BAJO ORINOCO ENTRE CIUDAD BOLIVAR Y CIUDAD GUAYANA**

**Judith Rosales**

Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayana  
UNEG

Financiado por Fundacite-Guayana y la UNEG

Participaron en este proyecto como investigadores asociados, actividades de investigación, procesamiento de datos, apoyo al análisis de laboratorio o tutores de tesis de maestría:

Aracelis Narayán, Asmine Bastardo, Carlos Lasso, Elizabeth Olivares, Héctor Bastardo, Hernán Castellanos, Janeth Rueda, Ligia Blanco Luis Daubetterre, Luisa Heredia, Luzmila Sánchez, Maria Isabel Blanco, Marianela Bermúdez, Militza Rodríguez, Minerva Gonzalez, Nay Valero, Nirson Gonzales, Oleida Lista, Oly Angulo, Rafael Blanca, Rosauro Navarro, Sara Leal, Oscar Acosta, Wilmer Diaz.

Asistente de SIG: Militza Rodríguez

Asistentes técnicos: Sara Leal, Aracelis Narayán, Aleida Subero

Apoyo logístico: Jesús Pérez (Capitán de la Campsiandra), Dorina Salmerón (Cocinera), Lisandro García, Abelardo Mendoza (lancheros de apoyo)

Construcción de la lancha Campsiandra y asesoramiento en actividades fluviales Iginio Guevara de GEASA

Baquianos: Yoel Medina, Diego Guarisma, Rainer Medina, Raúl Medina, Pedro Zambrano, Freddy Aranguren, José Prieto, Yoel Guevara, Diego Lara, Rosalino Lugo, Lorenzo Vargas, Ramón Mariño, Jorge Antoima, José Luis Carvajal, José Ramón Guzmán, Miguel Medina, Carlos Irviz

Apoyo de las comunidades en la logística de campo: Leonidas Martínez de El Almacén, Familia Medina de Las Galderas, Familia Antoima y Familia Aranguren de Los Castillos

Instituciones académicas participantes: UNEG, Fundación La Salle, Jardín Botánico del Orinoco, Unexpo, Fudecotur, IVIC. Especialmente en Fundacite-Guayana Erwin Vásquez, Nay Valero y el Sr. Oscar. En la UNEG, la Dra. Lucy Núñez, Sra. Marisol Flores, Sr. Boada y Sr. Aparicio. Otras instituciones que apoyaron el proyecto: Club Náutico Caroní, Club Náutico de Ciudad Bolívar, CVG-Gosh, CVG-EDELCA, Guardia Nacional Core 8, Comando Fluvial 912

## INTRODUCCIÓN

Las zonas ribereñas son áreas excepcionales por sus características, funciones ecológicas y por los importantes servicios que brinda al hombre (Naiman y Décamps, 1997). Rosales (2000), las define como aquellas que están adyacentes a canales de ríos y que están influenciadas por fluctuaciones anuales en el nivel del agua y en la humedad del suelo.

Estas zonas son además ricas en diversidad biológica (Allan, and Fletcher, 1993; Naiman et al, 1993; Rosales, 1999, 2000) producto de un régimen de perturbación natural que opera en un amplio rango espacial y temporal (crecidas, canales, restos de madera y otros) y la habilidad del sistema biótico para adaptarse a dichos cambios (Naiman et al, 1993). Aparte de su importancia utilitaria, los corredores ribereños se reconocen como refugios para mantener la riqueza de especies y forman continuos longitudinales de parches de hábitat que facilitan la dispersión de las mismas (Meave et al 1991, Meave y Kellman 1994, Johansson et el al. 1996, Naiman y DeCamps 1990, Boon et al.1992, Petts y Amoros 1996 y las referencias citadas por ellos). Además, los corredores ribereños proporcionan servicios ecológicos importantes que pueden ayudar a atenuar consecuencias para la calidad del ambiente humano, y la dinámica hidrológica, biológica y química del corredor puede alternativamente ser útil al definir indicadores de impactos en las cuencas (Davis et el al. 1997, Léveque 1997, INPE 1999).

Los hábitats que albergan la biodiversidad y la vida silvestre de las zonas ribereñas están fuertemente amenazados por múltiples razones: Las poblaciones humanas tradicionalmente se han localizado a lo largo de los cursos de agua para su uso y consumo; los ríos constituyen vías de transporte y eliminación de desechos; los recursos pesqueros son explotados de manera intensiva; la caza indiscriminada, la introducción de especies exóticas; la construcción de hidroeléctricas, diques y canales; la degradación y conversión de la vegetación terrestre adyacente a causa de cambios en los usos de la tierra; la contaminación mediante el vertido de aguas residuales urbanas e industriales, agroquímicos, envenenamiento deliberado y la actividad minera (Petts, 1997). La alteración de los hábitats por cambios en los usos de la tierra puede traer como resultado su fragmentación o pérdida, lo cual afecta directamente la diversidad biológica (Pearson et al, 1999).

Según Lewis et al (1990), una de las áreas a nivel global que mantienen ecosistemas mas o menos naturales es la cuenca del río Orinoco. Esto favorece el estudio preciso de la heterogeneidad espacio-temporal del paisaje ribereño con poca alteración, que, según Ward et al (2002), es crucial para entender holísticamente las funciones y estructura de los ecosistemas de ríos y fundamental para la conservación y restauración.

El Orinoco es el tercer río en el mundo de acuerdo a su descarga (36.000 m<sup>3</sup>/s, Weibezahn 1990) con una cuenca de 1,110,000 km<sup>2</sup> compartida entre Venezuela y Colombia. Su planicie de inundación a lo largo del canal principal tiene aproximadamente 7.000 km<sup>2</sup>, de los cuales 80% aproximadamente está cubierto por bosque macrotérmico de tierras bajas (Hamilton y Lewis 1990, Huber y Alarcón, 1988). El curso entero del río no está represado (aunque ha ocurrido una regulación substancial en ciertos tributarios y el caño Mánamo en su delta).

La cuenca del Orinoco ha sido identificada como clave para la conservación de la biodiversidad por diversas iniciativas tanto nacionales como internacionales: Proyecto Ecosistema Orinoco - PECOR (Universidad Simón Bolívar, Universidad de Colorado, Petróleos de Venezuela, Ministerio del Ambiente), Subcomisión de Limnología del Orinoco (FUNDACITE-Guayana, Fundación La Salle de Ciencias

Naturales - Programa de Limnología del Orinoco), Estrategia de la Biodiversidad de Venezuela (Ministerio del Ambiente), Inventario de Humedales de Importancia de Venezuela (IUCN Latino América - Venezuela), Programa de Biodiversidad de la Región Guayana - Bioguayana (FUNDACITE-Guayana, Universidad de Guayana), Simposio Grandes Ríos (Fundación La Salle de Ciencias Naturales), Taller sobre la Conservación de la Biodiversidad de Humedales de Aguas Dulces en América latina y el Caribe (WWF). Estas iniciativas dieron lugar a varias publicaciones que resumen el conocimiento científico del Orinoco (Weibezahn et al. 1990, Colonnello 1990, Vásquez et al. 1990, Vásquez y Wilbert 1992) y acentúan la importancia de su conservación y manejo sostenible. Sin embargo, aún en gran parte se carece de los datos científicos necesarios para alcanzar esta meta en el mismo corredor ribereño que sirve de asiento para la mayor población de la Región Guayana y particularmente para el Estado Bolívar.

El corredor ribereño bajo Orinoco se define como un "paisaje ribereño funcional que incluye el canal principal del río Orinoco y sus "alrededores". Desde el punto de vista biológico e hidrológico, se considera que los "alrededores" incluyen la planicie de inundación presente y la antigua de fechado Pleistoceno-Holoceno, más las áreas donde las aguas subterráneas y/o superficiales son influenciadas por el pulso de inundación del canal principal del Orinoco. Sociológicamente, el corredor incluye aquellas áreas bajo uso habitacional, industrial, agrícola o pecuario, las cuales influyen o son influenciadas directamente por el corredor biológico e hidrológico".

El corredor ribereño bajo Orinoco está localizado entre los 8°05' y 8°33' de latitud y 63°40' y 64°40' de longitud, forma parte de los estados Bolívar, Anzoátegui, Monagas y Delta Amacuro, con una superficie de 71.988 Km<sup>2</sup>. Longitudinalmente se extiende desde las cercanías del poblado El Almacén hasta la iniciación de las ramificaciones deltaicas cercano a la población Los Castillos de Guayana.

El corredor del Orinoco ha sido un foco para viajes y expediciones, así como para el establecimiento de pueblos. La belleza escénica del corredor es mencionada por los expedicionarios por lo que tiene un valor turístico importante.

Sin embargo, muchas de las actividades humanas en los centros poblados localizados a lo largo del corredor se han asociado a la alteración del corredor. Algunas de las ciudades más grandes al sur de Venezuela están situadas a lo largo del Orinoco (como Ciudad Guayana y Ciudad Bolívar con más o menos 1.500.000 habitantes) y ello ha contribuido a generar focos de contaminación orgánica e industrial cuyos efectos ecológicos aún no están completamente evaluados (Sánchez 1990). Asimismo, el incremento poblacional ha inducido un incremento en la caza, pesca y agricultura en los rebales con la finalidad de alimentar a las poblaciones de la región o para su comercialización. Las pesquerías incontroladas han reducido las poblaciones de varias especies animales (Novoa 1982), y la agricultura ha alterado la vegetación del corredor, los patrones de erosión fluvial y ha conducido a la contaminación agroquímica (FUNDAMBIENTE 1998).

El bajo Orinoco es además muy importante como canal de navegación; lo cual ha fundamentado una estrategia de desarrollo nacional, y la definición del Proyecto Orinoco-Apure (PROA). Este proyecto, revitalizado como uno de los ejes de desarrollo más importantes del país, tiene como objetivo principal, la habilitación de un eje de navegación a lo largo de los ríos Orinoco-Apure y Arauca-Portuguesa, así como la definición de proyectos de inversión e infraestructura en su área de influencia. Para ello es necesario el dragado extensivo del canal con el fin de permitir el acceso a naves de gran calado hasta poblados aguas arriba como San Fernando de Apure (Nippon Koie et al. 1993).

