

---

# **HUMEDALES DE LOS LLANOS VENEZOLANOS**

---

**CRISPULO MARRERO**



---

# HUMEDALES DE LOS LLANOS VENEZOLANOS

---



**Universidad Nacional Experimental de los  
Llanos Occidentales  
“Ezequiel Zamora”**  
**UNELLEZ**  
**Vice-Rectorado de Producción Agrícola  
GUANARE**

---

# **HUMEDALES DE LOS LLANOS VENEZOLANOS**

---

**Crispulo Marrero**  
Programa de Recursos Naturales Renovables  
Universidad de los Llanos Ezequiel Zamora "UNELLEZ"  
Guanare, estado Portuguesa  
Venezuela

**REQUISITO ESCRITO PARA ASCENDER A LA CATEGORÍA DE  
PROFESOR ASOCIADO EN EL ESCALAFÓN ACADÉMICO**

GUANARE ESTADO PORTUGUESA

VENEZUELA

Julio 2011

Publicado en 2011 por el Consejo Editorial de la UNELLEZ

---

### **Consejo Editorial de la UNELLEZ**

Barinas, Estado Barinas  
Guanare, Estado Portuguesa  
San Fernando de Apure, Estado Apure  
San Carlos, Estado Cojedes

---

© Consejo Editorial de la UNELLEZ 2011

Marrero C  
HUMEDALES DE LOS LLANOS VENEZOLANOS  
Basado en el trabajo presentado y aprobado en el año 2009, como requisito escrito para ascender a la categoría de Profesor Asociado en el escalafón académico de la Universidad de los Llanos "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ).  
Vice-Rectorado de Producción Agrícola, Guanare (UNELLEZ-VPA Guanare).  
Incluye referencias bibliográficas y glosario

Fotografía de la cubierta: Vista parcial de los esteros de Camaguán, estado Guárico, Agosto 2006

**SUGERENCIA PARA CITAR: Marrero C. 2011. Humedales de los llanos venezolanos. Trabajo de ascenso. UNELLEZ. Guanare, Venezuela. 159 pp.**

Cualquier información sobre el texto (comentarios, observaciones, solicitud de material fotográfico o solicitud de ejemplares) contactar por e-mail:

[editandolibros@gmail.com](mailto:editandolibros@gmail.com).

Para bajar de Internet

<http://sites.google.com/site/guanaresite/>

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	I
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	II
<b>PREFACIO.....</b>	III
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	IV
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	V
 <b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Definición y características de los humedales</b>	
Definición de los humedales .....	10
Características que distinguen a los humedales de otros ecosistemas acuáticos.....	11
 <b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>Importancia de los humedales como soporte de las civilizaciones</b>	
Importancia de los humedales en el desarrollo y mantenimiento de civilizaciones antiguas.....	15
Humedales como base de proyectos de saneamiento ambiental.....	23
<u>Recuadros de información seleccionada</u>	
Arando los campos después de la inundación.....	26
Los jardines-isla del antiguo México.....	27
Convivencia de las etnias originarias de Venezuela con los humedales del Llano.....	28
 <b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>Los humedales regionales de agua dulce en el contexto de los Llanos venezolanos</b>	31
Las diferentes regiones que constituyen los Llanos venezolanos.....	32
<u>Recuadros de información seleccionada</u>	
Los esteros de Camaguán.....	41
Alerta sobre la importancia y la situación de conservación de los humedales en Venezuela.....	42
 <b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>Características limnológicas de las áreas inundadas por sistemas fluviales en los Llanos venezolanos</b>	
Los sistemas ríos-planicies de inundación.....	44
Valores característicos de parámetros físico-químicos de las aguas en humedales del Llano venezolano.....	47
<u>Recuadro de información seleccionada</u>	
Venezuela celebra los humedales en el arte del papel moneda.....	52
 <b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>Rasgos climáticos, vegetación, relieve y tipos de ríos de los Llanos venezolanos</b>	
Rasgos climáticos característicos de los Llanos.....	54
Formas de relieve predominantes en el bajo Llano y en los Llanos orientales, relacionadas con los humedales locales.....	58
Distribución general de las comunidades vegetales asociadas a los humedales de los Llanos.....	62
Los tipos de ríos en los Llanos venezolanos.....	69
Principales ejemplos de tipos de humedales de los Llanos y el piedemonte	

andino venezolanos.....	73
<b>Recuadros de información seleccionada</b>	
La palma moriche: fuente de bienestar para habitantes de los humedales del delta del río Orinoco.....	86
La utilización del fruto de la chiga por etnias indígenas en humedales de los llanos venezolanos.....	88
<b>CAPÍTULO 6</b>	
<b>La dinámica del proceso de inundación en los humedales de los llanos venezolanos y su influencia en la biota acuática</b>	
Fases del proceso de inundación en el Llano venezolano.....	90
La influencia del proceso de inundación sobre las comunidades de organismos acuáticos.....	91
<b>    Recuadros de información seleccionada</b>	
Humedales del Llano como refugio estacional de aves migratorias.....	97
Proyecto de conservación del caimán del Orinoco .....	100
<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>Importancia de los humedales del Llano venezolano para las pesquerías regionales</b>	
Estadísticas oficiales sobre productos pesqueros en los principales puntos de desembarco del área de influencia de los humedales del Llano.....	102
Los humedales como hábitat de larvas y juveniles de las especies de peces de la región.....	109
<b>    Recuadros de información seleccionada</b>	
En peligro crítico proceso de migraciones de peces entre los humedales de los llanos y el piedemonte andino.....	118
La vida en el fondo de los ríos del Llano.....	122
<b>CAPÍTULO 8</b>	
<b>Obras de ingeniería que modificarían la dinámica de los humedales del bajo Llano de Venezuela: Proyecto Eje Orinoco Apure</b>	
El Proyecto Eje Orinoco Apure y los efectos potenciales sobre la dinámica de los humedales regionales.....	126
<b>    Recuadros de información seleccionada</b>	
Manejo integral de las zonas inundadas en el Llano.....	133
El comercio en el pasado en el eje fluvial Orinoco-Apure.....	135
<b>COROLARIO</b>	137
<b>    Recuadro de información seleccionada</b>	
Crónica de un desastre ambiental provocado por el hombre.....	142
<b>APÉNDICE I .....</b>	146
<b>GLOSARIO .....</b>	148
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	153
<b>BIOGRAFÍA.....</b>	160

Dedicado a la memoria del Dr. Francisco Mago-Leccia como un tributo:  
científico de alto nivel, maestro forjador de generaciones, persona humilde y amigo

## PRESENTACIÓN

El profesor Crispulo Marrero nos presenta en este trabajo los resultados de su investigación directa, complementados con la información bibliográfica disponible sobre los humedales de los Llanos venezolanos. En esta región del país, y en particular en los Llanos occidentales, los humedales constituyen ecosistemas de gran importancia por su extensión y por sus relaciones con la fauna y con la vegetación. Ellos son el resultado de los procesos geológicos que se iniciaron en el pleistoceno, particularmente en su fase tardía, la llamada glaciación Mérida (15.000 a 10.000 años A.P), cuando las cumbres andinas por encima de 2600 metros, estuvieron cubiertas por glaciares. Algunos autores señalan que las condiciones climáticas en este período ejercieron gran influencia sobre el ciclo de sedimentación continental, produciéndose denudación de suelos por la baja cobertura vegetal y por la precipitación que se presentó en forma de tormentas torrenciales; así se formaron abanicos aluviales de materiales gruesos, del piedemonte barinés y de terrazas andinas, mientras que los materiales más finos se transportaban y depositaban en la depresión de los Llanos. Posteriormente, en el Holoceno (10.000 años A.P.), se definen los grandes cauces fluviales de los ríos llaneros y se establece un período de deposición de sedimentos que configura el paisaje actual de los Llanos occidentales y el bajo Llano con sus bancos, bajíos y esteros, como los describe en su texto el profesor Marrero.

Todos estos procesos geomorfológicos y edáficos están acompañados por aquellos inherentes a la vegetación y a la fauna, y eventualmente a la intervención antrópica. De allí que los paisajes derivados de esta dinámica en que intervienen factores físicos y biológicos, fueron encontrados por los primeros pobladores humanos de la zona, quienes los utilizaron con técnicas adaptadas a sus conocimientos y con los medios a su disposición.

Después de la llegada de los europeos, con la introducción de ganado vacuno y hasta el presente, los humedales constituyen una reserva de pastos frescos en la época seca y han sido utilizados desde entonces, en asociación con los bancos, en la producción pecuaria extensiva, siempre adaptada a los ciclos climáticos que prevalecen en esta zona. Los estudios del profesor Marrero y la información que él analiza, indican la gran riqueza biológica de los humedales, sus condiciones de hábitat para muchas especies acuáticas y terrestres asociadas a las condiciones ecológicas y su papel en la reproducción de peces que constituyen un medio de vida para un importante sector de la población llanera.

Una intervención profunda en el seno de estos ecosistemas, por parte del hombre, puede tener consecuencias indeseables para el funcionamiento de los mismos y para los aspectos sociales y económicos asociados; de allí la importancia de este trabajo el cual, por lo demás, está presentado en forma muy didáctica. Esperamos que la información allí contenida contribuya a la comprensión de estos ecosistemas y, lo más importante, confiamos que el trabajo motive la ejecución de estudios puntuales, para definir pautas de usos de la tierra en esta vasta e importante zona de la geografía nacional.

Pedro José Urriola-Muñoz  
Profesor *Emeritus* UNELLEZ

## PREFACIO

Actualmente en el ámbito mundial, el tema de los humedales ha adquirido relevancia. Afortunadamente en nuestro país, este mismo interés se está materializando en forma de una renovada y genuina atención hacia tales ecosistemas. Esta tendencia resulta positiva porque literalmente **Venezuela es un país de humedales**; de hecho, poco menos de un cuarto de su área territorial se encuentra cubierta por estos ecosistemas. De acuerdo a la UICN (UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA), en el país existen alrededor de 155 humedales de casi todos los tipos existentes: bosques palustres, zonas inundables, manantiales, lagunas altoandinas, lagunas llaneras, lagos, fumarolas, madres viejas, ríos, caños, quebradas, deltas internos, deltas abiertos, ciénagas, represas y polderes; también existen en el país humedales marino-costeros de áreas continentales y marino-costeros de áreas insulares.

Los humedales siempre han sido fuente de progreso y bienestar para culturas ancestrales, y aun hoy en día muchos países dependen de su excelente capacidad como biofiltros o reservorios de agua, o dependen de los productos extraídos de allí (rubros pesqueros, rubros agrícolas y maderas para la construcción). Desafortunadamente, los humedales también han estado identificados como obstáculos que impiden desarrollar obras de infraestructura, o han estado asociados con terribles brotes de enfermedades transmitidas por insectos que allí se reproducen activamente. Por ello, el criterio del "saneamiento" de áreas inundables o pantanosas, ha sido casi una norma en los proyectos de planificación.

Sin embargo, en el ámbito mundial, ante el continuo crecimiento poblacional y debido a los ingentes requerimientos de agua derivados de ello, así como debido a las necesidades de contar con espacios naturales para la recreación y la conservación de la fauna y la flora, ahora se torna pertinente mirar con un criterio distinto a los humedales: de hecho, ya en muchos países, se están recuperando humedales que habían sido profundamente alterados.

Tal cambio de visión requiere que desde distintas disciplinas, nos aboquemos al estudio y a la divulgación, más allá de los ámbitos puramente académicos, de las bondades de los humedales, de sus mecanismos de funcionamiento y en general de su importancia para el mejoramiento de la calidad de vida de nuestros habitantes. Pero además, este cambio de visión reclama con urgencia que en nuestro país se cree una normativa legal, clara y amplia que permita colocarnos a la par de otros países en lo que respecta al manejo, el uso y la protección de los humedales.

*Crispulo Marrero*  
Guanare junio de 2011

## Agradecimientos

La culminación de este trabajo no habría sido posible sin la contribución de un gran número de personas e instituciones. No obstante debo destacar de manera muy particular el apoyo económico e institucional que para ejecutar el trabajo de campo, en su momento brindara la FUNDACIÓN POLAR por intermedio de Armando Hernández y su equipo.

Así mismo, la Coordinación de Investigación del Vice-Rectorado de Producción Agrícola de la UNELLEZ, la Coordinación de Postgrado de Recursos Naturales, del mismo Vice-Rectorado y el personal de REUNELLEZ en el módulo Fernando Corrales, en la población de Mantecal, prestaron un invaluable apoyo financiero y logístico.

Numerosas personas en los estados Apure, Portuguesa, Guárico, Monagas, Anzoátegui, Táchira y Delta Amacuro (trabajadores del campo, pescadores, dueños de fincas, dueños de pequeños predios, funcionarios gubernamentales y personal militar), prestaron apoyo logístico y brindaron hospedaje en modestos cobertizos o en cómodas habitaciones, mientras se ejecutaba el trabajo de campo.

Una nota especial de agradecimiento merecen mis colegas y amigos los profesores Pedro José Urriola Muñoz y Eliseo Castellano, quienes minuciosamente leyeron el texto y sugirieron numerosas modificaciones; éstas, en su mayoría, fueron incorporadas. No obstante, asumo la responsabilidad por cualquier omisión o falla que pudiera haber en la versión final del texto.

A todos ellos mi más sincera manifestación de aprecio y gratitud.

## INTRODUCCIÓN

**C**elebravanse ntras. rancherias con dos oras de sol cada tarde, porque los soldados se diuirtiesen en sus pescherias, los soldados con sus guarales y anzuelos y los yndios bogas con sus fisgas, trayendo aquestos muy a punto sus arcos y flechas , de que se aprouechan también en facções tan de su agrado y en fauor del real todo, a quien regalauan con abundancia de pescados diferentes, quales son: sardinatas, dentones, cachamas, pações, palometas, boquichicos, charos y cariues, y otros muchos pescados diversos con tanta abundancia que la auia en el real todo este genero que quasi fastidiaua a los mas afectos a el si bien los çelebravan mucho algunos soldados y jente de seruiçio..."

El fragmento transcritto aquí en castellano antiguo, describe con sorprendentes detalles una de las primeras impresiones de los europeos sobre la abundancia de peces del río Apure. El relato fue realizado por Fray Jacinto de Carvajal, quien como cronista acompañó al Capitán Miguel de Ochogavia en el viaje del primer avistamiento, por parte de los europeos, de este río a mediados del siglo XVII. Se percibe en la crónica, la importancia de los productos pesqueros en el sustento diario de las etnias locales para ese entonces. Esta importancia no ha declinado con el tiempo, a pesar de la distancia que nos separa del fraile Carvajal. Si en este momento un explorador se aventurara por el río Apure, en la semana santa, como lo hiciera el Capitán Ochogavia hace casi cuatro siglos, sin duda alguna narraría una escena muy parecida a la descrita por Carvajal, excepto por la otra masiva presencia de los indígenas.

La productividad de peces del río Apure es alta, a juzgar por los indicadores de la actividad pesquera. Según datos oficiales en la inspectoría de pesca de San Fernando de Apure, están inscritos más de dos mil pescadores; cifra ésta muy alta en lo referente a explotaciones pesqueras fluviales, que incluso es comparable con datos análogos de pesquerías marino-costeras del país. Tal abundancia de peces

está asociada a la presencia de las complejas zonas anegadizas (humedales) mantenidos por el fenómeno anual de la inundación que predomina en esta región del país. Se ha comprobado que en estas aguas, casi todas las especies de peces comerciales llaneras cumplen parte de sus ciclos vitales en los humedales, si acaso no la totalidad de éste.

Si bien los Llanos son una entidad fisiográfica heterogénea, se integran allí ecosistemas acuáticos (humedales) totalmente conectados que en gran medida han evolucionado bajo la inducción del fenómeno anual de la inundación. Por ello los ciclos vitales de plantas y animales están en total sincronía con los eventos de distinta índole que se desencadenan con las lluvias. Además, los Llanos inundables han sido moldeados en su red de drenaje, en su topografía y hasta en la textura de sus suelos, por ese proceso hidrológico que se repite año tras año; de tal manera que puede decirse literalmente que hasta el paisaje ha evolucionado en función del fenómeno anual precipitación-inundación.

Los humedales siempre han jugado un papel preponderante en la civilización humana. Sin embargo en muchos países, y en especial en los países subdesarrollados, aún persiste la tendencia a mirarlos como áreas insalubres, y como consecuencia, se propician obras para eliminarlos. No sucede así en la mayoría de los países desarrollados, donde esa actitud ha cambiado drásticamente en los tres últimos lustros, y ahora se reconocen ampliamente sus beneficios y bondades.

Es preciso decir que en nuestro país, casi un veinte por ciento del territorio está cubierto por este tipo de sistemas y más de tres millones de habitantes son influidos positivamente o negativamente por ellos (por inundaciones, como vías alternas de comunicación, como fuentes de agua y como fuente de productos pesqueros o agrícolas). No obstante a pesar de que los humedales son una parte relevante de nuestra geografía y afectan de alguna manera a poco menos de un tercio de la población, aún desconocemos su importancia y sus potencialidades.

Sin pretender agotar el tema, en este trabajo se da al lector una panorámica general de los humedales, en la región de los Llanos de Venezuela. Se destacan tópicos fundamentales tales como el entorno demográfico, la vegetación, los rasgos climáticos, el relieve, la dinámica de los mecanismos de funcionamiento del proceso de inundación, la importancia de estos sistemas en los ciclos vitales de los peces y los proyectos que potencialmente, van a afectar los humedales regionales. Este último tópico adquiere una especial relevancia, en momentos en que están sobre el tapete megaproyectos de ingeniería que potencialmente van a modificar de manera extensiva los humedales de la región llanera venezolana, y, pudiera decirse, modificará la dinámica de estos ecosistemas allende nuestras fronteras.

El trabajo es de tipo descriptivo, y se realizó en base a la información de campo recopilada en proyectos de investigación auspiciados por la Coordinación de Investigación del Vice-rectorado de Producción Agrícola de la UNELLEZ. Para complementar la información de campo, se consultó la literatura más resaltante sobre el tema, en un lapso que abarca desde la década de los setenta hasta la actualidad.

Se hizo énfasis en analizar y discutir un conjunto de trabajos de varias subdisciplinas de la ecología, publicados ya hace tiempo en la década de los ochenta, que tienen como base la experiencia de campo recopilada en el área de Mantecal, en el estado Apure. Estos trabajos fueron ejecutados a finales de los setenta por un equipo de investigadores del Instituto de Zoología Tropical de la Universidad Central de Venezuela. Los mismos registran quizás la etapa más importante de la investigación limnológica de los Llanos venezolanos. Así mismo, se consultaron los trabajos básicos sobre hidroquímica y dinámica del plancton, del bajo llano y algunos ríos de la región sur del país; éstos fueron realizados, a finales de la década de los ochenta, por un grupo de investigadores de la Universidad de Colorado USA. Se consultó literatura que reporta datos tomados del área de

estudios, sin embargo, no se omitió alguna literatura relevante sobre el tema que se produjo en sistemas similares, en otras partes del mundo.

El trabajo está dividido en ocho capítulos en cuyo desarrollo se describe la importancia general de estos sistemas, y otros temas específicos tales como las definiciones de humedales, la utilidad de éstos, los mecanismos de funcionamiento y las amenazas que se ciernen sobre los mismos, así como casos donde la modificación de la dinámica de los humedales, ha conllevado a una serie de desajustes ecológicos y conflictos de índole y social.

Al culminar los capítulos se incluyen extractos que contienen información de tipo divulgativo, presentada en recuadros o “cajas” especiales. Se destaca, en uno de estos recuadros, el impacto que sobre la dinámica ecológica local, y sobre la dinámica social ha tenido el cierre del caño Mánamo, en el delta del río Orinoco. En otros recuadros, se presentan ejemplos de la importancia que estos sistemas han tenido en las principales civilizaciones del orbe a lo largo del tiempo, para apuntalar su desarrollo agrícola y comercial; también se destaca su importancia como estaciones de reabastecimiento de aves migratorias. Así mismo, se tocan en estos recuadros, tópicos sobre etnobotánica, sobre biología de algunos grupos de peces de los grandes ríos que inundan nuestras sabanas llaneras, o el inminente peligro en el que se encuentra en la actualidad, el proceso de migraciones de los peces desde los ríos llaneros hasta el piedemonte andino. Se espera que además de hacer menos pesada la lectura de los aspectos técnicos del trabajo, estos recuadros de información seleccionada muestren al lector los contextos históricos y pragmáticos del manejo y la importancia de los humedales, más allá de nuestras fronteras y del ámbito puramente científico.

Al final del trabajo se incluye un glosario, donde se explican algunos conceptos de la terminología técnica, referidos a humedales, así como vocablos empleados en la jerga local. Los términos que aparecen en este glosario, están resaltados en **negritas** (bold) a lo largo del texto.



# 1

## **DEFINICIÓN y CARACTERÍSTICAS DE LOS HUMEDALES**

- Se presentan las definiciones más notorias sobre humedales, que han sido propuestas por diferentes autores.
- Se describen las características que distinguen a los humedales de otros ecosistemas.

**H**UMEDAL ES UN TÉRMINO GENÉRICO utilizado para definir una amplia gama de hábitats húmedos donde se incluyen, lagunas, lagos, pantanos, ciénagas, suelos encharcados, marjales y áreas similares.

Los humedales son ambientes propensos a inundación periódica o permanente, o están sujetos a una prolongada saturación del suelo suficiente para el establecimiento de **hidrofitas** y/o para el desarrollo de suelos o sustratos **hidromórficos**. De hecho, los humedales son lugares donde el exceso de agua recurrente impone una influencia controladora sobre toda la biota: sobre plantas, animales y también sobre microorganismos (Thomaz 1997).

La definición técnicamente aceptada de humedales fue acuñada formalmente por el Buró de Información del Comité **Ramsar**. Esta amplia definición “oficial” dice que los humedales son: “*áreas de pantanos, bajíos o ambientes acuáticos, tanto naturales como artificiales permanentes o temporales en las cuales el agua presenta flujo o es estática, puede ser dulce, salina o salobre incluyendo áreas marinas en las cuales la marea baja no exceda seis metros*”.

Existen definiciones un tanto más restrictivas, como las propuestas por Lyon (1993) y Mitsch y Gosselink (2007), quienes definen los humedales como “*aquellas áreas distinguidas por la presencia de suelos saturados, con agua permanente bien sea salada, salobre o dulce, en cuya superficie se desarrolla una vegetación adaptada a esta condición, y quedan excluidas aquellas especies vegetales intolerantes a largos períodos de inundación*”. Estas definiciones, a pesar de ser relativamente más restrictivas que la “definición oficial”, incluyen una gran diversidad de ambientes húmedos, pero resaltan expresamente que en un humedal deben existir suelos húmedos y plantas adaptadas a unas condiciones de humedad específicas.

Por su parte Neiff (1997), propuso una definición para los grandes humedales de América del Sur; de acuerdo a este autor los humedales son: “*sistemas de cobertura subregional en los que la presencia temporal de una lámina de agua de espesor variable (espacial y temporalmente), condiciona flujos biogeoquímicos propios, suelos con acentuado hidromorfismo y una biota peculiar*”.

*por procesos de selección, que tienen patrones propios en su estructura y dinámica. Pueden considerarse como macrosistemas cuya complejidad crece con la variabilidad hidrosedimentológica y la extensión geográfica ocupada"*

Se pueden citar otras definiciones; por ejemplo varios países presentan definiciones nacionales, adaptadas a sus particulares legislaciones ambientales. Por otra parte, en trece estados así como en entes de administración ambiental de los Estados Unidos de América, existen definiciones de humedales adaptadas a criterios regionales y a las legislaciones locales.

#### Características que distinguen a los humedales de otros ecosistemas acuáticos

A pesar de esta aparente diversidad de criterios, que en muchos casos no transcinden el ámbito puramente semántico, lo cierto es que todas las definiciones presentan elementos comunes. Estos elementos giran en torno al hecho de que los humedales son sistemas integrados en los cuales, al menos en un período del año, una lámina de agua cubre someramente la superficie del substrato, o la subyace; y, además, en estas áreas debe estar presente una biota particular adaptada a estas condiciones. Por eso siempre que se intente dilucidar si una determinada área es un humedal, es necesario precisar tres criterios básicos:

- (1) El área debe inundarse periódicamente o por lo menos debe mantenerse una lámina de agua superficial o subsuperficial.
- (2) El substrato debe humedecerse y puede llegar a ser predominantemente, un suelo tipificado como hidromórfico.
- (3) La vegetación dominante del lugar debe ser hidrofílica.

En el caso de los humedales en los cuales la lámina de agua no cubre el sustrato, sino que subyace a éste, es una condición indispensable que esté muy cerca de la superficie (Fig. 1.1). Además, es muy importante resaltar que si bien la definición de un humedal implica la ocupación permanente o temporal de un espacio físico por parte del agua, no podemos desestimar un área como humedal

por el hecho de que en un momento determinado allí no esté presente el agua. De hecho, en la definición adoptada por Lyon (1993), se considera un área como humedal, aunque en el suelo sólo existan evidencias de que ha habido una lámina de agua efectiva, al menos durante un lapso. En el Apéndice I, se presentan las características de diferentes tipos de humedales de agua dulce.

Debido a las diferencias regionales en regímenes hidrológicos, climas, procesos formadores del suelo y características geomorfológicas, alrededor del mundo han evolucionado tanto una amplia gama de comunidades de plantas características de humedales, como también muchos tipos de suelos hídricos; por estas razones es posible encontrar en la literatura técnica o divulgativa tantas nomenclaturas para describir hidrofitas y suelos hidromórficos, como tipos de humedales particulares existen.

Algunos tipos de humedales comunes incluyen marismas salinas permanentes, marismas temporales producidas por mareas, salinas, manglares y suelos encharcados. En el Llano venezolano en lo que respecta a humedales de agua dulce, son particularmente importantes, los **morichales**, los **bajíos**, los **esteros**, las **madres viejas** o cauces abandonados y los **préstamos**.



Figura 1.1. En este humedal el agua no cubre la superficie del sustrato sino que subyace a éste. El agua que está llenando la fosa a la derecha se filtra desde el sustrato pocos minutos después que una retroexcavadora abre la zanja. Nótese la diferencia de nivel (línea amarilla), en la fosa del lado izquierdo con respecto a la fosa de la derecha): eventualmente ambos niveles se igualan (fotografía tomada en abril de 2003 en la vía que conduce desde Guanare hacia la población de Papelón en el estado Portuguesa).

Los humedales se pueden presentar en diversos lugares del paisaje: donde periódicamente el agua se acumule; donde existan descargas de aguas en la superficie del terreno; o donde existan descargas subterráneas estacionales o perennes (Tiner 1999, Mitsch y Gosselink 2007, van der Hammen *et al* 2008) (Fig. 1.2). Por otra parte, las formas de relieve donde se forman humedales incluyen: depresiones rodeadas de tierras altas con o sin drenajes; o áreas planas y/o planicies de inundación alrededor de cuerpos de agua extensos, donde se presenten fluctuaciones severas en sus niveles de agua (por ejemplo, ríos, lagos y lagunas, estuarios, deltas abiertos y deltas internos). También incluyen las aguas bajas internas protegidas que presenten canales de flujo lento; áreas planas que han perdido drenajes (por ejemplo áreas inter divisorias de ríos) las terrazas inclinadas que estén ubicadas bajo sitios de descargas de aguas subterráneas (por ejemplo manantiales y/o vías de drenaje); y zonas inclinadas situadas bajo áreas de manantiales o afloramientos en el borde de estratos impermeables.

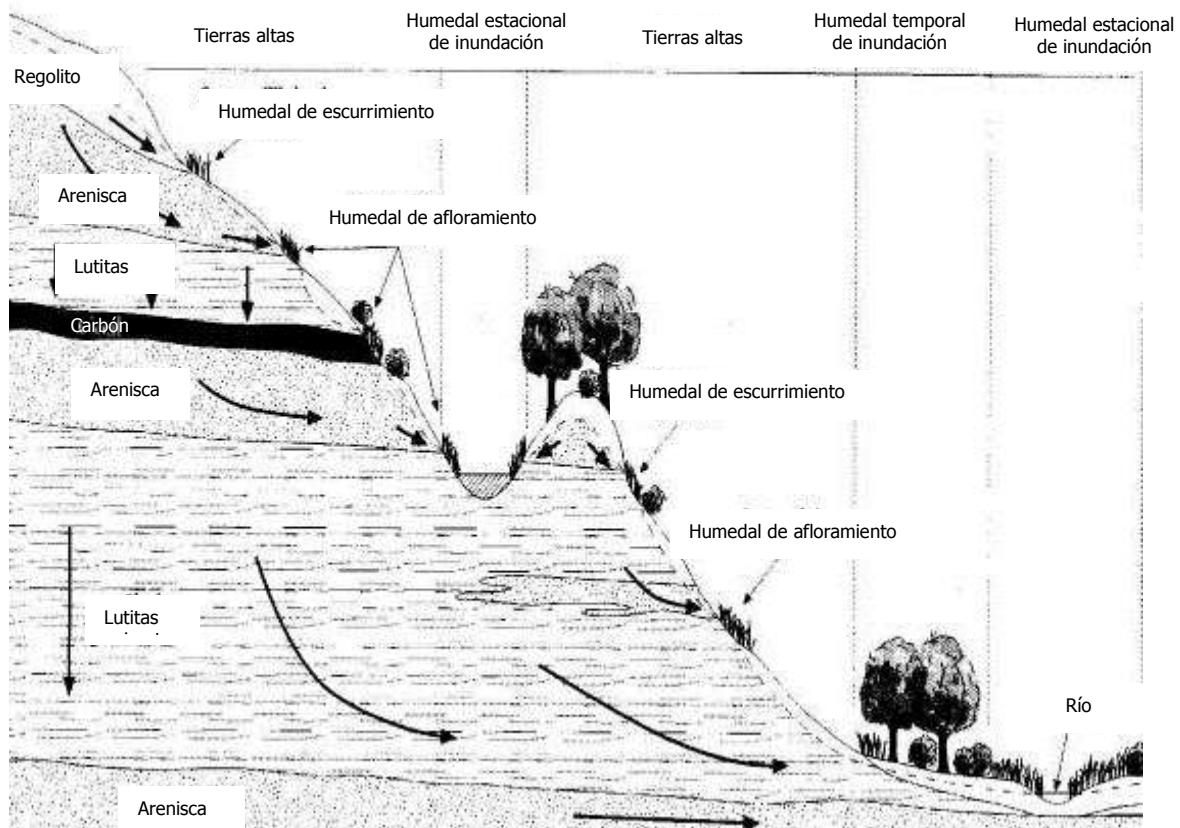
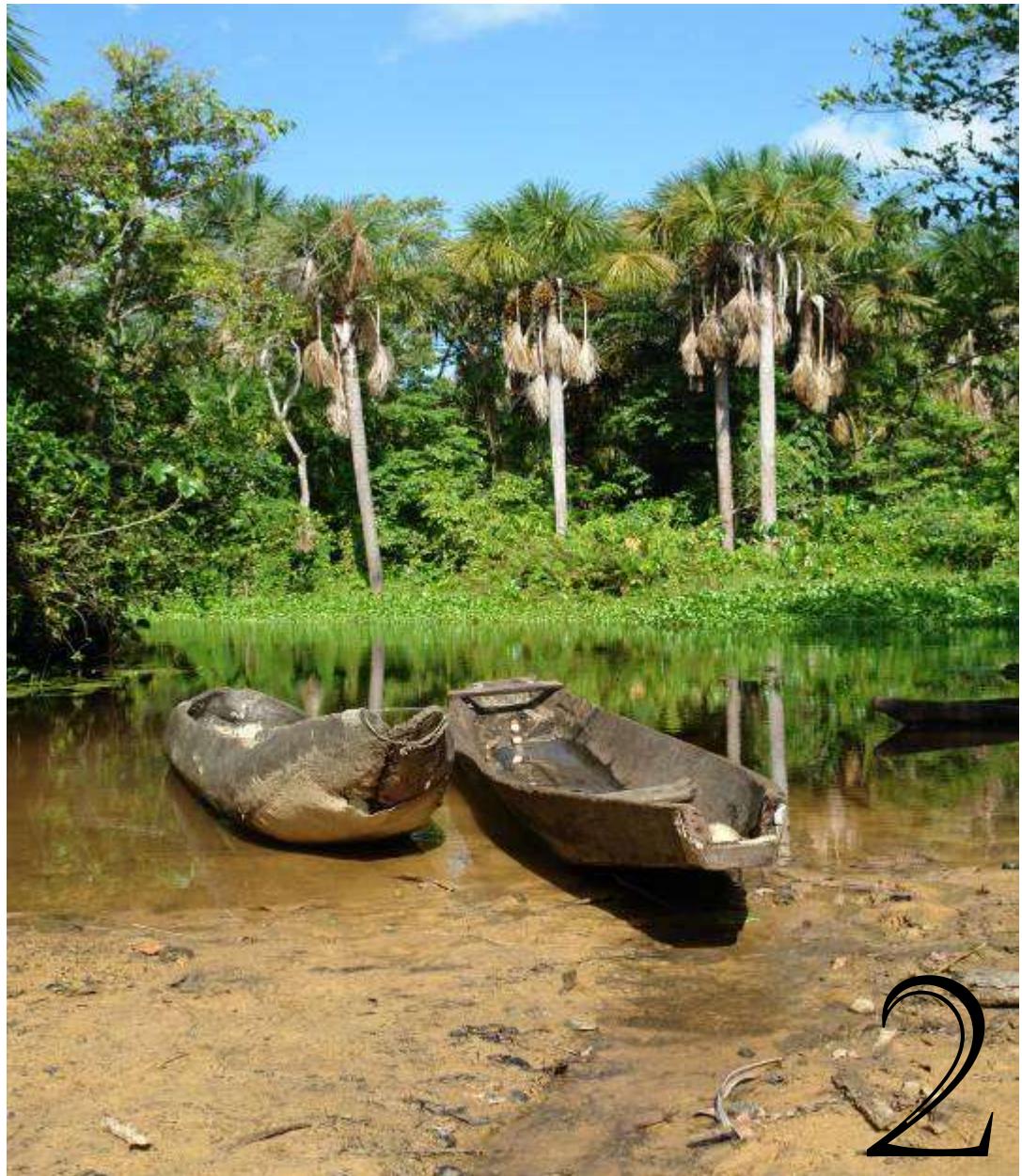


Figura 1.2. Tipos de humedales en una zona inclinada, donde aflora el agua. Se observan allí escurrimientos, manantiales o afloramientos en sustratos permeables (tomado de Tiner 1999).

Si bien los humedales pudieran catalogarse de áreas transicionales entre fases acuáticas y terrestres, como hábitats presentan características y atributos propios, que propician relaciones estrechas entre los factores físicos y los biológicos (Cowardin et. al., 1979). Esa naturaleza dual le imprime a estos sistemas biológicos, más que a cualquier otro, una dinámica muy especial que principalmente promueve una fuerte acumulación de materia orgánica en el sustrato, con lo que sobrevienen cambios radicales, y a veces irreversibles, en lapsos relativamente cortos (ver Collins y Kuehl 2001). Debido a estos cambios, sus principales elementos constituyentes (la vegetación, el suelo y el agua), interactúan paulatinamente hasta que, en la mayoría de los casos, finalmente la tierra pasa a ser un elemento dominante sobre el agua (Lyon 1993, Marrero 2000, Mitsch y Gosselink 2007 y Steven y Ogden 1994).



Figura 1.3. Panorámica de los esteros de Navay (la amplia zona de color verde situada detrás de la línea de árboles). Estas son unas extensas ciénagas asociadas al río Navay en el estado Táchira, cerca de la población de Abejales. Allí se presenta una lámina de agua permanente, bajo una densa cubierta de hidrofitas (fotografía tomada en abril de 2010).



## **IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES COMO SOPORTE DE LAS CIVILIZACIONES**

- Se describe la importancia que han tenido diferentes humedales en el desarrollo y mantenimiento de remarcables civilizaciones antiguas.
- Se examina la relevancia que están cobrando en la actualidad los humedales en proyectos de saneamiento ambiental.

## LOS HUMEDALES COMO SOPORTE DE LAS CIVILIZACIONES

**L**OS HUMEDALES son una de las características más importantes del relieve terrestre, y por ello si bien este libro trata específicamente sobre los humedales del llano venezolano, nos permitiremos la licencia de describir su utilidad en el orbe. Debido a que estos ecosistemas se cuentan entre los más productivos y biológicamente más diversos (Keddy 2000), y debido a su ubicuidad e importancia como fuentes de agua, renombradas civilizaciones en la historia de la humanidad, tanto en el viejo mundo como en las Américas, dependieron de los mismos para su desarrollo, su supervivencia y para la expansión de su poderío.

Los primeros agricultores conocidos perfeccionaron la habilidad de sembrar y cosechar masivamente gracias a que “domesticaron” de manera eficiente los humedales; nos referimos a los habitantes que ocuparon los valles y planicies inundables entre los ríos Tigris y Éufrates: Mesopotamia. De hecho Mesopotamia significa tierra entre ríos. Sus habitantes pudieron manejar inteligentemente las aguas y así dieron un empuje notable a lo que se conoce como civilización mesopotámica. Fue la necesidad de irrigación de los sumerios y posteriormente de los acadios, lo que impulsó la construcción de asentamientos urbanos a lo largo de esos importantes ríos y sus tributarios. Ciudades grandes como Ur y Uruk se alzaron a orillas de los tributarios del Éufrates mientras que otras como Lagash fueron construidas a orillas de los tributarios del Tigris. Los ríos además del agua para cubrir las necesidades diarias proveyeron beneficios tales como la arcilla que se empleó para fabricar ladrillos, con los cuales se construyeron imponentes edificaciones. Así mismo, proveyeron la materia prima para fabricar las tablillas de arcilla donde se escribieron los caracteres cuneiformes de manera sistemática en lo que constituye la primera forma de escritura conocida en la historia de la humanidad. También suministraron los peces que fueron utilizados como alimento o como fertilizante para enriquecer la tierra. Con el dominio de las técnicas de irrigación se pudo cultivar la tierra a gran escala y el suministro de alimentos en

Mesopotamia fue seguro y abundante. Así la población pudo desarrollar diversas áreas del conocimiento humano (la escritura, la astronomía, las leyes, las artes, la arquitectura). De hecho se cree que la escritura cuneiforme es una simplificación de pictogramas relativamente complejos que inicialmente indicaban cantidades de semovientes, límites de propiedades, cantidades de queso o mantequilla, estaciones de siembra y fases de la luna entre otras cosas.

En Mesopotamia los humedales riparios (márgenes fluviales, deltas internos, vegas y planicies inundables) eran muy fértiles y adecuados para los cultivos, mientras que la tierra alejada de esos sitios era seca y prácticamente inhabitable. Tal disparidad de tierras aprovechables para los cultivos, aunada al aumento de la población fueron factores que motorizaron innovaciones entre las se encuentran el control del agua mediante represas y el uso de acueductos para conducir el vital líquido. Además los primeros agricultores locales emplearon arados de madera para ablandar el suelo y establecer allí cultivos tales como cebada, cebollas, uvas y manzanas; estos cultivos aun hoy en día se cuentan entre los rubros agrícolas más importantes. Estas gentes fueron de las primeras en fabricar cerveza y vino. Sin embargo, así como los ríos sostenían la vida y apuntalaban el progreso también la destruían mediante inundaciones que arrasaban ciudades enteras, y seguro esparcían vectores acuáticos de calamitosas enfermedades.

Por otra parte, la antigua civilización egipcia (la cual también fue una de las civilizaciones más importantes de su tiempo, habiendo prosperado durante cuarenta siglos), en parte debió el poder a su gran capacidad comercial; tal capacidad estaba centrada en el hecho de que sus habitantes cultivaban en forma sistemática las fértiles riveras inundables del río Nilo. Allí se producían fibras para hacer papel, lino, y sobre todo se producían granos y hortalizas que suplían las necesidades internas y servían también como valiosos productos de exportación. De hecho, desde las épocas de Ramsés el Grande, y hasta los últimos faraones, el día de año nuevo se realizaban ceremonias especiales para garantizar una copiosa inundación por parte del río Nilo, ya que en la cosmología egipcia estas ceremonias

garantizaban un año de abundantes cosechas y concomitantemente significaban bienestar general para la población.

En el año 696 A.P., a seis años de haber sido coronado como soberano de Egipto, el faraón nubio de la vigésimo quinta dinastía Taharqa hijo de Piankhi se benefició de las bondades de los humedales asociados al río Nilo. Relatan las crónicas de la época: "*las aguas en el Nilo crecieron a causa de las lluvias, provocaron inundaciones en los valles y produjeron asombrosas cosechas de grano sin afectar aldea alguna*". El mismo faraón dejó escrito en sus cuatro estelas conmemorativas "*las inundaciones incluso exterminaron a todas las ratas y serpientes*". Queda claro que ante su pueblo los humedales de la planicie de inundación del río Nilo, y el beneficio subsecuente de una copiosa cosecha allí desarrollada, fueron vistos como una bendición del dios Amón, quien le sonreía a su elegido asegurándole prosperidad.

Al otro extremo del mundo también se han documentado casos de civilizaciones antiguas que dependieron de los humedales para producir alimentos y suministrar agua para el consumo de grandes cantidades de personas: en este caso nos referimos a Mesoamérica. Entre estas civilizaciones se tienen a los olmecas (considerada por algunos la civilización madre de Mesoamérica), los mayas y los aztecas. La civilización Olmeca tuvo sus inicios hacia el 1.500 AP, allí el arte, la astronomía, la religión, la agricultura y otros logros tuvieron una gran influencia sobre otras culturas que se desarrollaron después en la región. Los olmecas vivían en las tierras bajas que bordeaban la costa del golfo de México, en lo que son ahora los estados de Veracruz-Llave y Tabasco; en estos lugares se asentaron y florecieron al lado extensos humedales pantanosos. Los caudillos olmecas controlaban algunas de las tierras agrícolas más ricas de Mesoamérica, así como los importantes humedales marino-costeros de la zona, donde cultivaban alimentos, y colectaban frutos del mar, para suplir a grandes contingentes de personas.

Posteriormente la civilización Maya también se benefició del manejo intensivo de los humedales. Hallazgos recientes demuestran que los mayas,

quienes dominaron parte de Mesoamérica por al menos doce siglos, tuvieron altas densidades poblacionales y, concomitantemente, muchas bocas que alimentar (se estima que habían densidades de hasta 800 habitantes por kilómetro cuadrado). Aparte de los místicos **cenotes**, que fueron elementos centrales de su cosmología como conductos acuáticos hacia el inframundo, las modernas imágenes de satélite muestran vestigios de la construcción de complejos sistemas de canales, mediante los cuales se aprovechaban los humedales locales que rodeaban a los poblados más importantes. Se supone que fue así como el manejo intensivo del agua les permitió regar amplios predios y cultivar de manera sistemática grandes extensiones de tierra para producir alimentos.

Sin embargo, en el largo plazo precisamente este manejo intensivo del ambiente tuvo consecuencias adversas. De acuerdo Rejmankova *et al.* (1995), la severa explotación para expandir las fronteras agrícolas necesariamente implicó deforestación de amplias áreas. Esa eliminación de la cobertura vegetal, conjuntamente con un largo período de sequía, atribuido al fenómeno del Niño, propiciaron el deterioro de los humedales locales y debido a ello, se conjectura que, comenzó el declive de esta remarcable civilización.

Por su parte los aztecas desarrollaron una agricultura muy intensiva y, no es exagerado afirmar que en la América precolombina, quizás representen la cúspide en cuanto a la habilidad para el manejo de los humedales con fines agrícolas. Ellos cultivaban en grandes balsas formadas por troncos de árboles que se ataban con cuerdas de ixtle (fibra de maguey): estas plataformas son conocidas como chinampas, y como sistema de cultivo fueron la admiración de los primeros europeos que las observaron a su llegada al territorio mexicano. Sobre este armazón trenzaban cañas y troncos delgados, que cubrían con capas de grava, tierra y restos vegetales; luego en los bordes de estas plataformas se plantaban árboles que al fijar las raíces en el fondo de la laguna cimentaban las balsas. La humedad uniforme y la gran fertilidad de la tierra eran extraordinariamente apropiadas para el cultivo de legumbres, hortalizas y flores. Además con la instalación de diques y chinampas, los aztecas obtenían amplias extensiones de

tierra firme que, tras algún tiempo, podían ser pobladas tal como lo hicieron, y lo hacen hoy en día, los holandeses. En la época de la intervención española (1521), las islas vecinas Tenochtitlán y Tlatelolco se habían unido en una única isla, la Gran Tenochtitlán, que en ese entonces ya contaba con aproximadamente 300.000 habitantes.