Por otra parte, debido a que la cuenca del Orinoco es rica en depósitos de metales y en petróleo, las industrias unidas a su extracción, transporte, y transformación aguas abajo, generan impactos tanto en tributarios del Orinoco como directamente en el corredor, los cuales aún están incompletamente evaluados. La presencia del hierro y la bauxita, la producción de pellas y briquetas, la industria del aluminio, ha conducido al desarrollo industrial intensivo que forma una de las espaldas dorsales económicas del Estado Bolívar y es potencialmente la segunda fuente de divisas de la nación. La industrialización es especialmente intensa en el área de Ciudad Guayana, donde las industrias han establecido muelles de cargamento y las áreas de procesamiento, incluyendo los depósitos de lodos rojos en la planicie de inundación del Orinoco. La intensidad de la actividad de la extracción del petróleo (y el desarrollo ligado a esta actividad), la producción de Orimulsion y toda la actividad asociada afecta una franja de 450 kilómetros a lo largo del norte del Orinoco (MARNR 1982, Negrón 1987).

Finalmente, el Río Caroní ha sido utilizado para hidroelectricidad. La presa Raúl Leoni y los otros complejos hidroeléctricos en el Caroní que generan casi el 70% de la energía eléctrica de Venezuela han cambiado los patrones hidrológicos y de entrada de sedimentos al Orinoco. Adicionalmente, gran parte de los desechos urbanos e industriales de Ciudad Guayana son vertidos al Orinoco o sus afluentes.

Dada la importancia central del Orinoco en la planificación del desarrollo de Venezuela, la conservación y manejo adecuados del corredor ribereño, particularmente el Bajo Orinoco entre Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana serán fundamentales en disminuir los focos de problemas de salud pública y en sostener las poblaciones de peces que constituyen parte de la dieta de las poblaciones humanas. Por otra parte, la promoción de actividades turísticas a lo largo del corredor será potencialmente más probable dentro de las áreas de influencia de Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana, por lo que el análisis del estado de salud del corredor y las potencialidades de restaurar los ecosistemas ribereños degradados, contribuirán a incrementar el potencial uso de esta actividad socio-económica que puede constituirse en otro pilar de desarrollo de la región y del país. Con la finalidad de incorporar el valor de la conservación en el diálogo con los actores sociales que influyen o son influenciados por el corredor, son necesarios los datos básicos sobre patrones de biodiversidad y la asociación con los factores ambientales y de uso del espacio. Estos resultados se unirían entonces a otros estudios limnológicos que servirían de línea base para que se conozcan las consecuencias ambientales de las actividades actuales o potenciales sobre el corredor ribereño y el ecosistema acuático. Asimismo para proponer proyectos interdisciplinarios considerando la participación de la Universidad Experimental de Guayana con Centros de Investigación regional, comunidades, empresas y organismos públicos sobre problemas específicos en los sectores más afectados que permitan disminuir los impactos y restaurar los sistemas dañados.

De allí que este proyecto se planteó las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los recursos y las funciones de la biodiversidad de los bosques de la planicie de inundación del bajo Orinoco?
- ¿Existen evidencias de degradación de los ecosistemas ribereños del Río Orinoco que puedan estar alterando la funcionalidad ecosistémica y el valor global del Orinoco como una de las cuencas de mayor prístinidad y conservación de sus recursos hídricos?
- ¿Cuáles son los valores de los ecosistemas ribereños del Orinoco para las comunidades locales asentadas a lo largo del río?

- ¿Cuál es el grado de responsabilidad que tienen las poblaciones asentadas a lo largo del río con relación a la importancia de la conservación del ecosistema ribereño y su influencia en el deterioro del Orinoco?
- ¿Existen posibilidades de participación de las comunidades locales en la conservación de los ecosistemas ribereños del río Orinoco?

Con el fin de responder estas preguntas de investigación, el proyecto se enfocó en el tramo de mayor historia de ocupación del bajo Orinoco, donde se encuentra asentada la mayor densidad poblacional urbana y la actividad industrial, estructurándose alrededor del estudio de la vegetación ribereña y su fitoambiente asociado, entendido éste como el conjunto de variables físicas, biológicas y humanas que afectan o son afectadas por la vegetación. El Proyecto se planteó entonces como objetivo general: Estudiar algunas características bióticas y abióticas del corredor ribereño del Bajo Orinoco entre Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana con la finalidad de producir una base científica para la conservación y manejo de la diversidad vegetal y las funciones de los ecosistemas ecotonales de este paisaje ribereño.

Los objetivos específicos fueron:

- Analizar espacialmente algunas características bióticas (flora, formaciones y comunidades vegetales, aves) y abióticas asociadas (hidrología, suelos, físico-química de aguas y sedimentos) del Corredor Ribereño entre Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana según un enfoque jerárquico para identificar los distintos paisajes, sectores y unidades funcionales que constituyen el Corredor.
- Evaluar los impactos ambientales espacialmente más significativos a lo largo del corredor entre Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana e identificar necesidades de restauración ecológica.
- Detectar las particularidades socioeconómicas entre los grupos de poblaciones humanas asentados a lo largo del corredor a fin de diseñar estrategias audiovisuales y computacionales particulares que permitan mostrar a la comunidad (pobladores urbanos y rurales, empresas, organismos públicos) los impactos, las amenazas, los valores del corredor en relación a potenciales usos sustentables y la importancia de su restauración y manejo adecuado a fin de potenciar usos alternativos (como por ejemplo el ecoturismo).
- Diseñar un programa de información a través de la web y otros medios, para la educación y transmisión de información a las comunidades sobre las potencialidades y amenazas del corredor ribereño.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se utilizó el enfoque ecohidrológico jerárquico de hidrosistemas fluviales (Petts y Amoros 1996), probado en el río Caura por Rosales (2000). Bajo este enfoque, los hidrosistemas fluviales reflejan la interacción de procesos hidrológicos, geomorfológicos y biológicos sobre dimensiones temporales y espaciales. Los hidrosistemas fluviales son caracterizados por una disposición espacial de hábitats acuáticos y ecotonales, cuya continua dinámica es el resultado de perturbaciones alogénicas y autogénicas y sucesiones bióticas. En síntesis, el enfoque de hidrosistemas fluviales visualiza las características ecológicas de cualquier sitio en un río como (a) parte del sistema de la cuenca de drenaje, modificado por (b) la herencia histórica de los cambios ambientales que pudo haber afectado la cuenca o haber sido específica a sectores identificables y (c) determinado no solamente por flujos longitudinales sino también por intercambios laterales y verticales entre el canal y su planicie de

inundación. (Petts y Bravard 1996). Esta visión de los ríos es compatible con el concepto de River Continuum (Vannote et al. el 1980) que enfatiza las influencias de gradientes longitudinales en la ecología del río, pero incluye una hipótesis de gran trascendencia para grandes ríos como el Orinoco como es la Hipótesis del Pulso de Inundación (Junk et al. 1989), la cual destaca la importancia de la conexión estacional y predecible canal-planicie de inundación. Asimismo permite la inclusión de análisis de conectividad, parches, ecotonos, sucesión y dinámica de perturbaciones a lo largo de la red de drenaje.

Debido a su estructura jerárquica y holística, y a la inclusión explícita de la dinámica física de los parámetros, el enfoque de hidrosistemas fluviales es apropiado para el manejo y la conservación; los sectores y paisajes funcionales son unidades de manejo útiles y pragmáticas (Petts y Amoros 1996; Rosales 2000), y el entendimiento de la influencia de la dinámica histórica del río puede permitir predicciones realistas sobre las consecuencias de diferentes opciones de manejo. Cada comunidad puede así estar ligada a los posibles factores que influyen en una red de escalas espaciales y temporales.

Para el análisis de la información del territorio y los componentes espaciales del ecosistema se construyó un Sistema de Información Geográfico (SIG) compuesto por información gráfica y alfanumérica (bases de datos) integradas, y Modelos Espaciales. El Sistema de Información Geográfico del Corredor Ribereño se diseñó incorporando las variaciones espaciales de las características bióticas (flora, formaciones y comunidades vegetales, comunidades de peces en lagunas, aves, invertebrados, bacterias), abióticas (hidrología, suelos, sedimentos, aguas) y socio-económicas (centros poblados rurales y urbanos, tamaños poblacionales, usos del espacio) del Corredor Ribereño.

A través de la participación de estudiantes de maestría e investigadores asociados, el proyecto se transformó en un programa multidisciplinario que permitió la optimización de los recursos otorgados por Fundacite y la UNEG, estableciéndose como base de la firma de un convenio entre Fundación La Salle, Fundacite Guayana y la UNEG, Subprograma Orinoco de BioGuayana.

### **Definición de las unidades de estudio**

Se analizó la información de las series hidrológicas de la estación de Ciudad Bolívar desde el año 1923 y se establecieron los hidroperíodos en los cuales se realizaría el trabajo. Se recopilaron y analizaron seis imágenes Landsat TM, tomadas en época de aguas altas y aguas bajas en los años 1999, 2000 y 2002, integrándolas en el SIG con la información cartográfica base oficial en formato digital (red hidrográfica, altimetría, vialidad y centros poblados) a escala 1:100.000.

Luego del análisis espacial del corredor mediante las imágenes, se definieron las unidades mayores o paisajes y sectores funcionales que diferenciarían el corredor a la escala de trabajo, considerando los patrones laterales del canal y su planicie y el tipo socioeconómico dominante de las poblaciones humanas asentadas a su alrededor.