Las chinampas fueron el lugar de cultivo principal de los pobladores locales hasta principios del siglo XX, momento en que se produjo la total desecación del lago de Texcoco, donde actualmente se asienta la ciudad de México. Sin embargo, todavía hoy, los habitantes de la capital utilizan chinampas para producir casi los mismos rubros que cultivaban sus ancestros aztecas hace más de quinientos años. Este tópico, el manejo de las chinampas por los mexicas, se detallará al final del capítulo.

En el continente suramericano también existían manejos muy avanzados de los humedales en tiempos precolombinos. Existen evidencias de que en los alrededores del humedal Lucre-Huacarpay, en el valle del Cuzco peruano, culturas pre-incaicas (el imperio Wari) y también culturas incaicas posteriores, construyeron y controlaron de manera muy activa complejos sistemas hidráulicos: terrazas, canales, conductos, acequias, represas y acueductos. Tan fabulosas estructuras fueron utilizadas por estas antiguas culturas para abastecerse de agua en sus necesidades diarias, y para regar prolíficamente extensos campos de maíz y de papas; con ello se suplía a la enorme población de la ciudadela de Pikillaqta, la cual entre los años 1200 y 750 AP, se estima que periódicamente albergaba hasta diez mil habitantes.

En el territorio de nuestro país, en el siglo diez y ocho, Juan de Castellanos, Fray Francisco de Carvajal y el padre Gumilla describen estructuras menos sofisticadas que las de los mayas, aztecas e incas, pero no menos ingeniosas y útiles que aquéllas. Las mismas fueron expresamente construidas aquí por las etnias originarias, para establecer cultivos de manera intensiva en parte de la sabana inundable de los llanos. En este caso se trata de extensos terraplenes o calzadas elevadas, que en época de inundaciones sobresalían de la superficie del

agua. Tales calzadas estaban formadas por acumulación de tierra, ejecutada prólijamente con macanas; allí apilaban tierra, restos de vegetación natural y restos de cultivos.

Con estas prácticas nuestros ancestros abonaban eficientemente el terreno para cultivar calabazas, pimientos yuca y maíz. Aparentemente la técnica de construcción de estas calzadas fue desarrollada inicialmente por las etnias de la cultura arauquinoide hacia finales del primer milenio de nuestra era, y fueron asimiladas por la cultura osoide, quienes continuaron empleándolas intensivamente, hasta bien avanzado el siglo diez y ocho. Así se manejaron exitosamente amplias áreas inundables para cultivar los alimentos y los rubros básicos que apuntalaron su subsistencia y fueron una de las bases de su prolífico y exitoso intercambio comercial con etnias en el mar Caribe (Zucchi y Denevan 1979).

A pesar de la influencia positiva de los humedales sobre el hombre, la historia moderna está llena de desconocimiento, y más aun de desdén hacia esas importantes áreas. Es así como en la jerga de muchos planificadores y gerentes ambientales, es común utilizar la palabra saneamiento, para referirse a los planes de controlar o modificar un área inundable; pareciera, implícita en esa palabra, que los humedales, son sinónimos de áreas insalubres, y en consecuencia deben eliminarse. Este desconocimiento ha propiciado que por obra de la intervención humana, en la primera mitad del siglo veinte, los humedales se afectaran negativamente a una velocidad alarmante, estimándose que desapareció aproximadamente el cincuenta por ciento de estos ecosistemas (Fraser y Keddy 2005).

Afortunadamente ahora, al menos en los países desarrollados, su valor está siendo plenamente reconocido, y ahora ello ha conllevado a que la protección de los mismos sea la norma, más que la excepción. En esos países, se han dictado leyes especiales para la protección de los humedales; incluso se están haciendo ingentes esfuerzos para restaurar algunos humedales que habían sido drásticamente modificados. Es el caso de los Everglades, en el estado de Florida

(USA); allí desde la década de los años noventa se han invertido alrededor de dos millardos de dólares, en obras y estudios técnicos para restituir el flujo y la dinámica de los sistemas acuáticos locales, alterados por el Cuerpo de Ingenieros de ese país en la década de los años sesenta (Sarks y Bayley 1990, Culotta 1995, Middleton 1999, RRC 2001).

Los humedales son biomas únicos debido a su condición hidrológica y debido a su papel como **ecotonos** entre los sistemas acuáticos y terrestres. Por tales razones tienen propiedades que no son adecuadamente cubiertas, por las disciplinas de la ecología terrestre y acuática por si solas. Tan excepcionales características obligan a que el estudio de estas áreas deba abordarse desde una perspectiva multidisciplinaria, donde se incluyan por lo menos: biología de organismos, ecología, química, hidrología, edafología e ingeniería (van der Valk 2006). De allí que el manejo de humedales, como una parte aplicada de la ciencia de los humedales, requiera un conocimiento exhaustivo de los aspectos científicos, pero también requiere que éstos (los aspectos científicos), estén perfectamente balanceados con las realidades legales, institucionales, económicas y sociales (Mitsch y Gossdelink 2007).

Estos sistemas juegan papeles cruciales en las economías de muchos países; por ejemplo, algunas especies ícticas que se desarrollan inicialmente en humedales costeros, culminan sus ciclos en el mar abierto; éstas representan casi dos tercios de las capturas mundiales de peces. En la amazonia en general, y en la orinoquia colombo-venezolana en particular, las pesquerías asociadas a los grandes ríos, las cuales suplen de proteínas a un grueso sector de la población, dependen en gran medida de los humedales regionales. Esto se debe a que en el ciclo vital de los peces comerciales una etapa se cumple en las sabanas o en los bosques inundados aledaños (Welcome 1979, Goulding 1980, Machado-Allison 1990, Sueli y Rodrigues 1997 y Marrero 2000). Por otra parte, se sabe que las exportaciones de camarones dependientes de los humedales, desde los países en vías de desarrollo hacia los países desarrollados, representan altos ingresos.

Los humedales controlan las inundaciones porque absorben o amortiguan excesos de agua; tal es el caso del río Charles en Massachusetts (USA), donde el Cuerpo de Ingenieros de ese país, recomendó que la medida más efectiva, y de más bajo costo para controlar las inundaciones, es proteger los humedales existentes, en vez de construir costosas represas o diques.

#### Relevancia de los humedales en proyectos de saneamiento ambiental

Los humedales son excelentes biofiltros para purificar el agua (Kadlec y Wallace 2009); adicionalmente, presentan amplias ventajas económicas, de construcción y de operación con respecto a los sistemas mecánicos de tratamiento (Crites *et al* 2006). Por ejemplo en la India, en la ciudad de Calcuta, en zonas donde no existen plantas de tratamiento para aguas servidas, una serie de humedales lacustres de agua salada, han sido utilizados con estos fines por más de 50 años; estos humedales además de prestar un servicio de saneamiento ambiental, en el sentido exacto del vocablo, también soportan granjas piscícolas que producen hasta 6000 toneladas de peces anuales. Además, en la misma ciudad, las aguas sirven como fuente de riego para producir grandes cantidades de vegetales para el consumo humano.

Los usos de los humedales en Calcuta han sido tan exitosos que recientemente se han implementado en otras ciudades de la India, al oeste de Bengala, en un mega proyecto denominado Ganges Action Plan; con el mismo se aspira a mejorar la mermada calidad del agua del emblemático río Ganges. Así mismo en África, específicamente en Uganda y Kenia, se han desarrollado proyectos piloto de humedales construidos para realizar tratamientos de aguas servidas urbanas e industriales (Okurut 2000 y Abira 2008).

Sistemas similares se han puesto en funcionamiento en Hanoi, la capital de Vietnam, donde existe el mayor sistema de aguas residuales recicladas del mundo, asociadas a la producción de arroz para el consumo humano (Van Vy 2001). Ciertamente tales experiencias con los humedales obligan a reescribir las palabras saneamiento y sustentabilidad de recursos, y además han sido fuente de

inspiración para desarrollar modelos de bajo costo pero muy efectivos en la cada vez más ardua tarea del reciclaje y la purificación de los efluentes constituidos por aguas servidas.

Los humedales tienen una serie de propiedades controladoras sobre su entorno, las cuales mencionaremos a continuación: mantienen y regulan la cantidad del agua de acuíferos y ríos de superficie; proveen hábitat para peces y otros componentes de la fauna silvestre; sustentan eslabones importantes de las cadenas tróficas; tienen un alto valor estético-recreativo, e históricamente han sido considerados como importantes reservorios naturales de agua.

En nuestro país existen muchos humedales, de hecho abarcan poco más de un veinte por ciento del área del territorio nacional. En un importante documento de compilación realizado por Rodríguez-Altamiranda (1999), el cual derivó de talleres auspiciados por la UICN, se catalogaron alrededor de 155 de estos ambientes. Allí se incluyen 1) humedales de agua dulce ubicados en áreas continentales, asociados a ríos y zonas inundables, 2) humedales marino-costeros de áreas continentales y 3) humedales marino-costeros de áreas insulares.

Por la manifiesta ubicuidad de estos sistemas en el país, es por lo que tradicionalmente gran parte de la economía, ha dependido de ellos. La región norte del país siempre ha tenido dentro de sus principales fuentes de ingresos, la explotación pesquera con base en las lagunas costeras. Allí se han cosechado especies ícticas marinas e invertebrados que han suplido (y aún suplen en la actualidad) el mercado nacional; pero también son un lucrativo producto de exportación. Sin embargo, a pesar de la enorme superficie que ocupan estos sistemas en el país, y de su innegable importancia como cimiento de las pesquerías marinas, es ahora cuando se comienza a perfilar una normativa de protección por parte de los organismos ambientales competentes. Se espera que esa normativa, a largo plazo, se concrete como un plan estratégico para el manejo adecuado de estas áreas.

Los humedales de los Llanos venezolanos (una de las áreas de humedales dulceacuícolas más complejas y ricas del país), han signado el modo de vida de los

habitantes de la región desde épocas precolombinas. Tal como se señaló anteriormente, las evidencias arqueológicas indican que los grupos caribes, quienes habitaron en los llanos venezolanos, construyeron con gran eficiencia sistemas de calzadas o campos elevados. En tiempos recientes, los humedales del llano han sido el pivote central de las pesquerías de agua dulce de la región. Además, estos humedales son un hábitat de características únicas que alberga una cuantiosa diversidad de especies de reptiles, mamíferos e invertebrados, muchos de ellos endémicos de esta región. Así mismo, estos humedales, son un punto de parada obligatoria para aves migratorias que anualmente transitan por el continente en largos viajes.

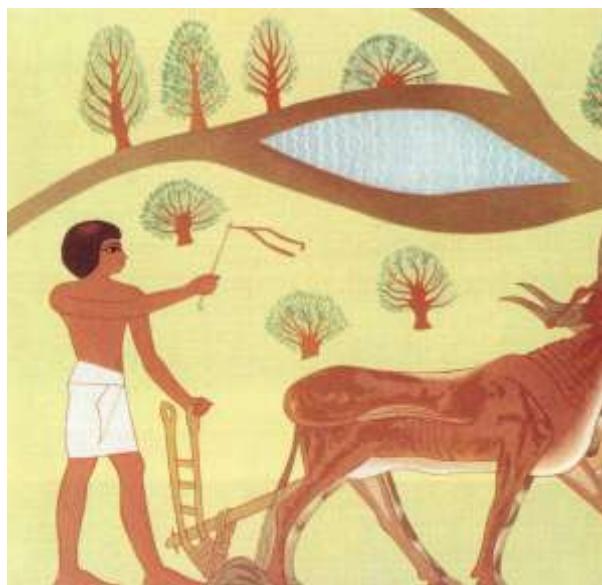
Todas las razones expuestas aquí brevemente, sólo recalcan que los humedales son sistemas vitales tanto para mantener el equilibrio ecológico, como para proveer productos y servicios que contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida del hombre. Así ha sido en todas las latitudes y para las civilizaciones más importantes tanto en el pasado como en el presente. Por ello el trazado de directrices y la consolidación de leyes es una materia pendiente en la legislación ambiental venezolana, para impedir el progresivo deterioro de estos hábitats tan peculiares.

## ARANDO LOS CAMPOS DESPUÉS DE LA INUNDACIÓN

(La agricultura en la antigüedad en las vegas del río Nilo)

LA INUNDACIÓN ANUAL de las planicies del río Nilo, en Egipto, era una suerte de reloj que regulaba la vida de los antiguos agricultores egipcios. En la estación lluviosa, cuando las aguas cubrían las tierras de cultivo, los hombres tenían poco trabajo. Sin embargo, apenas bajaban las aguas, y el río retrocedía exponiendo extensos campos fertilizados, la actividad comenzaba. No había tiempo que perder debido a que el suelo era fácil de arar sólo mientras se mantenía húmedo. Las semillas eran preparadas. Se enganchaban las yuntas a los bueyes para acoplar los arados de madera con puntas reforzadas por metales. Otros trabajadores, quienes acompañaban, a los labradores ayudaban a éstos a romper los duros terrones secos por el sol.

La descripción de esta escena habla de la utilidad de los humedales para el antiguo pueblo egipcio. Por cierto, hasta el día de hoy, en el tercer milenio, muchos campesinos egipcios mantienen las mismas prácticas de agricultura de antaño. Se ha documentado que desde tiempos de Cleopatra, el día de año nuevo, se realizaban ceremonias especiales para garantizar una copiosa inundación por parte del río Nilo: así se garantizaría un año de abundantes cosechas y de bienestar para el pueblo.



Copia de una antigua pintura egipcia donde el artista recreó detalles de escenas campestres cotidianas. Allí se observan equipos de bueyes moviendo arados a través del suelo enriquecido por el lodo proveniente de la inundación del río Nilo (texto y dibujo adaptados de Norton 1973).

## LOS JARDINES-ISLA DEL ANTIGUO MÉXICO

(La agricultura de los aztecas en las chinampas)

EL DIBUJO QUE ACOMPAÑA este texto, representa una porción de los complejos sistemas de chinampas de los antiguos aztecas. Las chinampas eran granjas asentadas en islas artificiales, construidas hace más de dos mil años, por los mexicas. Ellos, quienes fundaron la ciudad de Tenochtitlán, en islotes del lago Texcoco hacia 1325, manejaron de manera intensiva los humedales; en esa época allí se producían alimentos para un conglomerado urbano de 300.000 habitantes.

Básicamente el sistema de chinampas era un conjunto de terraplenes alargados, rodeados de agua, cuyo ancho oscilaba entre tres y nueve metros. El sistema podía ser drenado a voluntad mediante una red de canales artificiales, que eran manipulados coordinadamente por los agricultores. Las semillas, los sedimentos y el lodo eran apilados sobre los terraplenes, y las raíces de las plantas que allí crecían, evitaban que la estructura se disgregara con el agua. Parte de este sistema aun existe en la actualidad, y cumple las mismas funciones como en el pasado.



Encyclopædia Encarta, Corbis/Gianni Dagli Orti

Representación artística del sistema de Chinampas en el lago Texcoco en Tenochtitlan, en el antiguo México. En el tope del terraplén o isla flotante, los cuales a veces eran construidos con una armazón, se apilaban sedimentos y detritos orgánicos; allí se sembraban extensos cultivos y los antiguos mexicas producían grandes cantidades de alimentos para el sustento de una urbe que se dice tenía trescientos mil habitantes (texto adaptado de Norton 1973; la figura fue tomada de Encyclopædia Encarta 2005).

## CONVIVENCIA DE LAS ETNIAS ORIGINARIAS DE VENEZUELA CON LOS HUMEDALES DEL LLANO

(La agricultura en campos elevados al sur del estado Barinas)

LA REGIÓN DEL LLANO que hoy comprende la parte sur del territorio barinés fue un importante polo de desarrollo nuestras etnias originarias. Existen fuertes indicios de que en épocas precolombinas, prosperaron allí numerosos asentamientos humanos, con amplios conocimientos de navegación fluvial, y con capacidad de ejecutar prácticas agrícolas a mediana escala. Estos grupos utilizaron el río Orinoco y sus afluentes como vías de tránsito; por esa ruta, a través del delta, mantuvieron un importante intercambio cultural y comercial con grupos aborígenes de áreas tan apartadas como lo son las islas del mar Caribe.

Siempre se ha creído que la zona llanera anegadiza es un área marginal, desde el punto de vista del aprovechamiento agrícola, y también desde el punto de vista cultural. Algunos de los argumentos que secularmente han apoyado esta aseveración han sido: 1) la relativa pobreza de los suelos, en lo que a nutrientes se refiere, así como en lo que respecta a la dificultad para su manejo agrícola; 2) inundaciones periódicas que cubren extensas áreas de terreno, y dificultan tanto la movilidad de las personas, como el cultivo y mantenimiento de rubros comestibles y 3) prolongadas sequías que impiden el mantenimiento de los cultivos. De hecho, la subsistencia del hombre en los llanos siempre se ha asociado con la agricultura de conuco, la cual está confinada a los bosques riparios que cubren las márgenes de los ríos, las "matas" (masas boscosas presentes en zonas altas no sujetas a las inundaciones de las sabanas) y las vegas a orilla de los ríos, las cuales son muy fértiles una vez que quedan descubiertas después de la inundación anual.

Sin embargo, existen datos históricos basados en observaciones directas de testigos presenciales (P.ej. Juan de Castellanos, Fray Francisco de Carvajal y el padre Gumilla), quienes describen estructuras expresamente construidas por los indígenas, para cultivar de manera intensiva en parte de la sabana inundable. A este respecto el padre Gumilla observó, en el siglo XVIII, que grupos de etnias de la región llanera cultivaban las sabanas húmedas empleando terraplenes o calzadas; los mismos eran construidos utilizando macanas para acumular tierra a ambos lados de unas largas trincheras. Gumilla relata prácticas agrícolas locales como la que se transcribe textualmente a continuación:

*"Los bárbaros que vivían y los que aún viven en campos limpios, como no tienen el embarazo de las arboledas, y bosques, consiguen sus frutos, aunque en menor cantidad, con menos trabajo, porque las palas de macana que levantan la tierra (en sitios húmedos) de uno y otro lado del surco, tapando la paja y el heno con la tierra extraída del uno y del otro lado, y luego siembran su maíz, yuca o manioca y otras raíces, y en todas partes gran cantidad de pimiento..."*

En la descripción realizada por este erudito español se percibe que las etnias ancestrales transformaron una condición natural adversa, en lo que hoy llamaríamos una ventaja competitiva. Ello les permitió disponer de alimentos para mantener una población creciente, y así conformar núcleos poblacionales importantes.

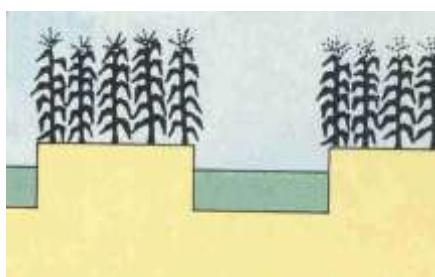
Los campos elevados eran muy utilizados por las culturas americanas prehispánicas, con fines agrícolas, o como vías de paso para comunicar aldeas entre sí. Estos campos ya han sido localizados y descritos por antropólogos modernos, en otras partes del continente: Colombia, Bolivia, Perú, Surinam y Belice. Las calzadas que constituyen campos elevados, son una acumulación de tierra en la cual sus constructores además apilaban, restos de vegetación natural y restos de los mismos cultivos; esta materia orgánica fungía como un abono verde que enriquecía enormemente la tierra. La elevación misma de la estructura, sobre nivel del terreno circundante, así como la incorporación de materia orgánica, contribuía a airear el suelo, a desagregar las partículas y a retener la humedad. En consecuencia, la práctica como un todo acondicionaba el terreno haciéndolo apto para cultivos exigentes tanto en alta humedad, como en texturas suaves del suelo.



Los campos elevados estudiados al sur de Barinas, tienen una anchura de hasta quince metros, y alturas que oscilan entre pocos centímetros y hasta dos metros. Algunos tienen longitudes de hasta un mil quinientos metros, habiéndose observado uno que sobrepasa los dos mil metros. Solamente en esta área del Llano se han contabilizado alrededor de quinientos campos elevados. Esta cifra da cuenta de la ardua labor que significó la construcción de estas estructuras, y de la importancia que tenían para estas etnias.

Se estima que, debido a una seria presión demográfica experimentada por el grupo arauquinoide hacia finales del primer milenio (1000-1400 D.C), se desarrolló en esa región de nuestro protopáis, la técnica de construcción de calzadas y montículos con fines agrícolas. Posteriormente la técnica fue asimilada por otro grupo establecido en la región: el grupo osoide.

Debido al gran esfuerzo de trabajo y a la gran coordinación logística que conllevaba la construcción y el mantenimiento de estas estructuras, los campos elevados cesaron en sus funciones una vez que la conquista española avanzó y diezmó a las poblaciones indígenas. Con el advenimiento de la nueva cultura, se implantaron cultivos rentables a la corona española (principalmente el cacao, el café y el tabaco). Los cultivos citados estaban ubicados tanto en los altos llanos, como en otras regiones de la geografía nacional. Este hecho implicó la movilización de la escasa mano de obra indígena que quedó, así como la introducción de mano de obra proveniente del continente africano, la cual era ajena a esa forma ancestral de laboreo agrícola americano. Estos factores, entre otros, hicieron que paulatinamente se perdiera el arte de cultivar en campos elevados. Posteriormente se dio paso a la modalidad de utilizar la sabana casi exclusivamente para la cría extensiva de ganado vacuno: práctica que subsiste hasta hoy en día, como la principal forma de uso de estas tierras.