### **Trabajo de campo**

#### *Análisis longitudinal*

En Mayo del 2003 se realizó la primera salida de campo del proyecto, se describieron y tomaron muestras de suelos de las unidades funcionales asociadas a cada uno de los paisajes y sectores funcionales, georeferenciando todas las observaciones y puntos de muestreo.

Se hizo un muestreo longitudinal de las especies de plantas encontradas en fase de floración y fructificación, colectando todos los especímenes, los cuales fueron luego preservados en alcohol y llevados al Herbario Regional de Guayana para su análisis y posterior identificación botánica.

Se realizó un muestreo longitudinal de las aguas en ambos márgenes del río, aguas arriba y aguas debajo de los principales centros poblados a 100 m del borde del canal y 50 cm de profundidad (utilizando el equipo multiparámetros HidroLab) y un muestreo de los sedimentos en los márgenes del río utilizando una draga Eckman, las cuales fueron luego enviadas al laboratorio HidroLab para el análisis de organoclorados y metales. Igualmente se realizó un inventario preliminar de peces en lagunas correspondientes a paisajes rurales poco impactados. En los aspectos poblacionales, se realizaron 90 encuestas a los pobladores localizados a 100 m o menos del máximo nivel de aguas (45 a mujeres y 45 a hombres entre 30 y 60 años de edad). Se realizaron entrevistas estructuradas a pobladores urbanos y rurales de las localidades.

#### *Análisis longitudinal-temporal*

Siguiendo la dinámica del hidrograma estudiado para la estación hidrológica de Ciudad Bolívar, en Agosto y Octubre del 2003 y en Marzo y Junio del 2004 se realizaron las salidas para los análisis temporales en un número previamente seleccionado de sitios de muestreo de aguas altas, bajada de aguas, aguas bajas y subida de aguas. Se repitieron dos salidas en Agosto y Octubre del 2004 para algunos parámetros de aguas correspondientes a aguas altas y bajada de aguas de ese mismo año.

En estos muestreos se continuó el seguimiento del inventario florístico y en aguas bajas se hizo el muestreo de los bosques asociados a la planicie de inundación, realizando 6 parcelas por paisaje funcional para un total de 30 parcelas en tres hectáreas. En cada una de estas parcelas se realizó un muestreo de suelos. Se hizo un inventario en aguas altas de las plantas acuáticas en 10 parcelas de 1 m<sup>2</sup> por cada paisaje funcional. Las especies dominantes fueron colectadas en la temporada de bajada de aguas del 2003 en ambos márgenes frente a las empresas de aluminio de la zona industrial para un análisis de metales en hojas y raíces, teniendo como control muestras tomadas aguas arriba de la zona industrial y en el Caroní.

Para cartografiar la cobertura de la tierra se realizó el procesamiento, interpretación y análisis de los datos obtenidos de imágenes de satélite Landsat TM adquiridas para dos estaciones del año: aguas altas y aguas bajas. Para identificar áreas de entrenamiento en el proceso de clasificación supervisada de los datos de las imágenes, se realizaron chequeos de campo y se identificaron los tipos de cobertura presentes según el sistema de clasificación propuesto y ajustado al área de estudio. A partir de los mapas de cobertura se realizó un análisis de la estructura del paisaje para dos paisajes funcionales: Ciudad Guayana y Las Galderas.

En relación a la fauna, se realizó el muestreo temporal de aves en un grupo representativo de unidades funcionales de cada paisaje funcional. La toma de muestras de registros de aves fue realizada mediante la observación visual, auditiva y geográfica utilizando el método de recuento en punto cada 10 minutos. Las especies fueron identificadas directamente en campo utilizando las guías de Phelps y De Schauensee (1979) y Hilty (2003). Se inventarió la estructura y diversidad de peces en unidades de cubetas o lagunas que se conectan al canal principal del Orinoco en aguas altas y que están o no impactadas por la actividad industrial de aluminio de Ciudad Guayana. Los especímenes fueron preservados en formol y analizados luego en los laboratorios de Fundación la Salle. En estas mismas lagunas se realizó un estudio de los sedimentos y las aguas en los cuatro períodos del ciclo hidrológico, los cuales fueron analizados en

los laboratorios de la Fundación La Salle. Las bacterias coliformes totales y fecales, así como la cantidad de mesófilos fueron estudiadas en un paisaje patrón de las márgenes derecha e izquierda aguas arriba de los principales centros urbanos, uno frente al centro industrial y uno aguas abajo de los centros urbanos e industriales. En estos mismos sitios se realizó un muestreo en aguas altas de los invertebrados asociados a los sedimentos de las márgenes y se analizó la relación entre metales y diversidad de los grupos de invertebrados.

Se realizó un análisis geográfico del paisaje durante las cuatro fases hidrológicas del río, a fin de identificar los valores escénicos atractivos naturales y culturales con potencial turístico, se realizó una base de datos de fotografías y videos, la cual es manejada en una geodatabase vinculada al Sistema de Información Geográfico. Se diseñó y publicó una página web, la cual ha servido de medio interactivo con la comunidad desde el inicio del proyecto.

Limitaciones del estudio: no pudo realizarse la topografía y el estudio hidrológico detallado de las diferentes unidades funcionales por no disponer de los equipos de medición topográfica y batimétrica.

## **RESULTADOS**

Los resultados detallados de los diferentes estudios se presentan en los diferentes capítulos del presente informe (CD anexo), los cuales serán publicados o han sido enviados para su publicación en revistas arbitradas. Gran parte de los mismos han sido presentados en congresos o reuniones científicas y divulgados por la prensa y radio regional (se anexan los resúmenes). Es importante mencionar que el proyecto ha contribuido a la formación de 10 tesis de maestría, 3 tesis de licenciatura y 1 tesis en Técnico Superior de Turismo.

El CD anexo contiene el SIG del corredor ribereño con información básica para la ordenación, conservación y manejo sustentable de las actividades económicas básicas de pesquerías y agricultura y la propuesta de una actividad turística fluvial. También los archivos pdf del presente informe y los capítulos anexos, las propuestas de proyectos de desarrollo rural sostenible, una muestra fotográfica de la flora, fauna, paisajes, uso de la tierra, población en sus actividades e impactos observados a lo largo del río, igualmente una película digital con diferentes tomas realizadas en las diferentes salidas de campo del corredor.

**Bastardo, A., Bastardo, H. y J. Rosales. 2004.** Calidad bacteriológica de las aguas del bajo Río Orinoco. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Blanca, Manrique, R. 2004.** Poblamiento del bajo Río Orinoco. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Blanco-Belmonte y J. Rosales. 2004.** Muestreo exploratorio de comunidad de invertebrados bentónicos y algunas relaciones con las características de sedimentos superficiales en las márgenes del Bajo Río Orinoco. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Blanco Quintero M. I., S. Leal y M. Bermúdez 2004.** La estacionalidad del corredor ribereño del bajo Orinoco como elemento potencial en la oferta ecoturística de Guayana. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Deubetterre, L. 2004.** La construcción discursiva del río: un estudio psicosocial sobre creencias y sentido común en comunidades ribereñas rurales y urbanas del Orinoco. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Díaz, W. y J. Rosales. 2004.** Análisis florístico y descripción de la vegetación inundable de várzeas orinoquenses en el corredor ribereño del bajo Orinoco. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**González, N., C. Lasso y J. Rosales. 2004.** Comunidades de peces durante bajada de aguas y aguas bajas en tres lagunas de la margen derecha del Río Orinoco (Los Cardonales y Caribe en zona industrial y Las Arhuacas aguas arriba de zona industrial). Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Leal, S., Castellanos, H., Navarro, R. y J. Rosales. 2004.** Variación espacio-temporal de la estructura y composición de la avifauna del corredor ribereño del Bajo Orinoco. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Narayán, A., El. Olivares, L. Sánchez y J. Rosales 2004.** Resultados preliminares de parámetros básicos de la físico-química de aguas, sedimentos y plantas en tres lagunas de la margen ribereña del Orinoco (Los Cardonales y Caribe en zona industrial y Las Arhuacas aguas arriba de la zona industrial). Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Olivares, E., E. Peña, Narayán, A. y J. Rosales. 2004.** Muestreo preliminar de posibles biomonitoras de metales en sitios aledaños a la industria del aluminio y hierro en el Río Orinoco. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Rodríguez, M. y J. Rosales. 2004.** Cobertura de la tierra, usos asociados y análisis del paisaje en el corredor ribereño bajo Orinoco. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

**Rosales, J. M. Rodríguez y A. Narayan. 2004.** El corredor ribereño del bajo río Orinoco, basamento hidrogeomorfológico y sedimentológico funcional. Informe Técnico del Proyecto Corredor Orinoco. SubPrograma Orinoco de BioGuayana. Fundacite Guayana – UNEG. Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.

El informe estará disponible en la página web: <http://orinoco.uneg.s5.com>, la cual ha servido de vínculo entre el proyecto y la comunidad desde el 20 de Mayo del 2003 y para la fecha de elaboración del presente informe técnico ha sido visualizada por 6669 usuarios (63,8% venezolanos, 14,4 % de otros países del continente americano, 5,9% del continente europeo y 10,8% desconocido). También en un nuevo portal de la UNEG <http://www.orinoco.uneg.edu.ve>).

Toda esta información ya está sirviendo de base para el proyecto de educación ambiental del corredor que adelanta la Lic. Nay Valero conjuntamente con los profesionales que generaron la información para el proyecto (anexo en CD). Con ello se pretende iniciar una segunda fase del programa dirigido al fortalecimiento de las comunidades ribereñas en una serie de actividades productivas que contribuyan al desarrollo socio económico de las comunidades y que estén asociadas a la potencialidad del espacio físico-natural que los resultados de este proyecto ha demostrado que existe en estos paisajes ribereños, promoviendo a su vez la conservación de la integridad

ecológica del Orinoco. El epicentro del mismo es un proyecto de ecoturismo fluvial, el cual se desarrollaría con participación comunitaria, paralelamente a proyectos conexos como piscicultura, manejo de pesquerías, infraestructuras anfibias, rescate de valores culturales y desarrollo de las artesanías locales, viveros comunitarios y restauración de los humedales.