PERFILES DE LOS CAMPOS ELEVADOS

1. Plataforma
2. Comellones
3. Acanalados
4. Pionas

En las figuras que ilustran esta sección, basados en las descripciones de la literatura, se recrea el manejo y mecanismo de funcionamiento de los campos elevados. También se ilustran las diferentes formas que estas estructuras tenían. En primer lugar, se presenta una escena donde un grupo de indígenas trabaja sobre una calzada, con diferentes rubros agrícolas. En el segundo dibujo, se presenta un diagrama del corte de dos calzadas, contiguas donde se aprecia en detalle el funcionamiento del sistema: allí el cultivo está colocado en un terraplén alto, mientras que en un surco bajo circula el agua. Al lado de éste dibujo, se ilustran los diferentes perfiles de campos elevados, que han sido estudiados en la región de Barinas (los perfiles fueron tomados del trabajo de Zucchi y Denevan 1979).



# 3

## **LOS HUMEDALES REGIONALES DE AGUA DULCE EN EL CONTEXTO LOS LLANOS VENEZOLANOS**

- **Se describen las diferentes regiones que constituyen los llanos venezolanos.**
- **Se examinan las definiciones de “bajo llano”, que han sido presentadas por diferentes autores.**

## LOS HUMEDALES REGIONALES DE AGUA DULCE EN EL CONTEXTO DE LOS LLANOS VENEZOLANOS

**C**ASI UN VEINTE por ciento del territorio nacional (alrededor de 240.000 km<sup>2</sup>) forma parte de la provincia fisiográfica denominada Los Llanos (Fig. 3.1). Esta es una gran depresión que en parte estuvo ocupada por un mar poco profundo hasta finales del período Cretácico. A partir de ese tiempo comienza una regresión marina y una subsecuente acumulación de sedimentos en la amplia cuenca, debido al levantamiento del cratón de Guayana (Schargel 2007). En épocas posteriores los levantamientos de las cordilleras andina, en la región de Colombia y Mérida al occidente, y del Caribe al norte, promueven eventos sucesivos de regresión marina y de deposiciones masivas de sedimentos que fuerzan el redireccionamiento del curso del río Orinoco desde su antiguo curso hacia el norte, hasta su posición actual (Rod 1981 y Díaz de Gamero 1996).

### Las diferentes regiones que constituyen los Llanos venezolanos

Aún cuando se habla de Los Llanos como una sola entidad, en realidad en esta provincia fisiográfica se han agrupado varias sub-regiones, que individualmente poseen características peculiares. De acuerdo a un equipo multidisciplinario que en 1992 elaboró para la compañía petrolera estatal PDVSA un atlas general del país, a *grosso modo* los Llanos venezolanos pueden dividirse en cuatro grandes regiones (Fig. 3.1):

- 1) Llanos Occidentales. Estos incluyen los Llanos altos occidentales, el alto Apure, las llanuras eólicas de los ríos Capanaparo y Cinaruco en el estado Apure, y parte de las denominadas Llanuras deltáicas continentales.
- 2) Llanos Centrales. Aquí están comprendidos Llanos altos centrales, parte de los Llanos deltáicos continentales (la parte correspondiente a las áreas inundables del distrito Zamora del estado Apure; y las zonas aledañas a los ríos Apure y Arauca en las proximidades de sus desembocaduras en el río Orinoco). Además se incluyen los Llanos ondulados centrales (una

extensión donde se presentan una serie de galeras, alineadas paralelamente al flanco sur de la cordillera de la Costa), y los llanos disectados centrales (una extensa planicie), cuyo sustrato es la formación Mesa. Ésta, se encuentra surcada por numerosos cauces fluviales en el eje norte-sur.

- 3) Llanos orientales. Se incluyen aquí las llanuras y valles de los ríos Guarapiche, Guanipa, Amana, Tigre y Morichal Largo, ubicados todos en el oriente del país. Estos ríos tienen un drenaje orientado hacia el océano Atlántico, al este, u orientado hacia el río Orinoco al sudeste.
- 4) Depresión de Unare. En esta clasificación también se menciona dicha zona como una región fisiográfica. Allí están incluidas una serie de paisajes de colinas, presentes en la zona nororiental del país.

Por su parte Schargel (2007), al describir los paisajes del llano atendiendo a la geomorfología y a la estructura de los suelos, menciona cuatro unidades fundamentales:

- 1) Altiplanicies. Allí se agrupan las altiplanicies de los llanos orientales, las altiplanicies de los llanos centrales, las altiplanicies y altiplanicies de denudación de los llanos centro occidentales y las altiplanicies del Apure meridional.
- 2) Paisajes colinares y altiplanicies de denudación: Se incluyen las colinas sobre rocas metamórficas, las colinas con coberturas del cuaternario y las colinas y altiplanicies de denudación sobre rocas del terciario.
- 3) Planicies eólicas. Se incluyen estructuras formadas por materiales acumulados por el viento: las planicies eólicas con médanos y las planicies eólicas limosas.
- 4) Planicies aluviales. Se incluyen las planicies aluviales recientes y las planicies aluviales del pleistoceno.

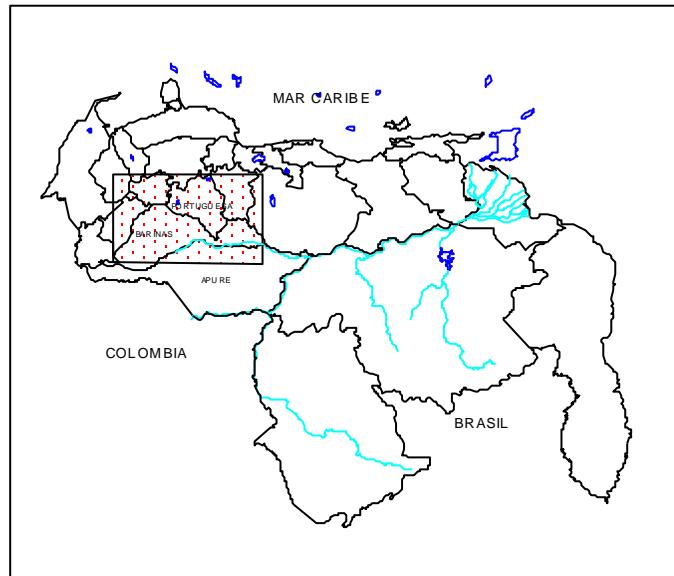
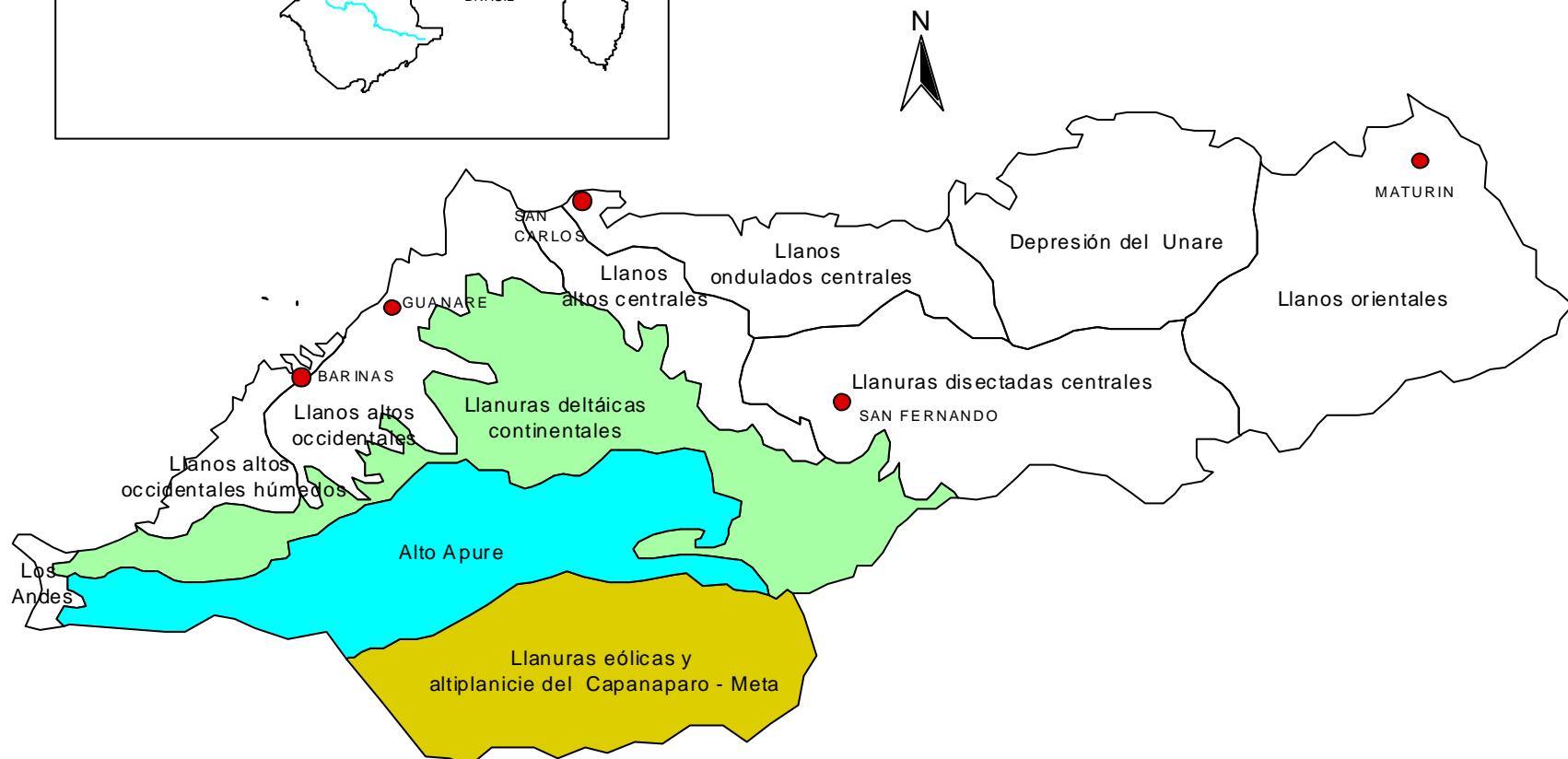


Figura 3.1 REGIONES NATURALES



Tomado del Atlas de Venezuela (PDVSA, 1992)

Dentro de esas grandes unidades mencionadas los humedales regionales, formados por concentración temporal de agua, se localizan en las zonas más bajas, o en las depresiones, o en las planicies vecinas de los ríos, o en valles excavados por los ríos. En tales ámbitos, durante la época de lluvias, se estaciona una extensa lámina de agua que si bien proviene en parte del desborde de los ríos, también se origina por la escorrentía remanente de las lluvias (Fig. 3.2). De hecho se estima que aproximadamente  $117 \times 10^3$  Km<sup>2</sup> de las planicies que rodean al río Apure, se anegan por ambas causas; sin embargo, de esta enorme extensión de terreno solo una parte se encuentra en contacto directo con los ríos (Meade *et al.* 1983).

La débil pendiente de los terrenos, combinada con una red de drenaje profusamente anastomosada y los patrones de flujo de agua presentes durante los meses lluviosos, son factores que además de contribuir activamente con el evento general de inundación, inducen un proceso de sedimentación local de enormes proporciones. Así por ejemplo, en las confluencias de los ríos Apure y Capanaparo con el río Orinoco, existe un delta interno de aproximadamente 4920 Km<sup>2</sup>. Este



Figura 3.2. Inundación propiciada por el río Guanare en las cercanías de Arismendi en el estado Cojedes (fotografía de Donald C. Taphorn 1976)

delta se forma debido a que durante las épocas de lluvia, cuando el río Orinoco aumenta su nivel, bloquea hacia si el flujo de estos dos tributarios, represándolos y propiciando que se desborden de sus cauces. Tales procesos de represamiento interno forzado de los ríos llaneros han dado origen a las denominadas llanuras deltáticas continentales. En la Figura 3.3 se presenta un caso de dinámica fluvial análogo al que ha dado origen a las llanuras deltáticas.



Figura 3.3. El estero de Camaguán. Esta es un área de inundación ubicada al sur del estado Guárico, la cual anualmente se forma tanto por el acopio de agua de lluvia, como por el efecto de represamiento, que ejerce el río Apure sobre el río Portuguesa (fotografía tomada en Agosto de 2008).

En lo que respecta al **bajo llano**, no existe un acuerdo unánime para definir sus límites y su extensión. Muchos autores afirman que el mismo está delimitado por el río Apure y su franja de inundación al norte, y por las tierras altas del escudo de Guayana al sudeste.

Otros autores afirman que sólo debe considerarse bajo llano parte de la región, cuya cota altitudinal no supere cien metros sobre el nivel del mar, localizada en un inmenso polígono al sur de la cordillera de la costa y al este de la cordillera andina.

También se ha utilizado un criterio fitogeográfico, para definir el bajo llano; de acuerdo al mismo, el bajo llano se halla demarcado por las zonas donde crece la

gramínea *Leersia hexandra*, la cual temporalmente soporta un alto nivel de saturación hídrica en el suelo (Ramia 1974 y 1985). Sin embargo, otros autores afirman que, en tiempos relativamente recientes, esta gramínea se ha hecho dominante en ciertas áreas llaneras, las cuales han sido modificadas por el proceso de modulación artificial. La ampliación de distribución de las zonas de crecimiento de la gramínea se debe a que estas obras de ingeniería (los módulos), tienden a mantener una lámina de agua por más tiempo del que naturalmente se presenta en estas sabanas (Fig. 3.4), y en consecuencia se propicia el establecimiento de especies hidrófilas (ver recuadro de información seleccionada referido al manejo de zonas inundables en el bajo llano).

Como puede apreciarse en el seno de la discusión precedente, no existen criterios uniformes para definir con precisión la región del bajo llano. Por ello, a efectos del presente trabajo, se considerará como tal, tanto el área comprendida por



Figura 3.4. Sabana modulada en la zona del alto Apure, en el sector de Mantecal. A la izquierda de la carretera, se observa un área de sabana donde se ha controlado la lámina de agua de inundación mediante diques modulares; en el lado derecho, la lámina de agua no está bajo este tipo de control. En la zona manejada mediante módulos, se han establecido especies de gramíneas y otras plantas de bajo porte, diferentes a las que normalmente crecen en la sabana no modulada (fotografía tomada en julio de 2007).

debajo de la cota altitudinal de los cien metros, así como parte de las denominadas llanuras deltáticas continentales.

De acuerdo a un inventario nacional descrito por Rodríguez-Altamiranda (1999), los humedales llaneros forman parte del complejo de humedales de la región 6; esta región se describe como: cuenca del norte del río Orinoco (Fig. 3.5). En la cuenca, de acuerdo al citado trabajo, se han identificado 25 humedales relevantes, con una superficie estimada de 7772 Km<sup>2</sup>, correspondiendo 5946 Km<sup>2</sup> con humedales naturales y 1826 Km<sup>2</sup> son humedales artificiales.

El extenso complejo de humedales del Llano venezolano está rodeado de pujantes zonas de desarrollo agrícola, pecuario e industrial (Tabla 3.1), y en el mediano plazo existen planes que podrían modificar masivamente su régimen de inundación, a los fines de crear una activa vía de navegación para transporte de materias primas, entre el occidente del país y la región de Guayana (ver Capítulo 8).

Figura 3.5 Ubicación de las cuencas y categorías de humedales de la región norte de la cuenca del río Orinoco (tomado de Rodríguez-Altamiranda 1999)

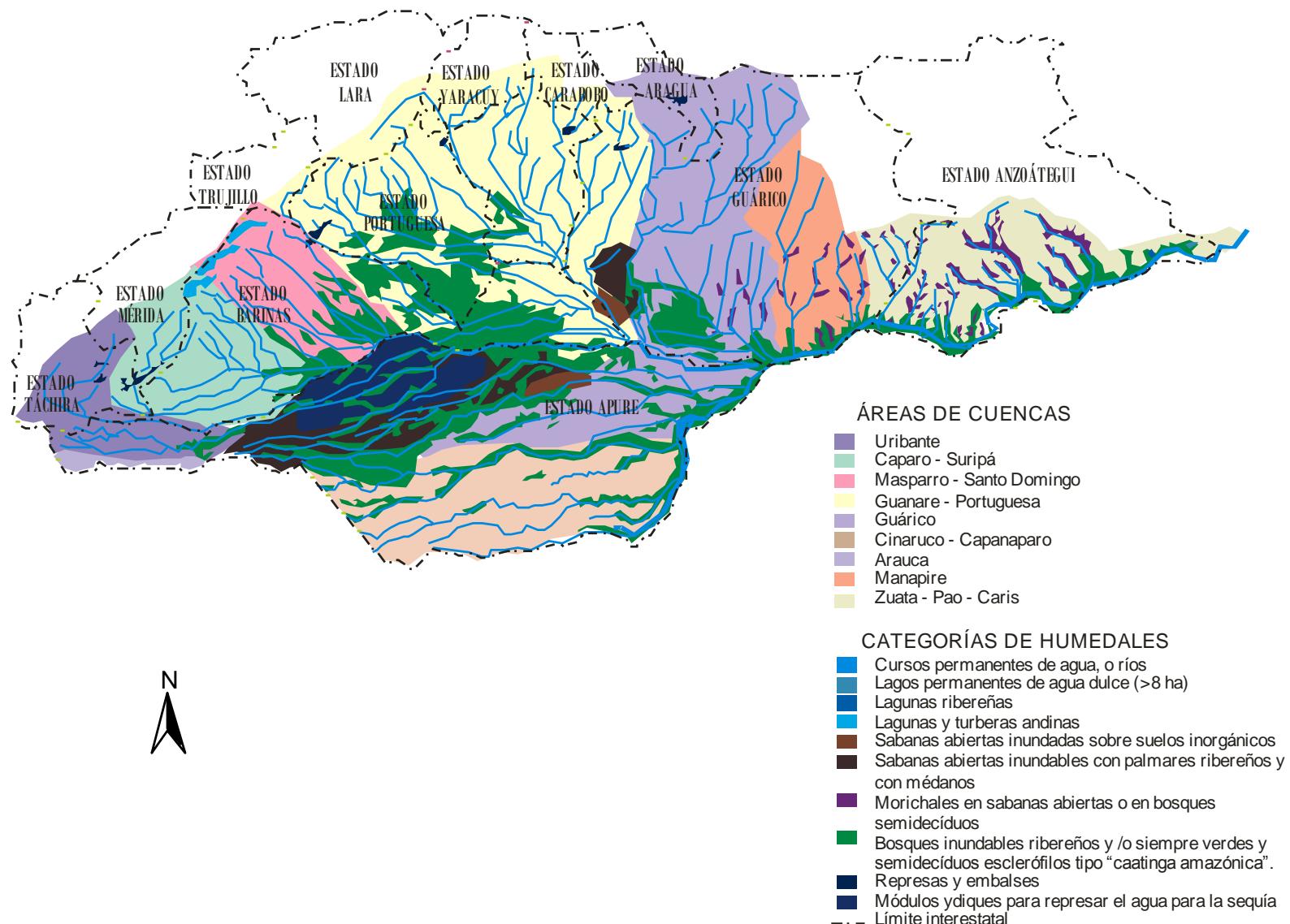


Tabla 3.1. Características físicas, demográficas y de uso de la tierra de algunas áreas que conforman el entorno de los humedales del bajo Llano venezolano.

Entidad política	Población según censos oficiales	Densidad poblacional (Hab./km <sup>2</sup> ) Áreas rurales/ áreas urbanas	Superficie aproximada (km <sup>2</sup> )	Porcentaje aproximado de superficie afectada por inundaciones (1)	Principales usos de la tierra reportados (2)
Barinas	456.263	5-29/30-99	35.200	20	Moderadamente intensivo. Extensivo Muy extensivo.
Portuguesa	599.670	5-29/30-99	15.200	25	Moderadamente intensivo.
Apure	285.412	<5/5-29	76.500	35	Muy extensivo. Escasamente intervenido.
Guárico	513.385	<5/5-29	64.986	10	Moderadamente intensivo. Extensivo. Muy extensivo.

(1) Área estimada en base a fotografías aéreas y/o imágenes de satélite.

(2) Categorías agrícolas de uso de la tierra de acuerdo a la terminología propuesta por el FONAIAP en el libro Imagen de Venezuela (PDVSA 1992).

**Uso intensivo:** uso urbano, horticultura, cultivos mecanizados bajo riego y sin riego (dos cultivos al año), avicultura y granjas porcinas.

**Moderadamente intensivo:** cultivos anuales mecanizados sin riego (un solo cultivo al año), ganadería de leche y de doble propósito.

**Uso extensivo y muy extensivo:** ganadería de carne extensiva tipo hato (bovinos, caprinos, ovinos). Pastizales naturales.

**Paisaje escasamente intervenido:** tierras sometidas a usos extractivos. Vegetación natural, tierras boscosas, tierras pantanosas, tierras sin uso, cuerpos de agua.

## LOS ESTEROS DE CAMAGUÁN

(Mediante la gestión mancomunada se logró dar protección a un humedal emblemático de los llanos venezolanos)

LOS ESTEROS DE CAMAGUÁN son una de las áreas naturales más conocidas en los llanos venezolanos; el mismo se encuentra ubicado en el municipio Camaguán, al suroeste del estado Guárico. Dada su importancia como enclave temporal de fauna silvestre y acuática, y también por su innegable belleza escénica, 19.300 hectáreas de los esteros se declararon Reserva de Fauna Silvestre. Esto ocurrió el 9 de Marzo de 2000, bajo el Decreto Presidencial N° 728 y fue posible gracias a la convergencia de esfuerzos de organizaciones no gubernamentales, entes gubernamentales tanto nacionales como extranjeros y grupos locales de ciudadanos organizados, tales como la fundación Ecológica Camaguán: pudiera decirse que este ha sido un triunfo donde participaron de todos los estamentos de una sociedad.

Ciertamente la reserva no está exenta de amenazas (y también de problemas concretos), de cuando en cuando se escucha a quienes pretenden convertir este espacio en una zona de cultivo de arroz y en abril de 2005 fue detectado un grupo de 200 individuos de baba (*Caimán crocodilus*) adultos muertos, despojados de su piel, en las inmediaciones de la laguna de El Guamacho, dentro de los límites de la reserva. Es claro que se debe trabajar para resolver estos conflictos; sin embargo como experiencia de trabajo mancomunado, se debe destacar que en el país es una de las pocas vivencias exitosas en las cuales se logró hacer entender a las personas la importancia de proteger un área natural por su belleza escénica, su valor como refugio temporal de fauna silvestre y su arraigo en la memoria cultural, a pesar de que éstos temas podrían parecer conceptos abstractos. Es un primer paso que debería indicarnos el camino a seguir para proteger otras áreas de humedales en el Llano cuya importancia no estamos apreciando adecuadamente.