Igualmente la segunda fase incluirá el estudio de funcionalidad ecosistémica dirigido a evaluar con detalle los aspectos más destacados que se revelan en el presente estudio preliminar. Ello incorpora: entre otros estudios, (1) biodisponibilidad y bioacumulación de metales a lo largo de las tramas tróficas desde Ciudad Guayana hasta el Delta del Orinoco, (2) importancia de la disponibilidad de recursos del corredor para las aves migratorias, (3) crecimiento de árboles de bosque en diferentes etapas sucesionales, (4) modelos hidrodinámicos y de geomorfología fluvial en relación con la sucesión.

### **Síntesis de los resultados más relevantes para la gestión de los organismos públicos y privados y la sociedad civil organizada**

La definición de paisaje funcional se centró en las diferencias geomorfológicas unidas a la intensidad y tipo de uso del espacio en el contexto de análisis de la biocomplejidad, donde interactúan el sistema físico-natural y el sistema socio-económico y cultural de poblaciones humanas asentadas a lo largo del corredor. De esta manera se identificaron cinco grandes paisajes funcionales:

- Paisaje funcional El Almacén, característico del sector E de Hamilton y Lewis op. Cit., cuyo centro es la población rural de El Almacén, importante desde la llegada de los españoles como centro de almacenamiento de armas durante la colonia.
- Paisaje funcional Ciudad Bolívar, característico del sector F de Hamilton y Lewis op. Cit. Op. Cit., cuyo centro es la población urbana de Ciudad Bolívar, llamada durante la colonia Angostura del Orinoco.
- Paisaje funcional Las Galderas, característico del sector F de Hamilton y Lewis, cuyo centro es la población rural de Las Galderas e incluye la laguna de mayor superficie en todo el tramo, Laguna de Mamo, estudiada por Colonello.
- Paisaje funcional Ciudad Guayana, incluye el final del sector F y el comienzo del sector G de Hamilton y Lewis op. Cit. Op.cit., cuyo centro es la población urbana de Ciudad Guayana (San Félix y Puerto Ordaz e incluye la zona industrial de Matanzas). A pesar de existir diferencias aguas abajo del Caroní, lo cual separaría San Félix, la definición de este como un solo paisaje se fundamentó en el alto intercambio poblacional generado por factores laborales.
- Paisaje funcional Los Castillos de Guayana, característico del sector G de Hamilton y Lewis op. Cit., cuyo centro es la población rural de Los Castillos, antigua Santo Tomé de Guayana y primera capital de Guayana.

El espacio del corredor ribereño presenta una alta diversidad espacial, que unida a la dinámica temporal le confiere una gran oportunidad para la conservación y manejo sustentable de la conectividad de las unidades funcionales. Existe una compleja red de relaciones ecohidrológicas espacio temporales que actúan como reguladores de relaciones bióticas, socio-culturales y socio-económicas reflejando la Biocomplejidad del sistema ribereño.

## **El medio físico**

### *Geomorfología y suelos*

El patrón geomorfológico actual está determinado por el confinamiento del Orinoco al borde del basamento del Escudo de Guayana a lo largo de una falla estructural. En el tramo estudiado, el desarrollo de la planicie de inundación presenta una alta estabilidad y su patrón lateral parece reflejar la combinación de una época geológica de altas precipitaciones y caudales unida a un evento de levantamiento regional que permitió el socavamiento vertical del cauce y la construcción de la planicie de inundación actual holocénica sobre los restos de la antigua planicie del Paleo Orinoco.

Se identifican tres grandes tipos de patrones de canal actual: (1) recto sin islas, (2) sinuoso anastomosado con mediano desarrollo de complejos de islas (antiguos complejos de orillar) y complejos de cubetas, y bajo desarrollo de canales laterales y (3) sinuoso anastomosado con islas aisladas (de formación reciente), bajo desarrollo de cubetas, y muy bajo desarrollo de canales laterales. En relación a las unidades funcionales se identificaron Complejos de Orillar, Islas aluviales, Barras arenosas laterales, Barras arenosas centrales, Dunas eólicas, Afloramientos rocosos, Diques o Albardones, Napas de explayamiento, Cubetas de desborde, Abanico, Canales conectores. Estas unidades pueden diferenciarse fácilmente por la textura de los suelos, las cuales son arenosas en las barras fluviales, francas en los diques, franco limosas en las napas, arcillo-limosas y arcillosas en las cubetas.

### *Química de aguas y sedimentos*

Los estudios longitudinales tomados en aguas altas y aguas bajas en las variables pH y conductividad en ambas márgenes del río indican valores de pH que oscilan entre 6,5 y 7,0 en aguas altas y son más altos en la margen izquierda en comparación con la margen derecha. Igualmente los valores de conductividad siguen una tendencia similar con valores entre 20 y 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo significativamente más altos en la margen izquierda, a excepción de Ciudad Guayana aguas arriba del Caroní, donde los valores entre las márgenes derecha e izquierda se igualan. Aguas abajo del Caroní, la conductividad en la margen derecha disminuye abruptamente hacia los puntos localizados al final del corredor estudiado. Las diferencias en ambas márgenes indican la baja mezcla de los ríos Guayaneses, particularmente del Río Aro y Río Caura, que son secuencialmente los mayores tributarios que descargan aguas arriba del corredor estudiado, diferencia que se intensifica luego de la entrada del Caroní. Los valores mayores frente a Puerto Ordaz y Matanzas reflejan la actividad industrial.

El análisis temporal por su parte, indica que los menores valores se detectan en aguas altas, relacionado con la mayor descarga del Orinoco y por lo tanto una mayor dilución. Las menores concentraciones de oxígeno se obtuvieron en aguas bajas.

Los resultados de aguas bajas indicarían que ésta es la época de menor resiliencia del sistema, por lo que los límites de descargas impuestos por el MARN a las industrias deben adecuarse a los valores del sistema en esta época.

En los estudios de contaminación por metales, los sedimentos constituyen un material fundamental para conocer la contaminación de una zona. La fracción de metal más móvil es la adsorbida como Ión intercambiable, ya que ésta es la que más probablemente se libera a las aguas (Chen et al 1996). En relación al estudio longitudinal de metales en sedimentos en ambas márgenes durante aguas altas, los resultados indican que en general los niveles de metales de los sedimentos del lecho del río en sus márgenes están por debajo de la media de sedimentos contaminados, aún cuando en general se encontraron concentraciones más altas de titanio, cobre, cromo, hierro y manganeso en las márgenes frente a Puerto Ordaz y Matanzas. Los valores sin

embargo de bario, cobalto, cromo, cobre, plomo, guardan una correlación positiva con el porcentaje de materia orgánica y los valores de manganeso, cobre y plomo están positivamente correlacionados con los porcentajes de arcilla. El titanio y particularmente el hierro incrementan en los sitios al frente de Puerto Ordaz y Matanzas. El zinc sin embargo fue más alto en el paisaje de Ciudad Bolívar.

Con relación al estudio longitudinal de organoclorados y organofosforados en sedimentos, éstos no se encontraron en ninguna de las muestras analizadas en los sedimentos de fondo tomados en subida de aguas. De acuerdo a las encuestas aplicadas, los agricultores de las vegas utilizan invariablemente el pesticida gramoxon (4,4'-Bipyridinium, 1,1'-dimethyl, dichloride = C<sub>12</sub>-H<sub>14</sub>-N<sub>2</sub>.2Cl), el cual es un organoclorado muy peligroso, cuya venta es ilegal en muchos países, conocido por sus efectos tóxicos y mutagénicos. Igualmente utilizan el Tionil que, a juicio del Ministerio de Salud de Colombia, contiene Endosulfan (6-7-8-9-10-10-hexacloro-1,5,5a,6,9a-hexahidro-6,9-metano-2,4,3-benzodioxatiepín-3-óxido), el cual es una dioxina con alta toxicidad y persistencia. Por otra parte utilizan con frecuencia el Glifosán o Glifonato, los cuales son organofosforados.

Los resultados de metales en sedimentos de las márgenes no llegan a superar las normas y están incluso muy por debajo, igualmente la no detección de organoclorados y organofosforados es alentador en relación a la salubridad del ecosistema ribereño y coinciden con la alta capacidad de depuración que aún tiene el río, sin embargo no son conclusivos en relación al status de contaminación del Orinoco. Dadas las altas concentraciones de sedimentos suspendidos en el Orinoco, y las relaciones de algunos metales con la materia orgánica y la arcilla, las cuales son mantenidas por más tiempo en suspensión y depositadas mayormente en las lagunas o en la planicie deltana, vamos a continuar realizando estudios de los metales, organoclorados y organofosforados en la fracción suspendida y la serie de sedimentos de fondo de las lagunas, ya que como se verá existen algunos indicios de bioacumulación en plantas acuáticas.

Por ejemplo, estudios puntuales en sedimentos de dos lagunas de la zona industrial con respecto a otras dos lagunas no impactadas por actividad industrial indican altos valores de la relación PSI = Sodio/CIC y mayores en la relación Ca/Mg.

## **El medio biológico**

### *Vegetación*

Las identificaciones de los especímenes del inventario florístico general de la vegetación inundable del corredor han permitido hasta el momento reconocer 316 especies pertenecientes a 81 familias y 210 géneros, incluyendo todas las formas de vida colectadas: árboles (120), hierbas (53), sufrútices (46), arbustos (33), bejucos (28) y lianas (26).

Es de destacar que tanto los bosques inundables como también los arbustales, herbazales y praderas de macrófitas acuáticas tienen una gran similitud con las reportadas para las várzeas amazónicas, tal como puede observarse al comparar con las ecoregiones que WWF reporta en las várzeas de Gurupá, Iquitos, Japurá, Solimoes, Negro, Purús, Marajó y Monte Alegre, entre otras que también presentan herbazales, arbustales, bosques inundables y praderas de plantas acuáticas ([http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial\\_nt.html](http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial_nt.html)). Sin embargo, en dicho reporte no se definen várzeas especiales para la vegetación inundable del Orinoco, quedando sólo representadas entre las ecoregiones de importancia para la conservación, los humedales del Delta del Orinoco y de los Llanos, lo cual no distingue la importancia de esta vegetación inundable del Orinoco para sostener las cadenas tróficas que aquí se presentan. Considerando la importancia de estos sistemas para la conservación de las

pesquerías, así como mamíferos acuáticos en peligro como los manatíes, o reptiles como la tortuga Arrau, entre otros taxa, es importante que se consideren estos resultados al establecer pautas para la conservación de lo que podemos llamar también las várzeas orinoquenses.

Dentro del total de informantes que fueron consultados sobre las plantas conocidas y su uso en la región con fines medicinales, se obtuvieron 131 especies de plantas usadas, de las cuales 90 pertenecen a la flora característica del bosque ribereño, y un gran porcentaje de las plantas tienen un alto valor utilitario con fines medicinales.

#### *Aves*

Se identificaron 245 especies de aves distribuidas en 17 ordenes y 45 familias. El orden mas abundante fue Paseriformes (51.6 %) seguido por Falconiformes (8.1%), Ciconiformes (6.9%), Apodiformes (6.5%), Charadriiformes (5.7%), Piciformes (4.5%), Columbiformes (4.1%), Cuculiformes (2.4%), Psittaciformes (2.4%), Gruiformes (2.0%), Coraciiformes (1.6%), Pelecaniformes (0.8%), Anseriformes (0.8%), Caprimulgiformes (0.8%), Galliformes (0.8%), Opisthocomiformes (0.4%) y Stringiformes (0.4%).

La diversidad de aves encontrada en el Corredor Orinoco, que no incluyen especies crepusculares (familias Rallidae y Apodidae, ciertas especies de Ciconiformes) ni nocturnas (Caprimulgiformes y Stringiformes) es alta si se compara con otros trabajos de aves en planicies de inundación tanto en Venezuela como en la cuenca del Amazonas. En el Corredor Orinoco, 4.5% (11 especies) de las aves observadas son migratorias australes y 4.5% (11 especies) son migratorias boreales es decir que el 9% del total de aves registradas son migratorias. Estos datos apuntan hacia la importancia del Corredor Orinoco como sitio de alimentación y descanso de migratorias australes y boreales, mas aun cuando el 72 % de los migratorios del norte y el 64 % de los migratorios australes que se encuentran en el corredor son especies de hábitos ribereños.

En relación al gremio trófico, los insectívoros (37.4%) resultaron los mas abundantes, seguidos por animalívoros (17.9%), omnívoros (16.3%), granívoros (8.1%), nectarívoros (6.9%), frugívoros (5.7%), piscívoros (4.1%), depredadores de semillas (2.4%), folívoros (0.40 %) y carroñeros (0.8%).

El análisis comparativo de la abundancia y diversidad entre fases revelo diferencias significativas entre que las fases Aguas Bajas (AB) y Subida de Agua (SA) tanto para la abundancia (d.f= 3; F= 1.19; P<0.5) como para la diversidad (d.f= 4; F= 6.12; P<0.001) encontrando que la fase con mayor diversidad de aves es aguas bajas (AB) y la fase con mayor abundancia es subida de aguas (SA) mientras que aguas altas (AA) es la fase con menor diversidad y abundancia.

El análisis comparativo a nivel de paisaje, reveló diferencias significativas (d.f= 4; F= 3.29; P<0.05) en la abundancia de El Almacén (ALM) con relación a los otros paisajes funcionales, no encontrándose diferencias significativas entre la abundancia de Ciudad Bolívar (CBL) y Los Castillos de Guayana (LCG) pero si con respecto a Las Galderas (LGD) y Puerto Ordaz (PTO).

#### *Calidad del agua, bacterias y contaminación por aguas residuales*

Los resultados de la distribución espaciotemporal de las bacterias coliformes fecales en el agua del río Orinoco permiten señalar que la presencia de comunidades de enterobacterias en el cuerpo de agua, responde a cambios en la hidrología y dinámica poblacional que genera cambios antrópicos en el ecosistema ribereño, así como también a la permanente perturbación causada por la actividad antrópica sobre el río y su entorno.

Siendo insuficientes para evaluar integralmente la calidad del agua, estos datos reportados para el paisaje Ciudad Guayana con valores mayores a 1.600 coliformes fecales/100 ml, en principio superan los valores guías internacionales para aguas de uso recreativo. La E.P.A para 1984 recomendó los siguientes criterios 20 enterococci/100 ml, ó 77 E. coli/100 ml no debe exceder 126/100ml, o enterococos no deben exceder 33/100 ml, basados en los niveles de riesgos de 8 y 19 enfermedades gastrointestinales para 1.000 bañistas en playas de agua dulce y agua marina respectivamente, los que se estimaron como equivalentes a los niveles de riesgo para el criterio de coliformes fecales de 200/100 ml.

#### *Calidad del agua y peces en lagunas de Ciudad Guayana y Las Galderas*

Los Cardonales (LCard o Punta de Cuchillo) frente a la Zona Industrial Matanzas obtuvo una conductividad casi diez veces más alta que el de Las Arhuacas (LArh) en las Galderas, y también un pH más alto. Todo esto es debido probablemente al hecho de que la laguna Los Cardonales esta rodeada en casi toda la parte sur por una laguna de oxidación (lodos rojos), con una superficie siete veces mayor de la industria BAUXILUM, muy alcalina (soda cáustica). En Los Cardonales se presentaron peces con ulceraciones y tamaños anormales, lo cual probablemente esté relacionado con la toxicidad del medio acuático en el cual se presentan. Específicamente en el último muestreo de noviembre del 2004 se encontraron valores muy altos de pH y conductividad, así como peces muertos y con ulceraciones en las lagunas Los Caribes y Los Cardonales.

La conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) de estas tres lagunas muestra tendencias similares en el comportamiento para los periodos de aguas altas (mínimo) y aguas bajas (máximo) tendencia similar a lo encontrado en el canal principal. En Las Arhuacas a lo largo del tiempo de muestreo observamos un máximo para aguas bajas, cuando se concentran las aguas debido al periodo de sequía y un mínimo en aguas altas por la dilución. En cambio para Los Caribe los valores son mucho mayores (32.57-301.67) observándose un incremento fuerte entre los periodos de bajada de aguas, aguas bajas y subida de aguas. Los Caribe es la laguna con mayor conductividad que las anteriores (49.13-348) para tres periodos bajada de aguas, aguas bajas y subida de aguas, solamente para aguas altas se observa un descenso en estos valores. La concentración de nitrógeno para Los Caribe también tiene un máximo para aguas bajas y un mínimo para aguas altas, pero los valores durante los cuatro hidropéridos exceden las de las otras dos lagunas además de los reportados por Hamilton y Lewis (1987) para la Laguna Tineo (0.4-2 mg/L). Esto significa que esta laguna posee otra fuente de nitrógeno además del Río Orinoco. Para la temporada de subida de aguas se observó un canal de efluentes que sale de un galpón de una empresa y llega a esta laguna directamente, obteniendo como resultado concentraciones de nitrógeno total por el orden de 4.57 mg/L, también se analizó nitrógeno total en una muestra de agua del río Orinoco para esta misma temporada obteniendo como resultado una concentración mucho menor 0.332 mg/L.

Las Arhuacas, en el paisaje funcional Las Galderas, fue la laguna que obtuvo la mayor riqueza de peces, a pesar de haber una distancia relativamente mayor con el cauce principal, mientras que Los Cardonales, localizada en la zona industrial, obtuvo una riqueza menor, esto podría estar relacionado con los niveles de intervención antrópica, que siendo mayor para esta última laguna, posiblemente se refleja en una reducción de la riqueza de especies.

### *Diversidad y toxicidad por metales en plantas acuáticas*

Las especies de plantas acuáticas más importantes por su frecuencia y cobertura fueron *Eichornia crassipes*, *Eichornia azurea* y *Paspalum repens*. Los metales encontrados en mayor concentración durante bajada de aguas en *Eichornia crassipes* y *Paspalum repens* fueron en orden descendente Al, Fe y Mn. No se observó contaminación por Pb, Cd, V, Ni, Co, Zn y Cu en las muestras colectadas, pero el Cr se encontró en el límite inferior del rango de plantas contaminadas. Las hojas de *E. crassipes* pueden ser utilizadas en el biomonitorio de Al, Fe y Mn en el Río Orinoco, ya que se observan diferencias entre el sitio contaminado frente a Venalum y los sitios más alejados de las industrias (Cachamay y Galderas). En la laguna Los Caribes se encontraron las concentraciones de metales más altas en *Paspalum* mientras que la especie *E. crassipes* no estaba presente. Se debe investigar la concentración de Cu en el agua en dicho lugar como posible factor tóxico para esta última especie. *Paspalum repens* también presentó altos niveles de los metales mencionados en subida de aguas en la Laguna Caribe y la Laguna Los Cardonales.

### *Diversidad y toxicidad en invertebrados*

Los invertebrados son indicadores muy utilizados para predecir la contaminación y también muy importantes al evaluar ecotoxicidad. El inventario preliminar realizado en aguas altas en los sedimentos de lechos de las márgenes del río revela que la mayor riqueza y densidad se presentan en el paisaje El Almacén. Se presentó un chironomido con una formación anormal de tejido, lo cual ha sido reportado por muchos autores que en este grupo de es indicativo de efectos de contaminación, igualmente efipios o huevos de Cladocera y Conchostraca (Branchiopoda), los cuales son mecanismos de los crustáceos para proteger la prole contra una adversidad ambiental. Es importante el hecho puntual observado de una alta diversidad tanto de larvas como de adultos recientemente eclosionados del grupo Chironomidae en el período de aguas bajas del año 2004, lo cual coincidió con la presencia de una gran densidad de aves migratorias y locales que hicieron uso de este recurso efímero que aparentemente es exclusivo de las playas o barras arenosas que son los lechos de las márgenes del río estudiados en aguas altas.