## HUMEDALES CONFORMAN 20% DEL TERRITORIO PERO POCOS ESTÁN PROTEGIDOS

Por Mireya Tabuas

(Diario EL NACIONAL Caracas-Venezuela, 28 de febrero de 1998)

**Cada 2 de febrero se celebra, el día Mundial de los llamados "Riñones del planeta". El Banco Mundial otorga financiamiento para la conservación de estos ecosistemas que sirven para tratar las aguas residuales.**

Día Mundial de los Humedales. Pareciera una fecha más del calendario. Y, sin embargo, estos ecosistemas son importantísimos en la geografía venezolana porque constituyen 20% del territorio. Pero ¿cómo se caracterizan? El biólogo Rafael Rodríguez, de la organización conservacionista ProVita, explica: "Los humedales son todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces o saladas, incluidas las extensiones de agua marina costera cuya profundidad en marea baja no excede seis metros".

La mayoría de los países, después de haber transformado, o en el mejor de los casos degradado considerablemente hasta 80% de sus humedales, especialmente en Europa y América del Norte, han promulgado leyes para protegerlos. El Banco Mundial y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial están presentando apoyo económico (más de 55 millones de dólares) a proyectos de conservación y uso sostenible de 89 humedales.

Ramsar es la ciudad iraní donde hace 27 años un grupo de conservacionistas firmó un tratado para la protección de estos ecosistemas. Para la fecha existen en todo el planeta algo más de 888 áreas Ramsar, incluidos dentro de la lista de sitios de importancia internacional, los cuales suman un total de 62 millones de hectáreas.

### NECESARIA LA CONSERVACIÓN

Rodríguez cuenta que Venezuela se sumó a la Convención sobre los Humedales de Ramsar. Aquí en el país la representación ante el Comité Internacional Ramsar la ejerce el Ministerio del Ambiente de los Recursos Naturales Renovables. Existe, además, un Comité Ramsar operativo, del que forman parte organismos gubernamentales y el sector no gubernamental. Fue desde este último que en 1995 se impulsó una propuesta que culminó con la designación de cuatro nuevas áreas Ramsar para el país: Parque Nacional Archipiélago de Los Roques (Dependencias Federales), Refugio de Fauna y Reserva de Pesca de Los Olivitos (estado Zulia), Parque Nacional Laguna de la Restinga (estado Nueva Esparta) y El Parque Nacional Laguna de Tacarigua (estado Miranda), zonas que junto al Golfete de Cuare suman el total 263.636 hectáreas.

### BONDADAS EN PELIGRO

- ✓ Los humedales han sido considerados "los riñones del planeta", por su función de filtro de las aguas que pasan a través de ellos, librándolas de sedimentos, productos químicos y otros contaminantes. En muchos países se están utilizando, para tratar las aguas residuales.
- ✓ Sirven de "obra pública natural", ya que constituye un sistema práctico de control de las inundaciones, pues evitan que las aguas fluviales que se desbordan fluyan con excesiva rapidez y sin control.
- ✓ En áreas costeras protegen de la erosión y los destrozos que causan las tormentas marinas.
- ✓ Figuran entre los ecosistemas más productivos. Son una especie de "supermercados biológicos", por las extensas cadenas alimentarias y la gran diversidad de plantas y animales que albergan.
- ✓ Son también un importante "corredor ecológico", que une el hemisferio norte con el sur: millones de aves los utilizan dos veces al año. A lo largo de unas 15 rutas migratorias en el mundo, estos animales se benefician de la existencia de una serie ininterrumpida de humedales, que sirven de lugares de reposo y alimentación en su recorrido.
- ✓ A pesar de la mejor percepción que hoy tienen el público y los gobiernos sobre los humedales, siguen estando el peligro. Las aguas de lluvia o riego provenientes de las explotaciones agrícolas continúan aportando agroquímicos, y ello influye drásticamente sobre su calidad. La construcción de presas aguas arriba y la desviación de aguas para otros usos son las amenazas más graves que afectan a los humedales.



Los humedales son una fuente de vida de un valor inestimable, allí una gran diversidad de aves y otros animales, obtienen su alimento y buscan refugio.



# 4

## CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS DE LAS ÁREAS INUNDADAS POR SISTEMAS FLUVIALES EN EL LLANO VENEZOLANO

- Se definen los sistemas denominados ríos-planicies de inundación.
- Se presentan valores característicos de parámetros fisico-químicos de las aguas de los humedales del bajo Llano venezolano
- Se describen los principales eventos hidroquímicos y biológicos, que ocurren el bajo Llano como consecuencia de las amplias fluctuaciones estacionales de los niveles del agua.

## LOS SISTEMAS RÍOS-PLANICIES DE INUNDACIÓN

A MAYORÍA DE LOS grandes ríos así como los ríos de tamaño medio, poseen áreas adyacentes sujetas a inundación; éstas en conjunto con el canal principal constituyen los sistemas denominados ríos-planicies de inundación (Fig. 4.1). Estos sistemas son muy importantes porque y mantienen una gran biodiversidad, debido a la cantidad de hábitats acuáticos que se presentan todos los años cuando se completa el proceso de inundación Thomaz *et al.* (1997).

Las peculiaridades que distinguen a los sistemas ríos-planicies de inundación, de los ríos o de los lagos *sensu stricto*, son las siguientes: 1) Son sistemas mixtos con características compartidas entre aquellos sistemas completamente abiertos (los ríos), y los sistemas relativamente cerrados (los lagos, los pantanos y las lagunas). 2) Debido a su condición de ecotono entre los sistemas terrestres y los sistemas acuáticos, se presentan allí (en las zonas inundables), un conjunto de interacciones muy estrechas entre las fases acuática y terrestre. 3) Los diferentes hábitats internos presentes en los sistemas ríos-planicies de inundación son extremadamente dinámicos y por ello cambian continuamente en lapsos relativamente cortos (Junk 1983, Drago 1989, Ayres 1995 y Thomaz *et al.* 1997).

La extraordinaria capacidad de cambio, que presentan los sistemas ríos-planicies de inundación, hace que incluso sea difícil asignarles una nomenclatura, y de hecho los términos descriptivos que se han implementado toman en consideración estas dualidades. En efecto, los diferentes ambientes sujetos al proceso de inundación, se denominan ambientes lóticos, ambientes lénticos y ambientes semilóticos (Steward 1986). Otros autores, muy acertadamente, hablan de una **reofase**, para referirse al lapso en el cual el río está confinado a su cauce, y una **limnofase** para referirse al período de inundación propiamente dicho.



Figura 4.1. Inundación producida por el río Guanare cerca de la población de Arismendi, en el estado Cojedes, a mediados del mes de agosto. En la parte inferior izquierda de la foto, se puede apreciar claramente uno de los puntos de acceso del río a la sabana. Es a través de este punto por donde principalmente ingresan a la planicie de inundación el agua y también elementos de la fauna que cumplirán parte de su ciclo vital allí en el estero. Esta fotografía ilustra el concepto de limnofase, en el sistema río-planicie de inundación (fotografía de Donald C. Taphorn).

A diferencia de las zonas templadas, donde las aguas provenientes de los deshielos rigen en gran medida la dinámica de los cauces fluviales, en los sistemas ríos-planicies de inundación de las regiones tropicales, la variación temporal de los factores físicos, químicos y bióticos está regida casi exclusivamente por la pluviosidad; ésta imprime patrones característicos a los niveles de crecida de los ríos. Por ejemplo, en una cuenca extensa como la del río Apure, pueden existir unos patrones lluviosos con dos picos máximos hacia la cordillera andina, en el occidente del país. En consecuencia, los ríos que drenan desde esa zona pueden tener dos picos de crecida. Por otra parte, en la región central del país, en la cordillera de la costa, desde la cual drenan algunos ríos, las lluvias presentan un comportamiento

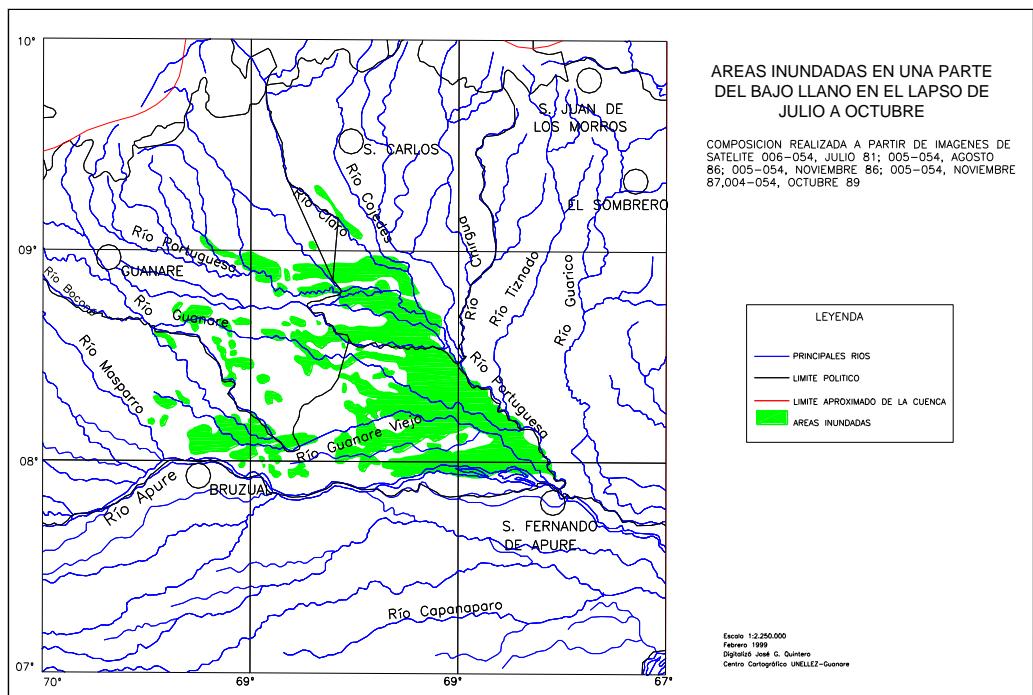
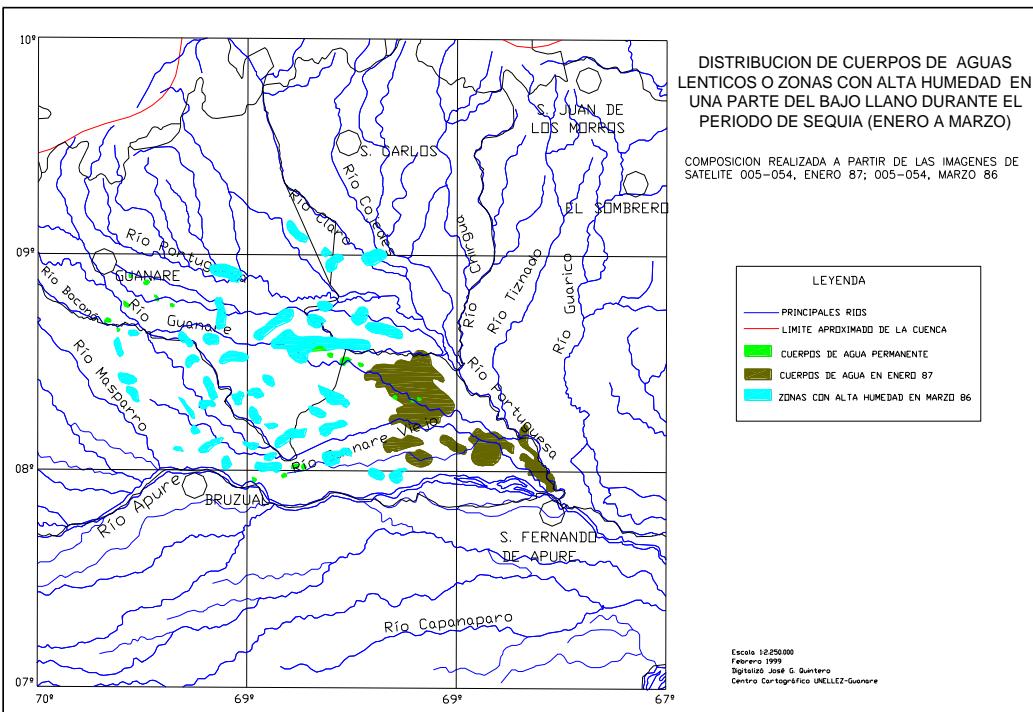


Figura 4.2. En la parte superior, pueden verse los escasos sitios con alta humedad, o con agua, que persisten durante los meses de sequía, en una amplia zona de los llanos venezolanos. En el mapa de la parte inferior, el cual corresponde a los meses de lluvia, se aprecia el contraste; allí la superficie de las áreas inundadas, es hasta diez veces mayor que las áreas húmedas presentes en el período seco.

caracterizado por un solo pico de lluvias y en consecuencia las avenidas de agua de los ríos adquieren este patrón.

Este conjunto de comportamientos hídricos regionales, hace que se produzcan avenidas de agua no uniformes sobre la planicie de inundación. Sobre la base de esta oscilación hídrica irregular los investigadores acuñaron el término “pulso de inundación”, para referirse a picos extraordinarios de ingreso de aguas a la planicie, que ocurren dentro del proceso general de inundación (Junk 1983). Las oscilaciones de los niveles hídricos influyen directamente sobre la velocidad del agua, la profundidad, y sobre todo influyen desde el punto de vista microbiológico, sobre el área superficial de la planicie sometida al proceso de inundación (Thomaz *et al.* 1997).

Trabajando sobre la cartografía base existente, sobre fotografías aéreas y constatando la situación en el campo (Figs. 4.2, 4.3 y 4.4), se ha podido establecer que durante un año típico, en la limnofase, en las zonas inundables en los Llanos venezolanos, el área terrestre incorporada al sistema acuático, puede ser hasta ochenta veces mayor, que el área superficial de los ríos durante la reofase; en otros años, no obstante, el área terrestre incorporada puede ser considerablemente menor.

Valores característicos de parámetros físico-químicos de las aguas en humedales del Llano venezolano

Los efectos de las alteraciones anuales se manifiestan particularmente en las características limnológicas del sistema (temperatura, concentración de oxígeno, variaciones de pH, variaciones en la conductividad) (ver tabla 4.1), así como en el balance de los procesos de producción, en los procesos de respiración y en los patrones de ciclaje de nutrientes (Bulla *et al.* 1980, Gordon y Velázquez 1989).

Los parámetros hidroquímicos (pH, conductividad y turbidez), fluctúan ampliamente si se comparan los valores medidos en las zonas inundadas, con los

valores obtenidos en el cauce del río. Los ríos Apure y Portuguesa, presentan valores de pH cercanos a la neutralidad, mientras que medidas de este parámetro, tomadas en zonas inundadas por estos mismos ríos, tienden a ser relativamente más bajas (indica aguas más ácidas).



Figura 4.3. Con tan solo unos pocos meses de diferencia, las áreas sujetas a inundación pueden contrastar de manera extrema; en las fotografías se puede apreciar este hecho en el estero de Camaguán, al sur del estado Guárico, a la izquierda el estero en plena época seca (marzo 2006), a la derecha en la época de lluvias agosto 2005.

Este aumento de la acidez, se debe a la influencia del proceso de descomposición de materia orgánica vegetal inducida por microorganismos, así como a la elevada producción y descomposición del perifiton que ocurre en las zonas inundadas (Salazar 1989).

En los llanos la turbidez de las aguas es mayor en el cauce de los ríos; esto se debe a la escorrentía, que arrastra sedimentos finos, en especial los que

proviene de las partes altas del piedemonte andino y al arrastre local ocurrido en las adyacencias de la propia planicie de inundación. El fenómeno de enturbiamiento de los cuerpos acuáticos, del llano venezolano, y en especial de los ríos de esta región, se ha potenciado de forma vertiginosa en las últimas décadas, como consecuencia de la eliminación masiva de la cobertura vegetal; de hecho, este proceso de deforestación se cuenta entre los más altos registrados en Latinoamérica (Paredes-Bastidas 1997, Winemiller *et al.* 1996).

Parámetro medido	Río Apure canal principal cerca confluencia con el río Orinoco	Río apure Sabana inundada cerca de la confluencia con el río Orinoco	Río apure canal principal en sitio denominado Isla del Medio cerca del Puente Boquerone	Sabana inundada confluencia río Apure Caño Boquerone	Río portuguesa en la Unión	Esteros de Camagán carretera Calabozo-Camagán	Río Portuguesa Nueva Florida	Zona inundada Nueva Florida
<b>pH</b>	7.6	6.7	7.8	6.8	6.9	6.7	7.1	6.0
<b>Conductividad <math>\mu\text{s}/\text{cm}</math></b>	189	12	26	18	--	16	21	42
<b>Oxígeno (mg/L)</b>	4.3	5.1	---	4.8	6.0	6.0	--	3.2
<b>Temperatura <math>^{\circ}\text{C}</math></b>	29	28	29.2	28.2	29	28.0	28.2	29.2
<b>Penetración de la luz disco de Secchi (m)</b>	0.03	0.15	0.5	0.21	0.7	0.8	0.2	0.5

Tabla 4.1. Valor medio de datos de parámetros hidroquímicos tomados puntualmente, durante el período lluvioso en sistemas ríos planicies de inundación en los llanos venezolanos.

Por otra parte, debido a que en las zonas inundadas, gran parte de la masa de agua proviene del agua de lluvias, algunas áreas presentan valores de transparencia muy altas (mediciones con el disco de Secchi, permitieron registrar valores de hasta 0.80 m) (Ver tabla 4.1).

El ciclaje, y en general el movimiento de nutrientes, también tiene una gran relevancia en los sistemas río-planicie de inundación. La estrecha interacción existente entre una zona inundable y el sistema fluvial que le sirve de fuente de agua, puede describirse en función del flujo de elementos químicos disueltos en el agua. En efecto, algunos investigadores (entre ellos Klopatek 1978) visualizan el fenómeno de la inundación en términos de un subsidio de nutrientes desde el río hacia la zona inundada (se verá más adelante, que en realidad existe un flujo bidireccional entre ambos compartimientos).

Los pulsos de inundación del río sobre la planicie, significan también, pulsos en el transporte de materia orgánica vegetal, y por supuesto pulsos en la migración masiva de peces. En el Capítulo 6, se presentan los principales eventos hidroquímicos y biológicos que ocurren, tanto en ríos como en las planicies, y son consecuencia de los cambios producidos por las fluctuaciones en los niveles del agua.

Puede decirse a grandes rasgos que todos tales procesos están estrechamente concatenados, y ello determina que exista una sincronización entre los eventos abióticos y los ciclos bióticos. Es indudable que estas interacciones, han sido factores determinantes de los patrones y de las estrategias evolutivas de los organismos que allí habitan, y ha determinado que los Llanos venezolanos, sean un área con una de las mayores diversidades de especies ícticas (existen alrededor de 1300 especies de peces). En la sección correspondiente a los mecanismos subyacentes, del proceso de inundación (Capítulo 6), estos procesos serán ampliamente discutidos.

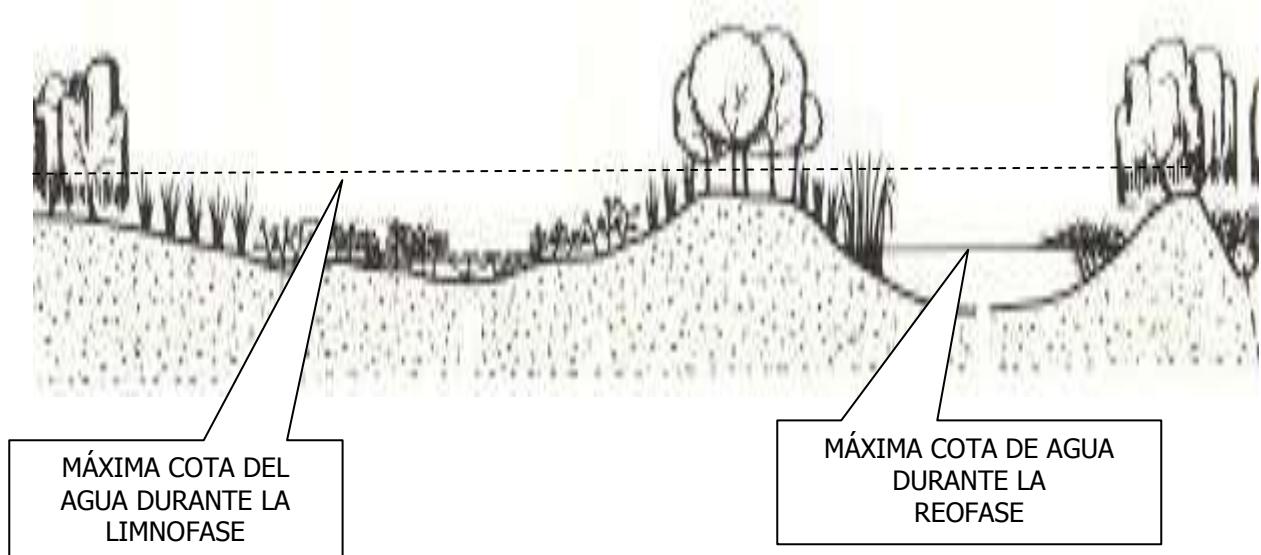


Figura 4.4. Corte esquemático de una zona de inundación en un río en los llanos inundables, donde se pueden apreciar las cotas máximas y mínimas alcanzadas por las aguas. En algunos casos, la zona de inundación, que el dibujo se haya a la izquierda, puede conservar agua durante todo el año; mientras que en otros casos, ésta zona puede secarse completamente.

## VENEZUELA CELEBRA LOS HUMEDALES EN EL ARTE DEL PAPEL MONEDA

Con estatus de "íconos" los morichales del llano ahora se posan en los catálogos numismáticos del orbe

LOS BILLETES Y LAS MONEDAS SIEMPRE han reflejado hitos culturales e históricos de los pueblos, y en la mayoría de los casos se utilizan para conmemorar acontecimientos patrios, personas ilustres, y mayormente se utilizan para expresar sentimientos de nacionalismo.

En el reverso de los billetes de cinco bolívares, que entraron en vigencia a partir de enero de 2008 pueden verse como telón de fondo, tras dos armadillos gigantes, las inconfundibles siluetas de la palma moriche, la cual aún hoy en día es una importante fuente de recursos para nuestras etnias originarias en el delta del río Orinoco. Más allá de que exaltemos el hecho de haber empleado la palma moriche como telón de fondo, quienes estudiamos los humedales reconocemos que este detalle de por sí es un honor a estos hábitats; pero celebramos aún más el hecho de que mediante la leyenda de la escena aludida, se eleva el estatus de estas palmas al nivel de íconos de los llanos.



Aunque legítimamente seguimos celebrando con orgullo que en nuestra iconografía numismática se resalten los valores nacionalistas legados por los padres fundadores: aquellos que forjaron nuestra identidad patriótica; ahora vemos no con menos orgullo como los artistas, diseñadores y planificadores del mundo económico nacional han plasmado, en el bien material por excelencia, los emblemas de áreas naturales y criaturas que forman nuestro bio-patrimonio. Pareciera reconocerse al fin que existen otro tipo de valores: aquellos intangibles que permiten forjar nuestra identidad cultural, y que el Creador nos dio en custodia en esta tierra de gracia.

Tan sólo esperamos que las autoridades ambientales del país se sumen a esta celebración y, más allá de relegar estos valores a una simple escena pictórica de telón de fondo, propicien el fomento de una conciencia colectiva para proteger físicamente a estos íconos del paisaje llanero.



# 5

## RASGOS CLIMÁTICOS, RELIEVE, VEGETACIÓN y TIPOS DE RÍOS RELACIONADOS CON LOS HUMEDALES DE LOS LLANOS VENEZOLANOS

- Se describen los principales rasgos climáticos que caracterizan a los Llanos venezolanos.
- Se describen las principales formas de relieve, predominantes en el bajo Llano y en los Llanos orientales, relacionadas con los humedales locales.
- Se describe de manera general la distribución de las comunidades vegetales asociadas a los humedales de los Llanos.
  - Se describen los tipos de ríos presentes en el área de los Llanos.
  - Se presentan los principales tipos de humedales de los Llanos.

## RASGOS CLIMÁTICOS, RELIEVE, VEGETACIÓN y TIPOS DE RÍOS RELACIONADOS CON LOS HUMEDALES DE LOS LLANOS VENEZOLANOS

**L**OS LLANOS VENEZOLANOS, por ser una amalgama geográfica extensa y heterogénea, exhiben una amplia gama de rasgos climáticos, comunidades vegetales, formas de relieve y tipos de ríos; por ello es de esperarse que con el tiempo, y bajo esta mixtura de condiciones biótico-ambientales, hayan podido formarse y evolucionar en la región diversos tipos de humedales.

### Rasgos climáticos

En lo que respecta a los ciclos meteorológicos anuales, claramente puede apreciarse que en la región existen al menos cuatro áreas con patrones climáticos subregionales bien definidos. De acuerdo a Marvélz (2004), éstos varían desde una condición semiárida, en parte de la cuenca del río Unare, subhúmeda seca en gran parte de los llanos orientales y centrales, subhúmeda húmeda en los llanos occidentales y, ligeramente húmeda a moderadamente húmeda en el piedemonte andino (Fig. 5.1). La humedad relativa promedio en la región varía entre 65% y 75%, mientras que la temperatura promedio anual es de 27° C, con máximas medias de 33° C y mínimas medias de 22° C (MARN 1979, Marvélz *op cit*).

A *grosso modo*, puede afirmarse que en la cuenca del río Orinoco el patrón anual de precipitación no es uniforme, y las lluvias tienden a incrementarse hacia el sur y el sureste de la cuenca. En la región norte de la cuenca, se registra una precipitación media anual que oscila entre 1500 y poco más de 2000 mm/año, mientras que hacia el sur, en la misma cuenca, la precipitación suele sobrepasar los 3600 mm/año (Fig. 5.2). El grueso de la precipitación tiene lugar entre los meses de mayo y agosto, presentándose una escasa lluvia entre enero y marzo; de hecho el período lluvioso concentra más del 85% del total anual de precipitación.

Si se examinan en detalle las subregiones climáticas que forman la provincia llanera, pueden distinguirse claramente varios gradientes zonales de precipitación. En primer término se puede apreciar que los volúmenes de lluvia son relativamente

altos en los llanos occidentales (2400 mm/año), disminuyendo de manera notoria hacia los llanos centrales (unos 1500 mm/año). En los llanos orientales la precipitación es ostensiblemente menor, pudiéndose registrar volúmenes que oscilan entre 900 y 1300 mm/año.

El patrón general de precipitación regional, salvo unos focos particulares promovidos por efectos orográficos locales, está determinado por la migración meridional anual de la **zona de convergencia intertropical**; ésta regula tanto la duración como la intensidad de la estación lluviosa. El mínimo de precipitación regional se presenta al sur de la cuenca del río Unare, pues ahí existe una zona relativamente seca con volúmenes de lluvia que oscilan entre 800 y 900 mm/año. Este foco seco es localizado en esa área porque allí opera un fenómeno regional de sustracción de agua atmosférica, propiciado por el efecto orogénico de **sombra de lluvia**. Esencialmente este “sombra” de precipitación es producido por la zona montañosa oriental del macizo del Turimiquire. Finalmente, puede apreciarse que la cantidad de lluvia aumenta de manera considerable hacia la zona del delta del río Orinoco, donde se reciben volúmenes que exceden ligeramente los 2000 mm/año.

La duración del periodo de lluvias también varía de manera notoria si se comparan las distintas subregiones climáticas. En los llanos occidentales el período lluvioso dura alrededor de 8 meses (abril a noviembre), en los llanos centrales el período lluvioso es de 6 a 7 meses (mayo a octubre) y en los llanos orientales el período lluvioso dura 5 meses (junio a octubre). En general puede afirmarse, que abril es un mes de transición.

Las subregiones climáticas albergan tipos de humedales cuyos detalles se presentarán al final del capítulo; estos humedales son: lagunas permanentes, planicies de inundación, deltas internos, esteros y bajíos, zonas boscosas palustres, manantiales y bosques de galería. Además, están presentes allí humedales artificiales constituidos por módulos (o pólderes) y embalses.

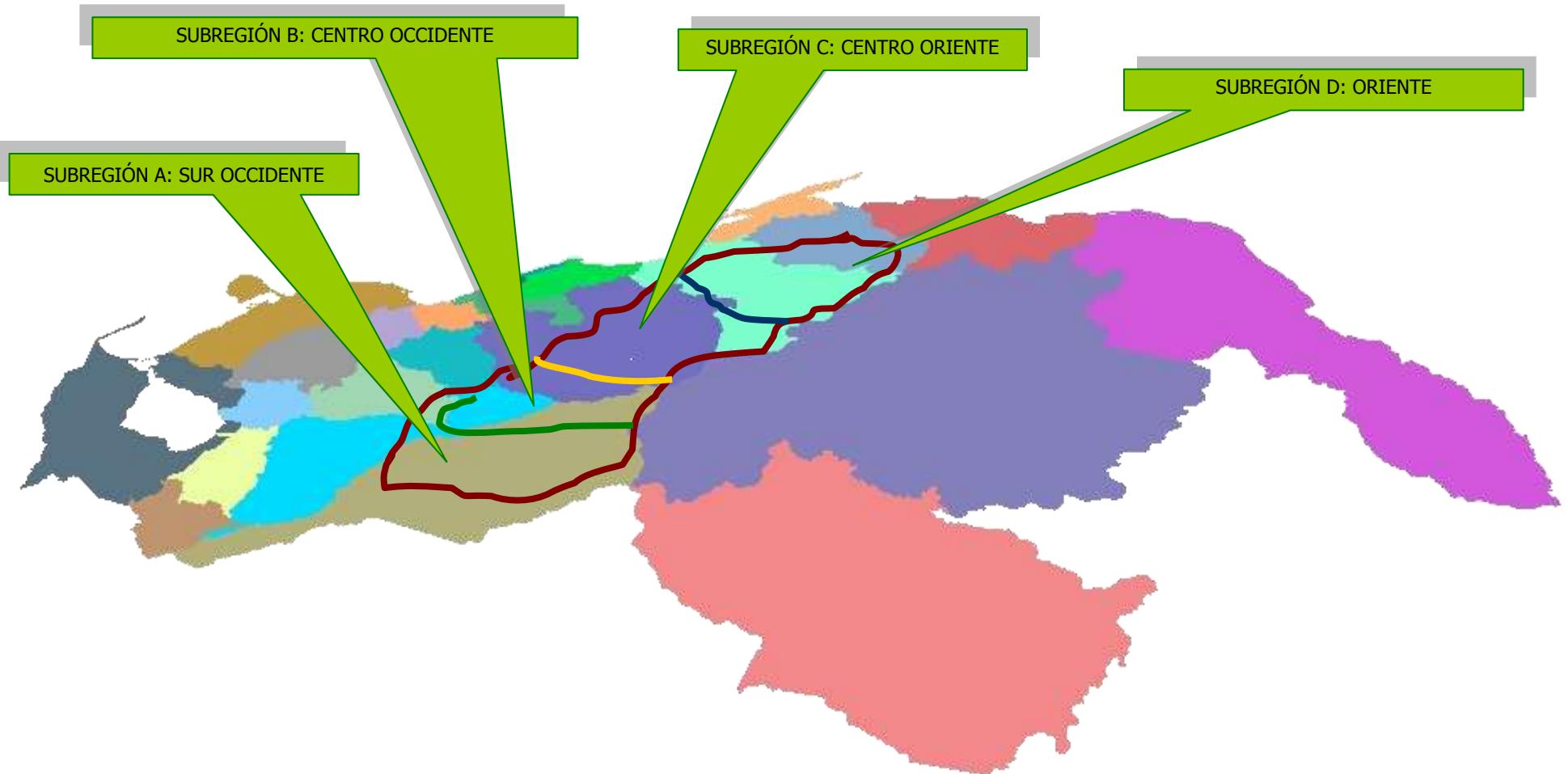


Figura 5.1. Sub-regiones climáticas de los llanos de Venezuela. En la sub-región A, la precipitación promedio sobrepasa los 1800 mm/año. En la sub-región B, la precipitación oscila entre 1300 y 1800 mm/año. En la sub-región C, la precipitación promedio oscila entre 400 y 1300 mm/año y en la región D, la precipitación promedio anual oscila entre 900 y 1600 mm. Las subregiones en el mapa se dibujaron aproximadamente a partir del trabajo de Marvélz (2004).

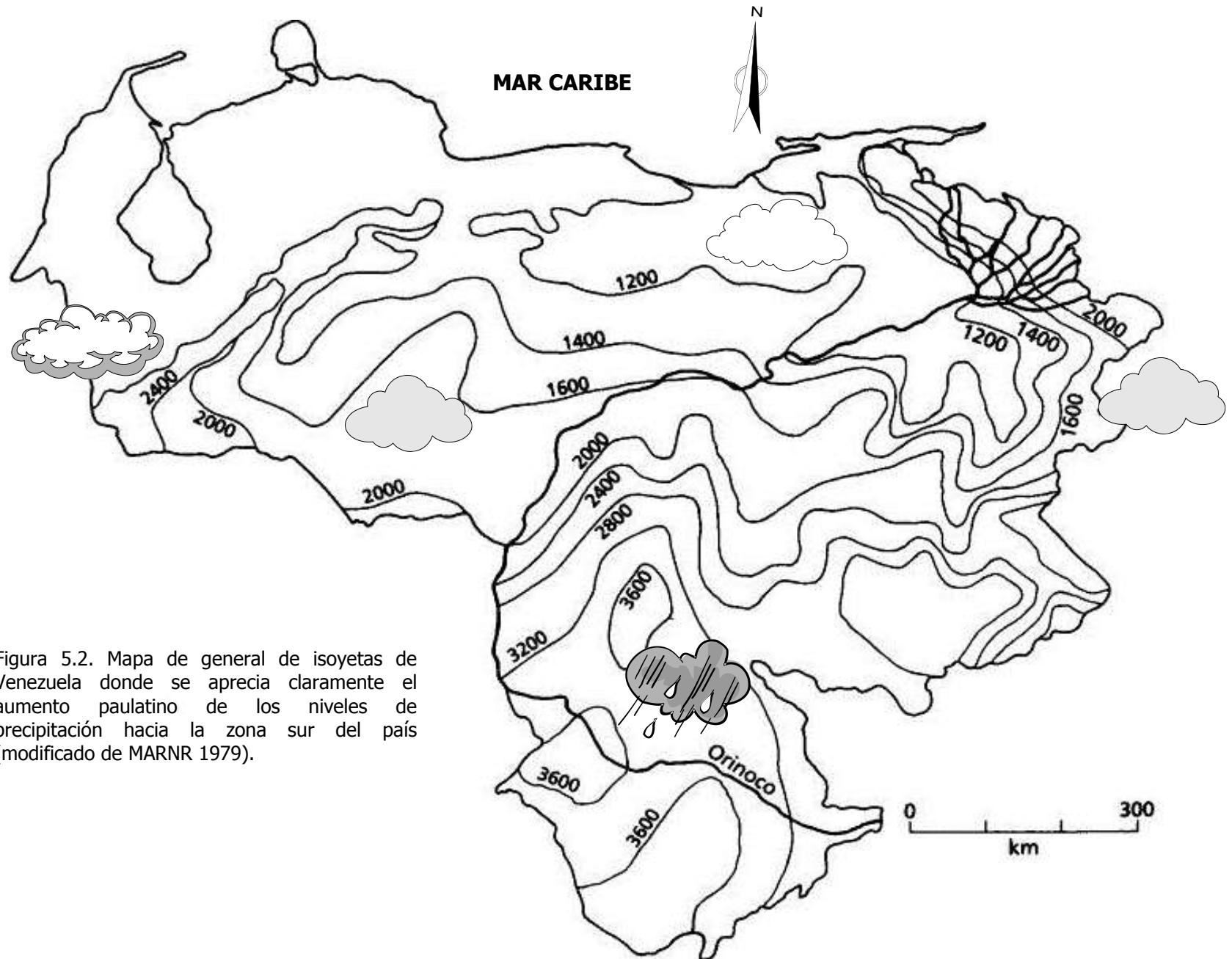


Figura 5.2. Mapa de general de isoyetas de Venezuela donde se aprecia claramente el aumento paulatino de los niveles de precipitación hacia la zona sur del país (modificado de MARNR 1979).

Formas de relieve predominantes en los llanos relacionadas con los humedales locales

En un contexto geográfico general los llanos, en realidad son una amplia depresión que ocupa el área central del país. Se extienden desde los límites del piedemonte andino, al occidente, hasta los límites del delta del río Orinoco en el extremo oriental del país (figura 5.3).

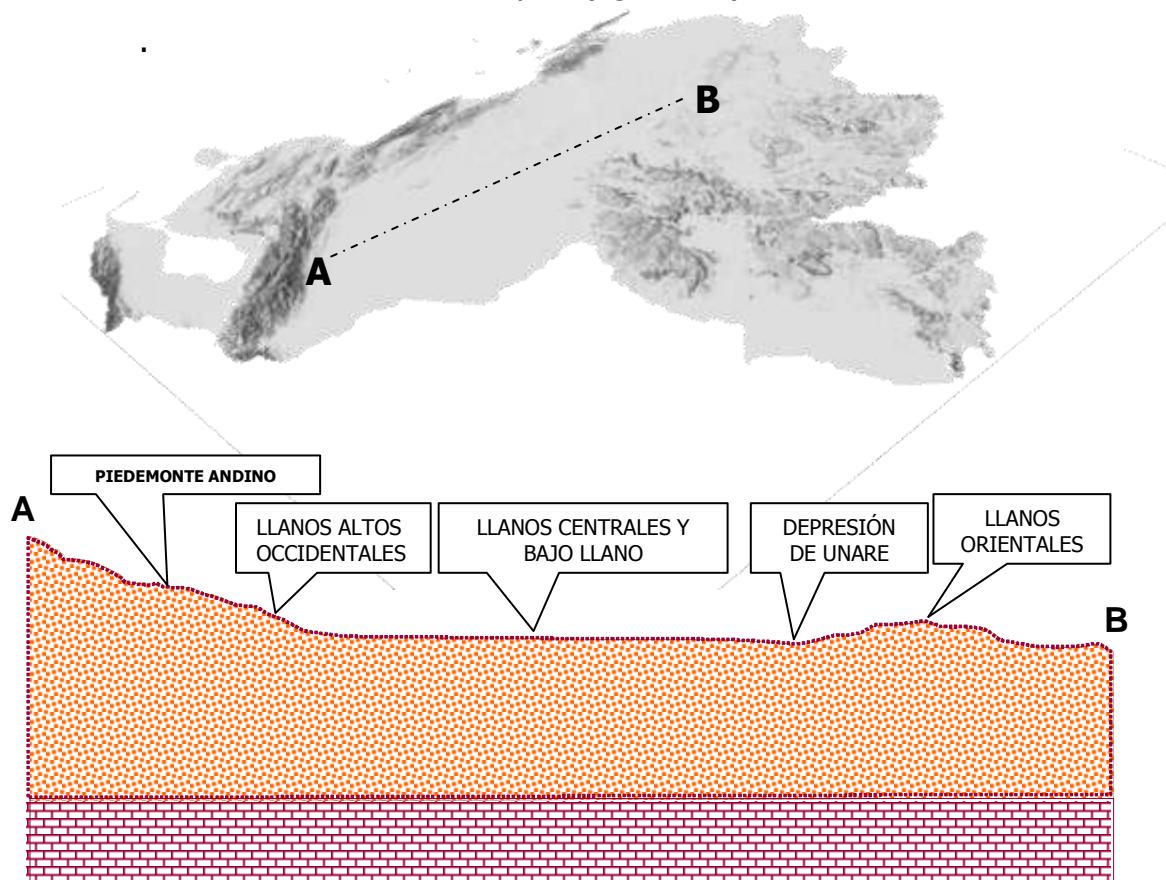


Figura 5.3. Arriba el territorio nacional con la depresión llanera ocupando el área central. Para destacar las variaciones del relieve llanero, se ha trazado una transecta A-B desde la región occidental hasta la región oriental del país. En la parte inferior se presenta un corte transversal del territorio nacional donde se resalta la transecta de la región estudiada; allí puede apreciarse, de manera simplificada, la variación altitudinal de los llanos.

Las elevaciones del terreno en esta amplia región varían considerablemente; en los llanos altos occidentales existen elevaciones que en promedio alcanzan 95 metros sobre el nivel del mar (msnm). Por otra parte, en los llanos centrales y el bajo llano los promedios de altura oscilan entre 50 y 70 msnm, mientras que en los llanos orientales algunas mesas en la altiplanicie pueden alcanzar hasta 300 msnm

Estas características topográficas determinan la forma de distribución y el nivel de ocupación del agua sobre el terreno. Por ejemplo en el bajo llano, durante la época de lluvias, debido a una topografía casi carente de elevaciones, los numerosos ríos y caños anegan buena parte del área con una lámina de inundación lateral significativa. Dicha lámina es poco profunda, llegando a cubrir casi todas las partes bajas de la planicie aluvial.

A su vez la dinámica y el patrón de inundación son factores que moldean rasgos específicos del microrelieve en el bajo llano. Es así como el permanente trabajo morfológico producido por la continua divagación de los ríos durante extensos lapsos, y la deposición de diferentes fracciones de materiales sedimentarios, ha dado como resultado la formación de una red de canales, depresiones y diques naturales, que crearon los perfiles dominantes de la fisiografía actual de esta parte del llano: el **banco**, el **bajío** y el **estero** (Ramia 1974, 1985). En la figura 5.4 se presenta un diagrama general donde se aprecian los detalles de este tipo de relieve.

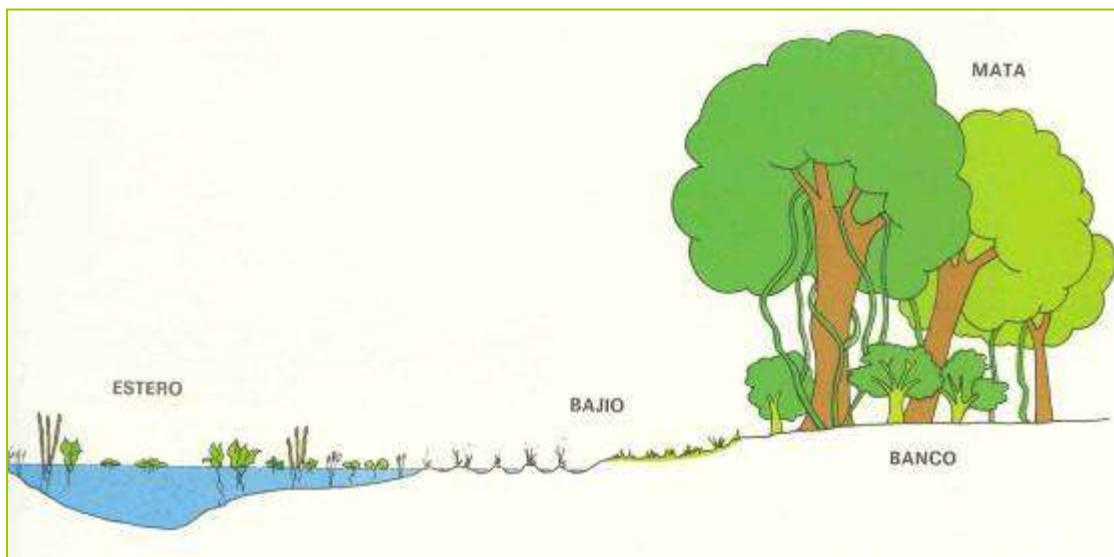


Figura 5.4. Perfil característico del paisaje de los llanos meridionales de Venezuela, donde se muestran las formas fisiográficas más relevantes (banco bajío y estero). La figura no está a escala (tomado de Ayarzagüena *et al* 1983).

Tal nomenclatura, la cual básicamente es adaptada de la jerga local, describe de manera intuitiva las partes altas (bancos), las cuales son ajenas a la inundación excepto en avenidas de agua extraordinarias. Las partes medias

(bajíos), que normalmente se inundan sólo durante los meses de máxima pluviosidad. Por último describe las partes bajas (los esteros), los cuales son capaces de mantener una lámina de agua, o al menos una alta humedad en el suelo, aún mucho tiempo después de pasado el período de lluvias.