## **El medio socio-económico y cultural**

### *Poblamiento*

El poblamiento del Bajo Orinoco por parte de los europeos lo origina la búsqueda de la ciudad legendaria El Dorado, la cual nunca se hizo realidad. Desde el siglo XVI ha sido lento y escaso con mucha pérdida de fuerza y humanidad, pues, la hostilidad de los caribes hacia los hispanos más el elemento comunicación vial que facilitaba la penetración de piratas y exploradores de otras potencias fueron los grandes enemigos de su poblamiento hispánico temprano. Sin embargo el éxito de poblamiento llegó al trasladar la ciudad capital de Guayana a Angostura, que junto con la llegada de las misiones Capuchinas en el año 1724 aceleró el proceso, pero no con interés de poblar las riberas del Orinoco, sino la formación de villas y pueblos al sur del Orinoco o la Guayana, del que el río era el vínculo de entrada.

Después de anexarse la Provincia de Guayana a la Capitanía General de Venezuela se puede considerar Angostura (Ciudad Bolívar) como la única población ribereña próspera en el Bajo Orinoco fundada por el imperio español, y a diferencia de los fracasos de las anteriores fundaciones la prosperidad estuvo vinculada al elemento vial Río Orinoco, el cual comunicaba a Guayana con Europa.

De acuerdo a los estudios socioeconómicos de la ciudad de Angostura, la dinámica de ésta estuvo dada por el río Orinoco, se puede considerar a los pobladores de los siglos XVIII hasta mediados del XX identificada con el gran río.

Después de instalarse las grandes empresas de extracción de hierro en San Félix y Puerto Ordaz (Ciudad Guayana) y constituirse la C.V.G. con sus respectivos planes socioeconómicos, Ciudad Guayana se convirtió en el centro hegemónico del Bajo Orinoco, desplazó a Ciudad Bolívar y a otras poblaciones que superaban a San Félix en dinámica socioeconómica. Ciudad Guayana mantiene un acelerado proceso de crecimiento poblacional, lo cual por su condición de inmigrantes la mantiene como una ciudad de población heterogénea, con diferentes matices de idiosincrasia, donde el Orinoco no es el elemento principal de su economía, aunque la ciudad esta construida sobre el fundamento del factor vialidad que ofrece el río Orinoco.

#### *Cobertura de la tierra*

De los 20 tipos de cobertura de la tierra presentes, los paisajes funcionales Ciudad Guayana y Las Galderas, 8 corresponden a la planicie de inundación, caracterizados por la presencia de agua permanente o estacional y 12 tipos se presentan en las áreas terrestres circundantes. La planicie de inundación está dominada por tres tipos de bosques ribereños identificados: El bosque de *Piranhea*, el bosque de *Cordia* y la asociación *Piranhea\_Cordia*, que constituyen el 58.31% en el paisaje Las Galderas y 37.17% en Ciudad Guayana. Los tipos de cobertura con mayor proporción en las áreas circundantes terrestres a la planicie de inundación para ambos paisajes son: la sabana rala y la sabana arbustiva. Resaltan en el paisaje Ciudad Guayana las cobertura urbana (27.25%) y semi urbana (9.95%), mientras que en el paisaje Las Galderas sólo está presente la cobertura semi urbana en baja proporción (1.54%)

#### *Uso de la tierra y actividades económicas*

Los paisajes urbanos y urbano-industrial son claramente diferenciados del paisaje rural. Sin embargo en éstos se mantienen pequeñas comunidades que aún viven estrictamente de la pesca o cultivo en islas. Entre los paisajes rurales estudiados se presentaron diferencias con relación a la dominancia de las actividades productivas agrícolas y de pesca. La mayor actividad pesquera y de cultivo de islas se da en el paisaje Las Galderas, seguido del paisaje El Almacén. Estas diferencias se relacionan con las diferencias en patrones geomorfológicos fluviales entre los paisajes funcionales que inciden en la disponibilidad de islas y lagunas, hábitat mayores donde se desarrollan dichas actividades económicas. El paisaje Los Castillos se encuentra muy influenciado por la dinámica de empleo y servicios que impone la Corporación Venezolana de Guayana y está más relacionado a la actividad urbana de Ciudad Guayana.

Otras actividades económicas importantes lo constituyen la venta ilegal de carne de caza lo cual va en detrimento de la fauna ribereña local y la actividad pecuaria. Las poblaciones plantean en general un olvido gubernamental e institucional; a pesar que el Gobierno Nacional reguló la actividad pesquera a través de un decreto reciente (Gaceta Oficial N° 37.472), existe un incremento en la inseguridad en sus actividades, uso incrementado de malas prácticas en detrimento de la pesca, así como de sustancias tóxicas para embarascar las lagunas, lo cual conlleva a disminución de las pesquerías. La tenencia de la tierra es un problema que tienen las poblaciones ribereñas ya que carecen de titularidad de tierras y en el entorno hay un predominio de latifundistas.

### *Discursividad*

Los grupos focales de los pueblos ribereños del Orinoco estudiados convergieron al creer cual verdad obvia, que el Orinoco es un elemento clave muy importante para el desarrollo de la actividad turística local, sobre la cual ambas comunidades tienen grandes expectativas de desarrollo en un futuro cercano. Al respecto, resultó contrastante la vitalidad emprendedora de los líderes y habitantes del pueblo de Las Galderas, quienes también coincidieron en tener una perspectiva de desarrollo económico con el turismo, para lo cual ya se habían organizado en una cooperativa que atiende desde el trabajo de la pesca y la agricultura, hasta la seguridad médico-asistencial de sus afiliados, al tiempo que se proponía toda una serie de proyectos de construcción de infraestructura (marina, cabañas, restaurante, casas, pozo séptico comunal, créditos para la compra de lanchas de paseo, etc...).

Sin que podamos pretender llegar a ningún tipo de conclusiones, en este nivel de la investigación comenzamos a entender una polifonía de voces que nos muestra una rica variedad de construcciones discursivas de las realidades particulares que estas personas, día a día, experimentan según la aparente regularidad fija y natural del mundo de vida de los hechos cotidianos que acaecen en esos espacios, lugares y entornos que ellas mismas configuran mediante sus prácticas culturales.

### *Potencial para el Ecoturismo*

La dinámica estacional ribereña del Orinoco, genera cambios cíclicos en los ecosistemas relacionados a la planicie de inundación, que permiten deducir que el río es siempre cambiante tanto hidroclimática, morfológica, biológica y socialmente en función del tiempo.

Esta característica compleja del corredor ribereño del Orinoco y su planicie de inundación, basada en pulsaciones, le confiere un alto potencial ecoturístico que debe evaluarse integralmente, con el fin de ofrecer a las comunidades ribereñas actividades que promuevan la concientización ambiental, la participación y el desarrollo económico y social de la comunidad local. Para que un atractivo natural paisajístico o cultural pueda ser explotado turísticamente se debe transformar en un producto turístico, entendiendo como éste a la suma de los recursos ya sea natural y/o cultural y los servicios y equipamiento que permiten al visitante cubrir sus necesidades básicas para disfrutar de estos atractivos.

Se han identificado actividades asociadas a los atractivos que pueden ser desarrollados a lo largo de los paisajes funcionales del corredor y que se convertirán en productos consolidados en la medida que se incorporen actores de las comunidades y otros agentes externos en la generación de servicios e infraestructura dentro del corredor. Los diseños de los productos turísticos del Corredor tendrán por finalidad aprovechar toda la potencialidad ecoturística del área, proteger los recursos naturales y culturales y brindar una experiencia de calidad del visitante.

El resultado de esta investigación permite deducir la necesidad que tienen todas las comunidades ribereñas de desarrollar actividades que conlleven a ejecutar programas de educación ambiental, de entrenamiento técnico y de planificación de actividades ecoturísticas. La incorporación de la actividad ecoturística fluvial como alternativa de desarrollo económico y el manejo adecuado del entorno, puede ser propiciado a través del entrenamiento calificado por los investigadores que participan en el proyecto.

## **DISCUSION Y RECOMENDACIONES**

Actualmente el manejo y conservación de ecosistemas requiere un enfoque interdisciplinario que nos permita entender a fondo no sólo los procesos ecológicos sino también los sociales, económicos y culturales.

En este sentido, los resultados del presente proyecto revelan: (1) una alta complejidad de patrones espaciales de distribución, abundancia y diversidad de la biota a lo largo del corredor en relación a la superficie y diversidad de hábitat en los diferentes paisajes funcionales. (2) Una marcada respuesta en las variaciones de abundancia y diversidad que se dan entre diferentes fases del hidropériodo, la cual revela una funcionalidad ecohidrológica (3) patrones sociales, económicos y culturales comunes entre las comunidades cuya actividad principal es ser pescadores y vegueros, con una dinámica relacionada con la funcionalidad ecohidrológica antes mencionada, dado que ésta determina la oferta de recursos bióticos o de tierras para cultivo. (4) una disminución en la diversidad biológica y los valores del índice de integridad biótica en los paisajes urbanos y urbano-industriales relacionada con los impactos de desechos urbanos e industriales. (5) existencia de hábitats funcional y estructuralmente en buen estado aún dentro de los paisajes urbanos e industriales que con un manejo adecuado o restauración y consideración de la conectividad de sus hábitats asegurarían mantener indicadores de integridad que garanticen la calidad de los ecosistemas ribereños del Orinoco.