Otros autores (ver Zinck 1980, González-Boscán 1987 y Pouyllau *et al* 1990) para describir estas formas fisiográficas, presentan una nomenclatura basada en términos de posiciones geomorfológicas. Así por ejemplo, el banco es denominado por ellos, napa de desborde o nappe de limons de débordement, mientras que el bajío se denomina cubeta de desborde o cuvette de débordement o depresión lateral. El estero, por su parte, es denominado cubeta de decantación o cuvette de décantation o también, depresión marginal. En los lugares donde se presentan estas formas de relieve mencionadas, aún cuando el período lluvioso esté en su máximo (entre los meses de agosto y septiembre), pueden existir áreas no cubiertas por el agua: estas son las áreas correspondientes a los bancos.

Si bien en algunas regiones llaneras, los componentes del substrato son predominantemente materiales acarreados por la acción eólica, tal como es el caso de los médanos llaneros, el proceso global de inundación en el bajo llano, y por consiguiente la acción transportadora del agua, ha influido de forma decisiva en la “texturización” de los suelos mediante un proceso de deposición diferencial de partículas; es así como en el marco general de las formas fisiográficas descritas, se presentan áreas particulares que exhiben características granulométricas propias. Por ejemplo, en los bajíos y esteros, tienden a decantarse partículas muy finas dominadas en su composición granulométrica por algunos tipos de limos y arcillas montmorillonitas. Por otra parte, en las zonas más altas (en los bancos), se han depositado partículas más gruesas. Estos diferentes tipos de substratos a su vez determinan los tipos de vegetación característicos de estos paisajes.

En los Llanos orientales, en los estados Anzoátegui y Monagas, así como en los Llanos centrales, al sur del estado Guárico, y en áreas de los Llanos meridionales apureños existe un tipo de relieve asociado a posiciones geomorfológicas particulares, el cual da origen a estructuras fisiográficas muy características (Fig.5.6). Allí, el declive no está caracterizado por ser una pendiente suave y extensa como en el bajo Llano; de hecho existen valles con desniveles de hasta 300 metros, medibles entre los cauces fluviales y la altiplanicie circundante. En consecuencia los ríos allí encajonados, no pueden divagar abiertamente por la planicie, quedando así incapacitados para inundar extensos planos laterales, como si hacen los ríos en otras partes del Llano.

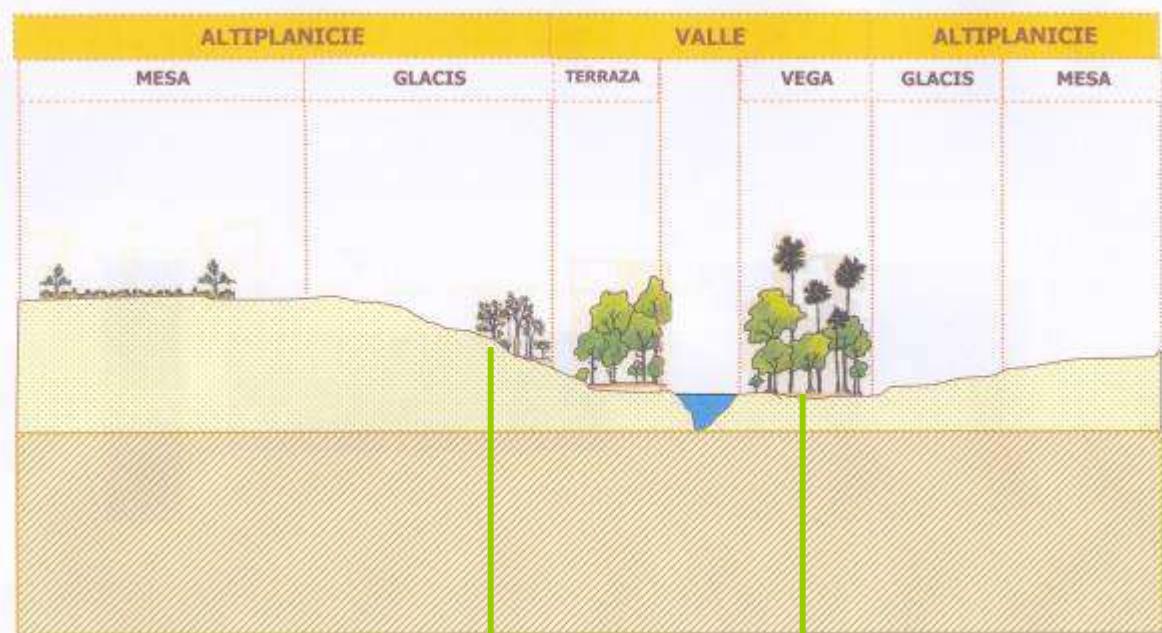


Figura 5.6. Arriba corte esquemático de un área de terrazas, mesas y valles que caracteriza los Llanos orientales y parte de los Llanos del sur del estado Guárico. En la foto, al fondo se aprecia el valle con morichales, por donde fluye el río mientras que en el primer plano, se aprecian el **glacis** y la mesa (dibujo tomado de González-Boscán (1987), fotografía del valle del río Uracoa).



En partes de esta subregión del llano, existe un estrato de origen cuaternario depositado en una posición superior: es la formación Mesa. Ésta es altamente permeable al agua debido a que está integrada por materiales gruesos (arena, grava y cantes rodados). Por otra parte, en la parte inferior, pero en estrecho contacto, subyace la formación Oficina; la misma, al contrario de la formación Mesa, es relativamente impermeable debido a que está constituida por materiales arcillosos finos. En estas condiciones el agua de lluvia percola a través de las capas superiores de la formación Mesa, y en el contacto de las dos formaciones, dada la naturaleza impermeable de la formación Oficina, se originan afloramientos de agua que forman ríos y propician el establecimiento de comunidades vegetales particulares que se describirán en la siguiente sección.

#### Distribución de las comunidades vegetales asociadas a los humedales

Desde el punto de vista florístico, tal como era apreciado a comienzos de los años setenta, la región de los llanos se creía constituida por la zona de vida denominada bosque seco tropical (Ewell *et al* 1976). No obstante, en la medida que se han realizado estudios más detallados se han adquirido nuevas visiones al respecto. Por ejemplo, en el mapa de vegetación de gran visión elaborado por Hubber y Alarcón en 1988, se clasifica la región llanera como de sabana, o sabana arbolada.

Sin embargo, por el hecho ya señalado según el cual los llanos no son una región uniforme, no debería esperarse allí la presencia de una comunidad que pudiera considerarse como “una comunidad de vegetación llanera típica”; por el contrario, ahora se sabe que allí existe un complejo mosaico de asociaciones vegetales. Así, mientras en el área inundable del llano se presentan comunidades vegetales capaces de soportar una larga anegación estacional (Ramírez 1985, González-Boscán 1985 y 2007, Velázquez 1994 y Rial 2000 y 2007), en otras zonas, donde las condiciones edáficas y de relieve lo permiten, existen bosques de galería poblados con especies caducifolias y

especies siempre-verdes; éstos se ubican, principalmente, a lo largo de ríos y caños (Fig. 5.6) (Schargel y Aymard 1993, Aymard 2005, Aymard y González-Boscán 2007). Otras áreas presentan bosques palustres de alta complejidad estructural, o por el contrario albergan comunidades casi monoespecíficas, de una complejidad estructural escasa pero muy bien adaptadas a soportar sustratos saturados por largos lapsos o durante todo el año: es el caso de los “manglares” y los guaduales o guafales (Fig. 5.7 y 5.18)

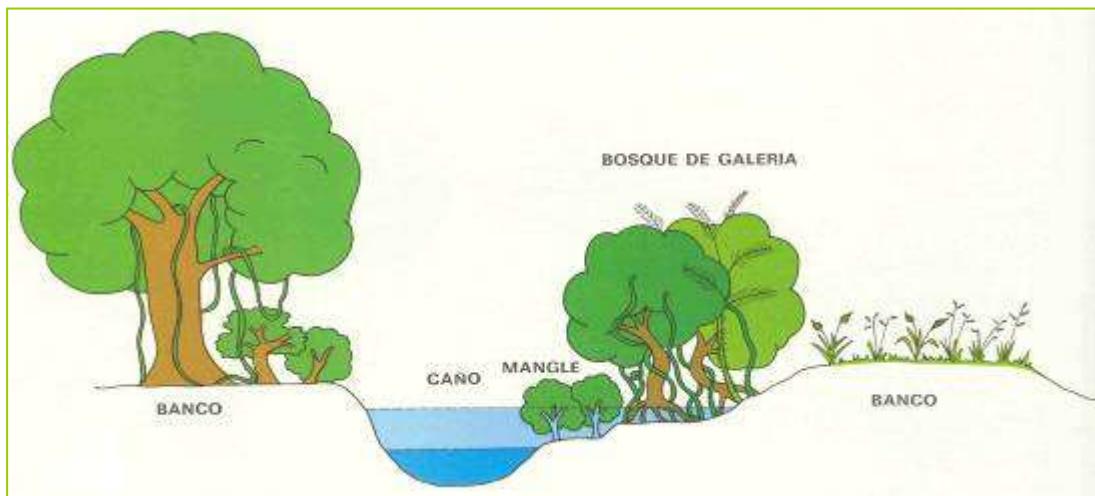


Figura 5.6. Perfiles característicos del paisaje de los llanos meridionales de Venezuela, donde se presentan tipos de vegetación asociados con los paisajes particulares. La figura no está a escala (tomado de Avarzaquén et al 1983).

Aparte de ese diverso mosaico de unidades de vegetación de los humedales, también existen formaciones muy características como es el caso de las denominadas **matas**; éstas son pequeñas agrupaciones de bosques, no necesariamente asociados a los humedales, cuya composición es muy heterogénea. Las mismas se localizan en bancos, o en otro tipo de terrenos elevados, los cuales no se inundan en ninguna época del año. En muchos casos estas elevaciones son antiguos médanos de arena actualmente estabilizados por la vegetación.

En otras áreas se presentan formaciones vegetales muy uniformes, como el caso de los denominados manglares (los cuales no tienen ninguna relación con los manglares costeros). Éstos fueron descritos en caño Caucagua, una localidad situada al oeste del estado Apure (González-Boscán 1985). Tales fitocomunidades son dominadas prácticamente por una sola especie (*Coccoloba ovata*), y al contrario de las zonas altas descritas, en esta región el período de inundación puede abarcar hasta seis meses, y la lámina de agua puede tener una profundidad de 2 metros (en la figura 5.7 se presentan algunos tipos dominantes de vegetación, propias de estos lugares).

La vegetación acuática es muy abundante, y un componente importante de la biomasa está constituido por el lirio de agua o bora (*Eichhornia crassipes* así como por el repollo de agua *Pistia stratiotes*). No obstante, existe una gran diversidad de especies donde se incluyen hidrofitas tanto emergentes como sumergidas (para consultar información más detallada a este respecto ver: Velázquez 1994 y Rial 2000, 2007).

Las lagunas y caños marginales permanentes son los suplidores de plantas acuáticas flotantes de los grandes ríos. Estas plantas acuáticas quedan confinadas a los cuerpos de agua marginales durante el período seco. Una vez que se inundan estos sistemas, y con ello se establece el contacto entre los ríos y lagunas marginales, se movilizan enormes masas de plantas flotantes aguas abajo (principalmente *Eichhornia crassipes*). Estas “islas flotantes” pueden recorrer largas distancias aguas abajo; de hecho los pescadores, y en general quienes regularmente navegan por los ríos llaneros, saben cuando se comienzan a inundar las sabanas, sólo al ver las islas de bora bajando arrastradas por la corriente.

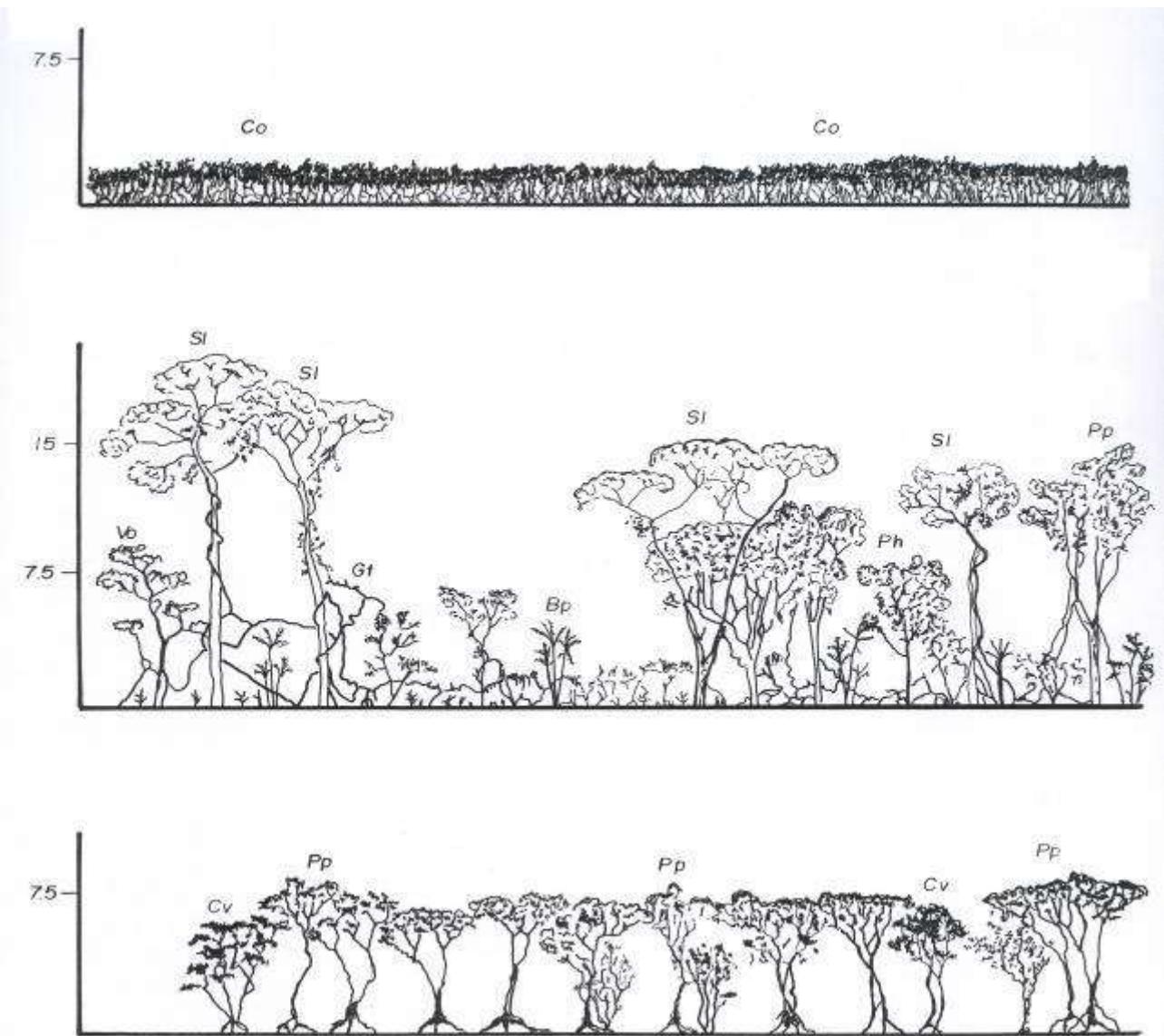


Figura 5.7. Comunidades vegetales representativas de los llanos meridionales de Venezuela. En el perfil superior la comunidad está dominada por una sola especie (*Cocoloba ovata*); en este caso, el sustrato acumula una lámina de agua de dos metros de altura, durante cuatro meses al año. En el perfil de la parte central, un bosque multiestratificado con una alta diversidad de especies. En este caso, no se acumula agua en el sustrato, en ningún momento del año. En el perfil de la parte inferior comunidades boscosas con dos estratos; en este lugar el sustrato acumula una lámina de agua delgada por un lapso breve González-Boscán 1985.

Los morichales también son formaciones boscosas propias de algunas zonas del llano. Éstos son comunidades vegetales que en el país se localizan en los estados Monagas, Anzoátegui, Delta Amacuro, al sur del estado Guárico y al sur del estado Apure; además, están presentes en los estados Amazonas y Bolívar (Fernández 2007). Al menos para la zona oriental del país, existen cinco tipos de morichales (González-Boscán 1987), y en cada uno de ellos la palma moriche tiene un menor o mayor papel protagónico en la conformación y en la dinámica de la comunidad vegetal. Esos diferentes tipos de morichal de acuerdo a González-Boscán *op cit*) son expresiones de un complejo proceso sucesional en el cual paulatinamente las comunidades vegetales van modificando las condiciones edáficas, hidrológicas y microclimáticas del área donde están asentadas, y a la larga permiten la invasión de nuevas especies vegetales. Los tipos de morichal, o comunidades vegetales asociadas al morichal, descritos por este autor para el oriente del país son los siguientes (ver Figura 5.8).

#### Pantanos herbáceos

En este tipo de comunidad existe una cubierta herbácea continua, pero una lámina de agua permanente hace que la composición florística de ésta se diferencie de la sabana de *Trachypogon sp.* circundante. En estos pantanos inundables se localizan individuos jóvenes y aislados de *Mauritia flexuosa*.

#### Morichales abiertos

En este tipo de morichal aún se mantiene parte de la cubierta herbácea, pero se observan individuos adultos de *M. flexuosa*.

#### Morichales cerrados.

Estas comunidades son los morichales en el sentido estricto de la palabra. En éllas la densidad de individuos adultos de la palma es tan alta que vistas desde el aire constituye un dosel continuo. En el piso de esta comunidad

se encuentran abundantes plántulas de especies arbóreas del bosque Siempre Verde.

#### Morichales de transición

Esta comunidad se caracteriza porque en élla el proceso sucesional está muy avanzado y muchos individuos adultos de las especies típicas del bosque Siempre Verde comparten (y compiten) por el espacio con los individuos de *M. flexuosa*.

#### Bosque siempre verde de pantano estacional

De las que conforman las comunidades de morichal, ésta representa la etapa más estable en el tiempo. Allí los pocos individuos de *M. flexuosa* que existen están muy aislados entre si y alcanzan grandes portes.

Se supone que en los morichales de Apure, Guárico, Bolívar y Amazonas, se presenta un fenómeno sucesional análogo, al que se describió para el oriente del país.

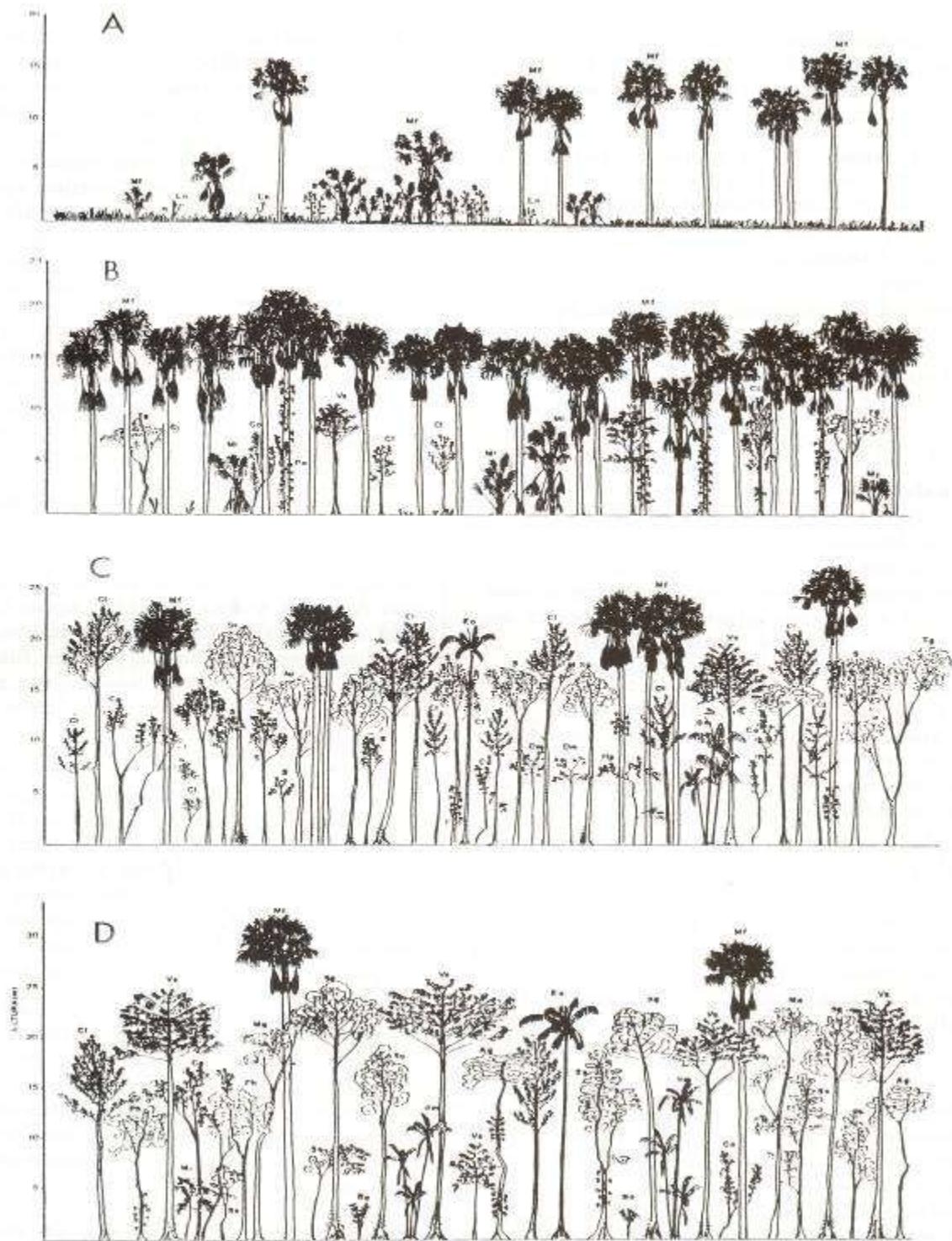


Figura 5.8. Sucesión ecológica donde están involucradas comunidades vegetales con presencia de morichales. A pantanos herbáceos. B morichales abiertos. C morichales cerrados y D, morichales de transición (tomado de González-Boscán 1987).