Los resultados en general indican que aún no tenemos niveles de degradación que hayan sobrepasado los umbrales de resiliencia del ecosistema ribereño en el tramo de mayor uso de todo el corredor Orinoco, sin embargo ya existen indicadores puntuales de degradación que pueden extenderse y propagarse de no tomarse correctivos y acciones a tiempo con un cambio significativo en las relaciones hombre-ambiente ribereño.

En este orden de ideas, es de notar la existencia de una dicotomía entre lo que podríamos llamar el poblador ribereño propiamente dicho para el cual el río es fuente de vida y existencia y el ribereño urbano, el cual no tiene sentido de ser ribereño. La identidad de los primeros, pobladores ribereños propiamente dichos, se mantiene incluso en los paisajes urbanos y urbano-industriales donde a través de los años han sido desplazados por el desarrollo de las actividades de procesos urbanos movilizadoras de estos espacios, para las cuales el río es o un elemento utilitario (transporte, puerto comercial) o un depósito de desechos.

Tal identidad, la existencia de relaciones longitudinales de parentesco entre los pescadores y vegueros a lo largo del corredor, la existencia de una riqueza cultural de su sociedad, coloca a este grupo social como un grupo minoritario de gran importancia en la gestión del estado. Sin embargo es notable la ausencia de apoyo del estado hacia este grupo, como puede verse en los indicadores de pobreza así como los bajos niveles educativos alcanzados o la migración hacia las ciudades de los pocos que alcanzan mayores niveles educativos. Esto último estimula la pérdida de los valores culturales y una relación positiva con la valoración del río como fuente de vida. Buergethal et al (1990) ya expresan que la protección de grupos minoritarios implica la realización de una acción positiva que consiste en un servicio concreto ofrecido al grupo excepcionado.

La Constitución Bolivariana de Venezuela establece que el Gobierno está en la obligación de garantizarle a los indígenas, en tanto grupos minoritarios, el derecho a su propia cultura. Los pescadores y vegueros del corredor Orinoco en el tramo estudiado, en su mayor parte son criollos descendientes mestizos de los caribes, muchos pueblos como Mamo, aún mantienen Kariñas, otros son Warao que se han movilizad

Ciudad Guayana. En todos ellos los rasgos comunes de su cultura indican que ella está íntimamente relacionada con la dinámica y los recursos del río Orinoco, y deberían tener derechos como los que la constitución les otorga a los pueblos indígenas. Particularmente a que se demarque y reconozca la titularidad de sus tierras, las cuales son generalmente propiedad de latifundistas. Luego, la posibilidad de establecer los planes de manejo de uso de los espacios acuáticos y ribereños para las pesquerías y una agricultura ecológica en las vegas, por ejemplo, puesto que ya hay indicativos de sobreexplotación de algunas especies de peces y degradación de los bosques de diques.

Por otro lado, siguiendo la constitución, las legislaciones municipales y estatales deberían promover la protección del equilibrio ecológico y de los bienes jurídicos ambientales asegurando los derechos y deberes ambientales de las generaciones futuras de pescadores y vegueros, reconociendo el derecho que ellas tienen a un corredor ribereño seguro, sano y ecológicamente equilibrado. Ello es posible si a nivel nacional, estatal y municipal se le da la merecida importancia a este cuerpo de agua que representa una riqueza no sólo para las poblaciones locales, sino también para la humanidad, por ser el tercer río de mayor descarga en el mundo. El que puedan mantenerse condiciones de prístinidad a través de una gestión adecuada del estado, las empresas y la sociedad redundará en beneficio para la imagen internacional de la venta de productos venezolanos en mercados mundiales cada vez más impactados por la percepción de una sociedad de consumo más consciente de la importancia de las reservas de agua y biodiversidad.

Con el fin de que estos resultados sirvan como instrumentos para una gestión ambientalmente sostenible, se plantea desarrollar un modelo de acción a tres escalas (local, regional y nacional) en las cuales interactúen los diferentes actores directamente involucrados con el corredor. Una acción inmediata es trabajar en la propuesta de creación de un Área Bajo Régimen de Administración Especial que permita proteger los mayores reservorios del bajo Orinoco representativos de Várzeas Orinoquenses, incluyendo el tramo de mayor diversidad espacial del corredor que se encuentra asociado a los sectores anastomosados aguas abajo de Ciudad Bolívar, incluyendo todo el paisaje de Las Galderas, el cual incorpora los poblados de Mamo, Palital por la margen izquierda y Boca de Marhuanta, hasta La Ceiba por la margen derecha del río. La mayor parte de las comunidades ribereñas en este tramo son pequeñas y carecen de servicios básicos, la misma permitiría conservar la fauna y flora de humedales continentales. Tal propuesta debe sin embargo ser realizada con participación activa de las comunidades de pescadores y vegueros del Orinoco en dicho tramo y debe estar económicamente viabilizada por los recursos que puedan obtenerse para un fondo o fideicomiso cuya conformación debe ser estudiada cuidadosamente.

Siendo la pobreza uno de los factores con mayor influencia en el deterioro del medio ambiente en las áreas rurales y suburbanas, la generación de ingresos y la inseguridad, son las prioridades identificadas por la gente, por lo que la creación de fuentes alternativas de bienestar económico, debe recibir atención prioritaria. Estas fuentes alternativas sin embargo deben estar basadas en los resultados existentes sobre la potencialidad de recursos propios del corredor que permita diversificar las microeconomías sin incrementar la presión sobre los recursos naturales. En las zonas urbanas e industriales sin embargo deben replantearse las relaciones de sus habitantes con el medio ribereño, particularmente a través de un programa de educación ambiental formal y no formal que incorpore al río en su cotidianidad. Igualmente a través de una propuesta deseable de redefinición urbana más integrada al río como su entorno y espacio vital.

El modelo que se plantea desarrollar debe promover un incremento en la eficiencia del sector público y estimular la ética y responsabilidad social y ambiental de las empresas de los sectores públicos y privados. Incorporando a nivel local las asociaciones y cooperativas representantes de pescadores y vegueros por cada comunidad, asambleas legislativas de las gobernaciones de Bolívar, Anzoátegui, Monagas y Delta Amacuro, consejos municipales y juntas parroquiales de los municipios localizados en el corredor, las pequeñas y medianas empresas. A nivel regional y nacional, las instituciones del estado con inherencia en el uso, conservación y manejo de los recursos del Corredor Orinoco como son Ministerio de Agricultura y Cría, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Instituto Nacional de Pesca, Instituto Nacional de Espacios Acuáticos, Instituto Nacional de Parques, Instituto Nacional de Canalizaciones, la CVG y empresas del estado, PDVSA Oriente y empresas privadas grandes. Igualmente es importante vincular las instituciones estatales de seguridad como el Comando de Guardacostas de la Armada Nacional y el Comando de Vigilancia Costera de la Guardia Nacional.

Desde la gestión urbana de ciudades portuarias como Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana puede establecerse lo propuesto por Spósito Contreras (2004) para espacios costeros marítimos, pero que también es aplicable a los espacios costeros fluviales, en relación a la *“posibilidad de un reencuentro entre la ciudad con su zona costera urbana, aprovechando dicha oportunidad para replantear proyectos residenciales, culturales, educacionales, recreacionales, turísticos e inclusive hasta comerciales, desde un punto de vista integral en una sola unidad paisajística”* integrada al río Orinoco como espacio natural, que involucre el trabajo conjunto de las Gobernaciones, Empresas, Autoridades Portuarias, Municipalidades, sin dejar de considerar, la participación organizada de sus comunidades de pescadores y vegueros.

Esta autora hace un análisis de la historia y desarrollo de ciudades portuarias en el mundo, donde las primeras etapas de la relación puerto-ciudad son similares a las nuestras, pero donde en una cuarta etapa se manifiestan dos realidades, por una parte, el puerto intenta establecer su conexión con el ámbito urbano en su afán de mantener sus posibilidades de desarrollo, y por la otra, surge como necesidad de la ciudad, el derribar la barrera que enmarca al recinto portuario, en pro de la demanda de las superficies portuarias, para el disfrute de los espacios libres del litoral o el equipamiento urbano, razón por la cual los elementos del puerto deben compatibilizar con la ciudad, siendo objeto de especial atención en el planeamiento urbanístico.

Desde la gestión de zonas rurales, el establecimiento de una red de poblaciones ribereñas eco-innovadoras, estará en concordancia con lo establecido en la Agenda 21 con un programa de desarrollo rural sostenible. Este programa, cuyos alcances generales ya se le ha presentado a Fundacite Guayana, el Ministerio de Ciencia y Tecnología y la Alcaldía de Heres dentro del Municipio Innovador, contempla un conjunto de proyectos que pueden ser financiados por el estado, los cuales incluyen capacitación técnica para diferentes actividades productivas alternativas, participación comunitaria en la construcción del proyecto, infraestructura ecológicamente diseñada con uso de energía solar y tratamiento de efluentes y seguimiento de las actividades con indicadores de desarrollo sostenible. La propuesta implica el fortalecimiento de las comunidades ribereñas en una serie de actividades productivas que contribuyan al desarrollo socio económico y que estén asociadas a la potencialidad del espacio físico-natural existente en estos paisajes ribereños, promoviendo la conservación de la integridad ecológica del Orinoco. Estos proyectos se desarrollarán con participación comunitaria apoyados por la UNEG e instituciones regionales. El epicentro del mismo es un proyecto de ecoturismo fluvial con la Fundación para el Desarrollo del Ecoturismo (FUDECOTUR), viveros

comunitarios y restauración de humedales con el JARDIN BOTANICO DEL ORINOCO (JBO), piscicultura con la Fundación La Salle (FLASA), manejo de pesquerías, infraestructuras anfibias, rescate de valores culturales y desarrollo de las artesanías locales, entre otros. Las propuestas de los tres primeros proyectos se encuentran anexas al presente informe.

### **AGRADECIMIENTOS.**

A Fundacite Guayana por el financiamiento otorgado, a la UNEG por su apoyo financiero e institucional, al MCT por el financiamiento otorgado para el fortalecimiento del CIEG. A las comunidades ribereñas por su apoyo y cariño en todos los trabajos de campo. Al Club Náutico por permitirnos estacionar la lancha del proyecto y su apoyo logístico cuando lo necesitamos. A CVG EDELCA por su apoyo en la toma de fotografías panorámicas aéreas en el paisaje funcional Ciudad Guayana.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Allan, J. D. and Flecker, A. S. 1993. *Biodiversity conservation in running waters*. BioScience 43(1), pp. 32-43
- Blanco-Belmonte, L. 1989/90 Estudio de las comunidades de invertebrados asociados a las macrofitas acuáticas de tres lagunas de inundación de la sección baja del río Orinoco, Venezuela. Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 49/50, 71-107.
- Boon, P. J., Calow, P. & Petts, G. E. (ed.) 1992 River conservation and management. Chichester: John Wiley.
- Bornette, G. & Amoros, C. 1996 Disturbance regime and vegetation dynamics: role of flood in riverine wetlands. J. Veg. Sci. 7, 615-622.
- Buergethal, T., Grossman C. y P. Nikken. Manual internacional de derechos humanos. Instituto Interamericano de Derechos Humanos. Caracas: Editorial Jurídica Venezolana. 1990: p. 243.
- Colonello, G. (1990a) Elementos fisiográficos y ecológicos de la cuenca del Río Orinoco y sus rebalses. Interciencia 15, 476-485.
- Chen, Z., D.Lee, C. Lin, S. Lo, and Y. Wang. 1996. Contamination of rural and urban soils in Taiwan. In: Contaminants and the Soil Environment in the Australasia-Pacific Region, R. Naidu, R.S. Kookuna, D.P. Oliver, S. Rogers, M.J. McLaughlin (Eds.). First Australasia-Pacific Conference on Contaminants and Soil Environment in the Australasia-Pacific Region. Adelaide, Australia, Feb. 18-23, 1996. Kluwer Academic Publishers, Boston, London, pp. 691-709.
- Chernoff, B., Barriga, R., Forsyth, A., Foster, R., León, B., Machado-Allison, A., Magalhaes, C., Menezes, N., Moskovits, D., Ortega, H. & Sarmiento, J. 1996 AQUARAP: Rapid Assessment Program for the Conservation of Aquatic Ecosystems in Latin America.
- Colonello, G. 1990 Elementos fisiográficos y ecológicos de la cuenca del Río Orinoco y sus rebalses. Interciencia 15, 476-485.
- Davis, T. J., Blasco, D. & Carbonell, M. (ed.) 1997 The Ramsar convention manual: a guide to the convention on wetlands (Ramsar, Iran, 1971). Gland, Switzerland: Ramsar Convention Bureau.
- Frissel, C., Wiss, W., Warren, C. & Huxley, M. 1986 A hierarchical framework for stream classification: viewing streams in a watershed context. Environm. Manag. 10, 199-214.

- FUNDAMBIENTE, F. d. E. A. (ed.) 1998 Principales problemas ambientales en Venezuela. Caracas?: FUNDAMBIENTE, MARNR, Fundación Polar.
- Hamilton, S. K. & Lewis, W. M., Jr. 1987. Causes of seasonality in the chemistry of a lake on the Orinoco River floodplain, Venezuela. *Archiv für Hydrobiologie* 119::393-425.
- Hamilton, S. K. & Lewis, W. M., Jr. 1990 Physical characteristics of the fringing floodplain of the Orinoco River, Venezuela. *Interciencia* 15, 491-500.
- Hilty, S 2003. *Birds of Venezuela*. Princeton University Press.
- Huber, O. & Alarcón, C. 1988 Mapa de vegetación de Venezuela. Caracas: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables y Nature Conservancy.
- INPE & CPTEC. 1999 LBA - Ecología. Available at [http://yabae.cptec.inpe.br/lba/LBAECOLOGIA\\_P.html/](http://yabae.cptec.inpe.br/lba/LBAECOLOGIA_P.html/)
- Johansson, M., Nilsson, C. & Nilsson, E. 1996 Do rivers function as corridors for plant dispersal? *J. Veget. Sci.* 7, 593-598.
- Junk, W. J., Bayley, P. B. & Sparks, R. E. 1989 The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106, 110-127.
- Kalliola, R., Salo, J., Puhakka, M. & Rajasilta, M. 1991 New site formation and colonizing vegetation in primary succession on the Western Amazon floodplains. *J. Ecol.* 79, 877-901.
- Lammert, M., Higgins, J., Bryer, M. & Grossman, D. 1998 The nature conservancy's aquatic community classification: a framework for freshwater conservation. GAP - Annual Meetings - 1998 abstracts, Available at <http://www.gap.uidaho.edu/GAP> .
- Lasso, C. A. 1998? Composición y aspectos bioecológicos de la comunidades de peces del Hato el Frío y Caño Guaritico, llanos de Apure, Venezuela. In Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Lewis, W. M., Weibezahn, F.H. Saunders, J. F. Y Hamilton, S. K. 1990. "The Orinoco river as an ecological system". *Interciencia* vol 15 (6): 346-357.
- Lévêque, C. 1997 Biodiversity dynamics and conservation: the freshwater fish of tropical Africa. Cambridge: Cambridge University Press.
- M.A.R.N.R. 1982. Republica de Venezuela, Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales Renovables 1982 Esquema de ordenamiento territorial de la faja petrolífera del Orinoco: síntesis general. Caracas Venezuela:
- Meave, J. & Kellman, M. 1994 Maintenance of rain forest diversity in riparian forests of tropical savannas: implications for species conservation during Pleistocene drought. *J. Biogeography* 21, 121-135.
- Meave, J., Kellman, M., MacDougall, A. & Rosales, J. 1991 Riparian habitats as tropical forest refugia. *Global Ecol. Biogeogr. Lett* 1, 69-76.
- Naiman, R. J. & DeCamps, H. 1990 The management and ecology of aquatic-terrestrial ecotones. MAB series: Parthenon Publishing Group.
- Naiman, R., Decamps, H. & Pollock, M. 1993 The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications* 3, 209-212.
- Naiman R. J. and Décamps H. 1997. *The ecology of interfaces: Riparian zones*. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 28: 621-58.
- Negrón, M. 1987 Magaproyectos, desarrollo regional y transformación social: el caso de la faja petrolífera del Orinoco. Caracas: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela.
- Nippon Koei Co., L., Nikken Consultants, I. & Kokusai Kogyo Co., L. 1993 Study on comprehensive improvement o the Apure River basin. Tokyo, Japan: The Republic of Venezuela, MARNR, DGSPROA-LNH / Japan International Cooperation Agency.

- Novoa, D. 1982. Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación. Caracas: Corporación Venezuela de Guayana.
- Pearson, S. M.; Turner, M. G. and Drake, J.B. 1999. Landscape change and habitat availability in the southern Appalachian highs and Olympic Peninsula. *Ecological Applications*. Vol 9(4). 1288-1304.
- Petts, G. 1997 Scientific basis for conserving diversity along river margins. In *Biodiversity in Land/Inland water Ecotones*, vol. 19 (ed. J. Lachavanne & J. Juge), pp. 249-268. Paris: UNESCO.
- Petts, G. E. & Amoros, C. 1996 Fluvial hydrosystems: a management perspective. In *Fluvial Hydrosystems* (ed. G. E. Petts & C. Amoros), pp. 263-278. London: Chapman and Hall.
- Petts, G. E. & Bravard, J.-P. 1996 A drainage basin perspective. In *Fluvial Hydrosystems* (ed. G. E. Petts & C. Amoros), pp. 13-36. London: Chapman and Hall.
- Phelps, W. Jr. y Schauensee, R.M. 1978. Una guía de las aves de Venezuela. Grafica Armitanos, C.A.
- Rosales, J. (2000) Hydroecological basis for riparian biodiversity conservation. Tesis de Doctorado Universidad de Birmingham, Inglaterra.
- Rosales, J., Petts, G. & Salo, J. (1999). Riparian flooded forests of the Orinoco and Amazon river basins: a comparative review. *Biodiversity and Conservation*.
- Sánchez, J. C. 1990 La calidad de las aguas del río Orinoco. In *El río Orinoco como ecosistema* (ed. F. H. Weibezahn, H. Alvarez & W. M. Lewis, Jr.), pp. 241-268. Caracas: EDELCA, Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, CAVN, U.S.B.
- Sposito Contreras, R. 2004. Procesos de transformación de las actividades de los puertos y su influencia en la configuración del contexto urbano. En *Memorias del V Congreso Venezolano de Geografía*. Mérida, Venezuela, 29 de Noviembre al 3 de Diciembre del 2004.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W. & al., e. 1980 The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37, 130-137.
- Vásquez, E. & Wilbert, W. 1992 The Orinoco: physical, biological and cultural diversity of a major tropical alluvial river. In *The rivers handbook*, vol. 1 (ed. P. Calow & G. E. Petts), pp. 448-469. Oxford, U.K.: Blackwell Scientific Publishers.
- Vasquéz, E., Colonnello, G., Perez, L., Petts, G. & Rosales, J. 1990 Simposio internacional sobre grandes ríos latinoamericanos: conclusiones de las sesiones de trabajo. *Interciencia* 15, 507-512.
- Ward, J. & Stanford, J. 1995 Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regulated Rivers Research & Management* 11, 105-119.
- Weibezahn, F. 1990 Hidroquímica y sólidos suspendidos en el alto y medio Orinoco. In *The Orinoco River as an Ecosystem* (ed. F. Weibezahn, H. Alvarez & W. H. Lewis, Jr.), pp. 150-210. Caracas: Universidad Simon Bolívar.
- Weibezahn, F. H., Alvarez, H. & Lewis, W. M., Jr. (ed.) 1990 *The Orinoco River as an Ecosystem*. Caracas: EDELCA, Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, CAVN, U.S.B.