## Los tipos de ríos en los Llanos venezolanos

Así como las características topográficas y geográficas del Llano, determinan rasgos climáticos esenciales de esta provincia, la geomorfología, las condiciones edáficas y la fisiografía determinan la existencia de varios tipos de ríos. De hecho, los ríos en esta vasta región adquieren la mayor parte de sus características físicas y químicas, del substrato por donde fluye el agua y de la vegetación propia del área. (Tabla 5.1). En la región del Llano, o en zonas adyacentes estrechamente relacionadas, tal como el piedemonte andino, pueden localizarse prácticamente todos los tipos de ríos definidos para la amazonia según la terminología de Sioli (1975); esto es, ríos de **aguas claras**, ríos de **aguas blancas** y ríos de **aguas negras**. Con respecto a esta nomenclatura, es bueno aclarar que algunos ríos de la región presentan transiciones entre una y otra condición, especialmente en lo que respecta a aguas claras y aguas blancas.

Los ríos de aguas claras están situados principalmente en los Llanos altos occidentales. Se originan en el piedemonte andino-llanero y en la parte del flanco sur de la cordillera de la costa que drena hacia la cuenca del río Orinoco. Este tipo de ríos, en sus partes alta y media son muy torrentosos, de aguas muy transparentes, temperaturas relativamente bajas, altos tenores de oxígeno y pH casi neutro (Fig. 5.9). Podemos contar entre estos a los ríos Yuca, Maspero, Boconó, Tucupido, Guanare, La Portuguesa, Las Marías, Morador, Ospino, Guache y Acarigua.

Por el contrario los denominados ríos de aguas blancas son de apariencia turbia, amarillenta u ocre. Ello se debe a que poseen altas cargas de materiales finos y ultrafinos suspendidos en la masa de agua. Los principales representantes de este tipo de ríos están ubicados, fundamentalmente, en la parte baja de los Llanos occidentales, así como en los Llanos meridionales y el bajo Llano. Se cuentan entre éstos: Apure, Arauca, Guárico y Caparo. Algunos de estos ríos adquieren las cargas de sedimentos suspendidos, en los tramos que discurren por la planicie llanera; tal es el caso del río Caparo, el cual nace en la cordillera andina, y allí es de aguas claras.

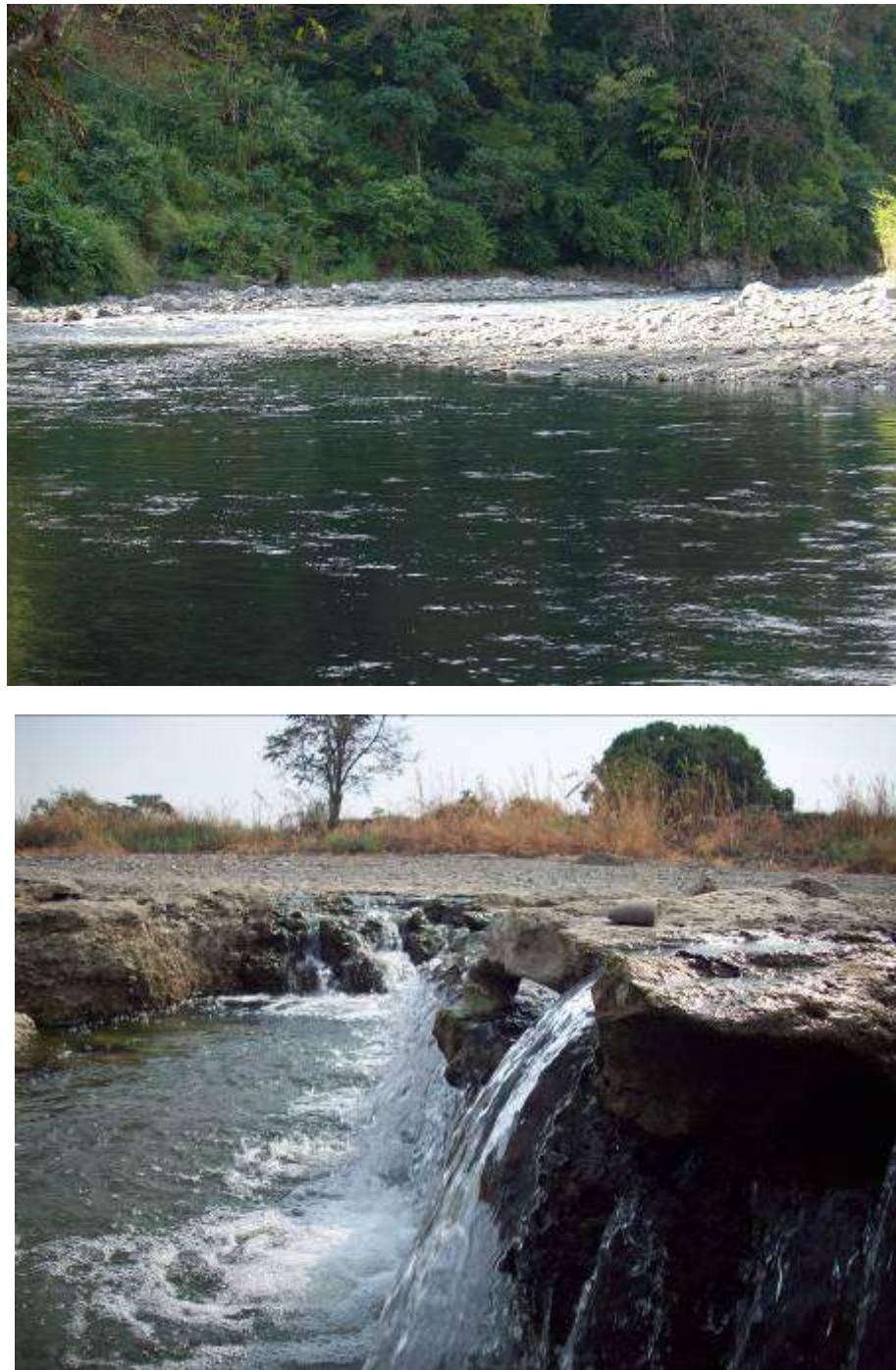


Figura 5.9. Ríos de aguas claras. Arriba el río Guanare en su parte alta (aproximadamente 300 m.s.n.m); abajo el río Guache en su parte media a 180 m.s.n.m. Como puede apreciarse en ambas fotografías, el sustrato por donde fluyen los cauces están conformados por arena, grava cantos y bloques. Tales materiales, por ser muy lavados, bajo condiciones normales no aportan una alta carga de sedimentos finos al agua (fotografías tomadas en febrero de 2006 y marzo de 2008 respectivamente).



Figura 5.10. En estas fotografías el río Caparo. Arriba internándose en la planicie llanera, allí adquiere el típico patrón de meandros propio de los ríos de esta región. También, por el color de sus aguas es evidente el alto arrastre de sedimentos. Abajo, aspecto de la navegabilidad del río Caparo, en el tramo correspondiente a la planicie llanera (fotografías de Donald C. Taphorn 1976).

Por su parte los denominados ríos de aguas negras, presentan una apariencia de color marrón rojizo o color té debido al fuerte tinte de los compuestos orgánicos provenientes de la vegetación en proceso de descomposición, así como a los ácidos húmicos y los taninos disueltos en el agua. (Figura 5.11). A pesar de su apariencia estas aguas al ser vistas de cerca, en realidad son muy transparentes. Muchos de los ríos de aguas negras, están asociados con los Morichales, los cuales ya fueron descritos, en este mismo Capítulo. Los ríos de aguas negras debido a que en su mayoría atraviesan formaciones con sustratos arenosos muy lavados, no incorporan en su seno arcilla u otros materiales finos en suspensión, como los ríos de aguas blancas. Se pueden mencionar entre este tipo de ríos: Cinaruco, Capanaparo, Mocapra, Aguaro, Guarquito, San José, Morichal Largo, Tigre, Pao (en el estado Anzoátegui) y Uracoa.



Figura 5.11. Aguas negras en un morichal en los llanos orientales. En el inserto puede apreciarse a un grupo de renacuajos, fotografiados en una parte llana del mismo río. Se hace evidente aquí la alta transparencia de las aguas a pesar del aspecto oscuro que presenta cuando se observan en la distancia (fotografías tomadas en el río Uracoa (estado Monagas) en febrero de 2006)

## Principales ejemplos de humedales de los llanos y el piedemonte andino venezolanos

Para finalizar este capítulo se describirán diferentes tipos de humedales presentes en la región. Como ya se señaló anteriormente, la heterogeneidad geográfica y climática de esta extensa provincia, y su cercanía al piedemonte andino hace posible la presencia de una variedad de sistemas acuáticos que albergan biotas distintivas. Sobre éstos complejos sistemas sólo se hará una breve descripción de los tipos más importantes. Para su nomenclatura se empleará, en parte, la clasificación propuesta por Scott (1989).

Llanuras aluviales (comprende planicies hidrográficas inundables y praderas de inundación estacional)

Los sistemas acuáticos híbridos denominados **ríos-planicies de inundación** (Thomas *et al* 1987), ciertamente se encuentran entre los tipos de humedales más conspicuos en los llanos venezolanos; de hecho, cuando imaginamos los humedales del Llano, automáticamente sólo pensamos en estos ambientes. Los mismos están asociados a los grandes ríos o ríos de tamaño medio y se localizan en las áreas riparias adyacentes susceptibles de ser inundadas periódicamente (Figs. 5.12). Los biotopos más representativos de este tipo de humedales son: esteros, lagunas de rebalse y en general áreas inundables en las márgenes de los ríos.



Figura 5.12. Arriba, período de **limnofase** en el sistema híbrido río San Andrés-estero El Paeño en el estado Barinas. Para este momento, en la época de lluvias, el río se encuentra espacido por la planicie de desborde (fotografía de Otto Castillo, agosto de 2008). A la derecha, fotografía donde puede apreciarse el mismo sitio durante la época de sequía, cuando el sistema presenta el brazo fluvial confinado a su cauce durante la **reofase** (fotografía tomada en febrero de 2008).

## Esteros con palmares

Se hace referencia especial a los esteros con palmares, dentro de los sistemas híbridos ríos-planicies de inundación, porque se cuentan entre los humedales más emblemáticos de los Llanos venezolanos. En este caso se destaca la presencia de una comunidad vegetal cuyos elementos arbóreos están dominados por la palma llanera *Copernicia tectorum*. Este tipo de esteros se localizan al sur del estado Guárico (los esteros de Camaguán, Fig. 5.13), y en los estados Apure y Barinas (esteros de el Paeño en el municipio Sosa de Barinas). Los suelos donde se desarrollan estas comunidades vegetales pueden catalogarse como suelos pesados, con predominio de fracciones finas (arcillas y limos) con altos contenidos de potasio. Estos humedales no pueden incluirse en el ámbito de los “palmares palustres” (Morichales y Chaguaramales que se mencionarán más adelante), porque en estos esteros no persiste una lámina de agua, o al menos un sustrato sobresaturado durante todo el año, tal como si se presenta en aquellos.



Figura 5.13. *Copernicia tectorum* en el estero de Camaguán, en época lluviosa a la izquierda y en época seca a la derecha (fotografías tomadas en agosto de 2006 y febrero de 2007, respectivamente).

## Humedales palustres (palustrinos) boscosos de tierras bajas

Están definidos como aquellos humedales no afectados por las mareas, cuya salinidad no rebasa 0,5 partes por millón (ppm). Presentan agua o humedad permanente en el suelo y la vegetación dominante puede estar constituida por árboles o arbustos emergentes, persistentes o no persistentes así como por musgos o líquenes. Entre éstos se tienen:

### 1. Morichales

Son humedales palustres boscosos (Fig. 5.14) asociados a la palma moriche *Mauritia flexuosa*. Los morichales son formaciones vegetales que en el país además de localizarse en los llanos también se localizan en los estados Delta Amacuro, Amazonas y Bolívar (Fernández 2007). No se ahondará en detalles en esta oportunidad porque en la sección correspondiente a comunidades vegetales, en este mismo capítulo, se describió su dinámica sucesional y sus principales características. Resta decir solamente que estas comunidades forman una entidad biótica muy peculiar que es asiento de una gran diversidad biológica dentro de los ecosistemas acuáticos llaneros (González-Boscán 1987, Fernández *op cit*).



Figura 5.14. Morichales en el río Uracoa en la localidad de Paso El Caimán (fotografía tomada en febrero de 2004).

## 2. Maporales o chaguaramales

Otro tipo de humedal que califica en el tipo palustre boscoso son los chaguaramales; en este caso se definen como tales aquellos bosques palustres con alta presencia del chaguaramo gigante o mapora (*Roystonea oleracea*). Estos bosques han sido poco estudiados en el país, y los denominaremos maporales o chaguaramales “parafraseando” el término morichales. Los maporales son equivalentes ecológicos de los morichales, pero se distinguen de éstos porque su estructura comunitaria, las características geomorfológicas de los sitios donde se asientan y la ubicación geográfica son distintas. Tales bosques fueron muy abundantes en áreas de los piedemontes larense, yaracuyano y andino-llanero donde aún subsisten unos relictos muy pequeños (Fig. 5.15).



Figura 5.15. Relicto de maporal ubicado en el estado Barinas donde se aprecia claramente una lámina de agua asociada a las palmas (fotografía tomada en el municipio Obispos, Barinas en julio de 2008).

## 3. Bosques de galería inundables

Es un término ampliamente utilizado para describir formaciones vegetales propias de las regiones de sabana, asociadas a los lugares donde hay cauces de agua (Fig. 5.16). En los ámbitos llaneros, caracterizados por un severo régimen pluvial y por una escasez relativa de árboles de gran porte, la proliferación de éstos suele concentrarse en los lugares donde el nivel de agua subterráneo está próximo a la superficie, y ocupan la posición fisiográfica denominada albardón de orilla. De hecho se puede apreciar en estas zonas que donde existe un río, la vegetación se desarrolla en ambas márgenes y a menudo las copas de los árboles se entrelazan en lo alto, dando la impresión de formar un túnel, lo que justifica el término “galería”.

Como se ha indicado, estas formaciones arbóreas son propias de las zonas de sabana y consecuentemente se localizan en las mismas áreas bioclimáticas, donde las precipitaciones alcanzan hasta 2000 mm anuales. En algunos casos allí se presenta un lapso en el cual los bosques de galería o bosques riparios se inundan de manera notoria y así permanecen al menos durante cuatro meses (Aymard 2005, Aymard y González-Boscán 2007).



Figura 5.16. Bosques de galería a orillas de ríos en el Llano venezolano. Arriba bosque inundado en las inmediaciones del caño Guaritico estado Apure. Abajo relichto boscoso, en la parte media del río Are (afluente del río Guache), estado Portuguesa (fotografías tomadas en julio de 2006 y febrero de 2008, respectivamente).

#### 4. Ciénagas

Se definen como tales aquellos cuerpos acuáticos que dan origen a lugares pantanosos o parajes llenos de cieno. Las ciénagas están asociadas a ríos y presentan flujo de agua en dos direcciones inversas: del río hacia el cuerpo de agua en los períodos lluviosos y de aguas altas, y del cuerpo de agua hacia el río en las épocas secas de aguas bajas. Las ciénagas presentan una dinámica hidrológica anual distinta de los esteros. Éstas aun cuando no exhiban una lámina de agua visible durante parte del año, mantienen en forma permanente al menos un flujo subsuperficial a través de sus sedimentos minerales y materia orgánica, pero no acumulan capas de turba. Por el contrario los esteros, una vez que se secan anualmente, carecen de ese flujo subsuperficial.

Una ciénaga muy conocida ubicada en la región occidental del país, en el estado Táchira (no propiamente en la provincia llanera), son los denominados esteros de Navay: un extenso complejo de humedales palustres con vegetación emergente asociados al río Navay, en la subcuenca del río Caparo. Los esteros de Navay están enclavados en un sistema de valles que además de recibir aguas del río Navay (y aportar aguas a éste durante la época seca) captan numerosos cauces locales. Pero contrario de lo que ocurre en un lago o laguna, aquí el espejo de agua no es visible por estar cubierto bajo una densa alfombra vegetal (Fig. 5.17). En los márgenes del “estero”, donde se ha eliminado la vegetación boscosa destaca, en la comunidad de plantas acuáticas, la especie *Montrichardia*

*arborescens* de la familia Araceae. Por otra parte, los bordes de la ciénaga donde aún no se ha talado masivamente, están dominados por relictos boscosos de una alta complejidad estructural.



Figura 5.17. Arriba, detrás de la franja de árboles, vista panorámica de la ciénaga principal de los esteros de Navay. Bajo este apacible y enorme campo verde, circundado por montañas con alturas de hasta trescientos (300) metros, subyace un cuerpo de agua con profundidades que exceden los cinco metros. Abajo a la izquierda desagüe de los esteros hacia el río Navay en el sitio denominado caño La Gorda: este canal tiene una anchura aproximada de ocho (8) metros y una profundidad de dos (2) metros. Abajo al centro espécimen de *Montrichardia arborescens* (L), una hidrófita abundante en sitios talados. A la derecha perfil de un relichto boscoso de los pocos que aún rodean partes de la ciénaga principal (fotografías tomadas en abril de 2010).

## 5. Guafales (guaduales)

Estos son humedales dominados florísticamente por la gramínea *Guaya angustifolia* (Kunt) (Fig. 5.18). Ocuparon grandes extensiones en los llanos occidentales y los piedemontes barinés y portuguenseño, pudiendo ubicárseles a

alturas que oscilan entre 140 y 300 metros. Aunque es necesario acotar que en la actualidad han sido eliminados casi en su totalidad para dar paso a tierras agrícolas y de pastoreo, y sólo subsisten unos escasos relictos. Los suelos donde crecen los guafales (o guaduales) presentan una gran acumulación de materia orgánica, propiciada por el alto recambio foliar anual de la especie. Por otra parte, durante el periodo lluvioso se mantiene una alta saturación del sustrato y además puede apreciarse un conspicuo sobreflujo de agua. Generalmente estos guafales están asociados con drenajes locales que colectan agua de terrenos más altos.



Figura 5.18. Relicto de un guafal ubicado cerca de la población de Santa Lucia del Llano, en el estado Portuguesa, a 140 metros de altura sobre el nivel del mar. Está asociado, en esta zona, a un sistema de drenaje local que acopia las aguas de una amplia planicie adyacente (fotografía tomada

## Humedales palustres emergentes (manantiales de agua dulce y mijaguales)

### 1. Manantiales

Éstos se definen como flujos naturales de agua que surgen del interior de la tierra desde un solo punto o por un área restringida. Pueden aparecer en tierra firme o fluir a cursos de agua, lagunas o lagos. Su localización se relaciona con la naturaleza de las rocas, la disposición de los estratos permeables e impermeables y el perfil del relieve, ya que un manantial brota allí donde un nivel freático se corta con la superficie. Los manantiales pueden ser permanentes o intermitentes, y tener un origen atmosférico (agua de lluvia que se filtra en la tierra y surge en otro lugar a menor altitud)

En las inmediaciones de los manantiales, los suelos se encuentran permanentemente saturados y las plantas deben estar bien adaptadas a los sustratos blandos (Fig. 5.19). Por ello es común que éstas, si son árboles de gran porte, presenten raíces de soporte tabulares, zancos y formas de propagación vegetativa muy agresivas.

Las aguas de muchos manantiales ostentan concentraciones altas de sales u otros iones, por lo que las plantas que crecen en sus inmediaciones requieren mecanismos fisiológicos especiales para desechar esos compuestos.



Figura 5.19. Manantiales en la localidad de Las Cruces cerca de la población homónima en el municipio Sucre del estado Portuguesa a aproximadamente trescientos metros de altura sobre el nivel del mar. En este caso en el sitio donde se presenta la surgencia existe un relictto boscoso que puede apreciarse al fondo de la fotografía. Aquí los manantiales han sido confinados a estanques para ser aprovechados con fines recreacionales (fotografía tomada en mayo de 2006).

## 2. Mijaguales

Algunos manantiales u “ojos de agua” en los llanos altos occidentales presentan comunidades boscosas asociadas localmente llamadas mijaguales. Son humedales donde resalta la presencia de los “mijaos” (*Anacardium excelsum*). Se debe, destacar, no obstante, que los mijaos también pueden crecer de manera prolífica a orillas de algunos ríos en esta zona del llano, como elementos del bosque de galería, pero en estos casos no se llaman mijaguales.

Donde se forman los mijaguales se puede inventariar una amplia muestra florística del llano que incluye varias especies de palmas: *Roystonea olarecea* (mapora), *Bactris major*, *Syagrus sancona* (palma Sarare), *Sabal mauritiformis* (sabal). También se encuentran otros elementos florísticos muy característicos de los humedales como son las Heliconias: *Heliconia caribaea*, *H. episcopal*, *H. metallica* (Aymard com. per.) (Fig. 5.20).

Regionalmente los mijaguales son biotopos muy destacados al punto de haber dado origen al nombre de poblados locales: La Colonia de Mijagual y Mijagualito, en el estado Portuguesa, son un ejemplo de ello.



Figura 5.20. Mijagual ubicado en el sector las Brujitas al sur de la ciudad de Guanare a aproximadamente 140 metros de altura sobre el nivel del mar. Podemos apreciar en la fotografía izquierda un importante caudal de agua fotografiado en marzo de 2010, a pesar de la intensa sequía ocurrida durante ese año. Este cauce alimenta el Caño Delgadito, afluente a su vez de Caño Igües. A la derecha apreciamos en el lugar un imponente mijao *Anardium excelsum* de aproximadamente 30 metros de altura rodeado con heliconias y otras especies características de los humedales.

Humedales utilitarios altamente manipulables (fosas, lagunas de oxidación, abrevaderos y módulos)

### 1. Los préstamos

Los préstamos son fosos de origen antrópico construidos cuando se realizan excavaciones de terreno a cielo abierto. Estas fosas son muy comunes en la región del Llano venezolano donde, con los materiales extraídos de tales excavaciones, se efectúan labores de relleno para terraplenes base de carreteras. En la fase de inundación, muchos de estos préstamos se anegan y durante la época de lluvias albergan una enorme diversidad de organismos acuáticos así como también una importante biomasa vegetal. Los préstamos pueden mantener agua durante un largo período, aún después de finalizada la estación lluviosa (Fig. 5.21). Tales ambientes, en el Llano venezolano, se han transformado en un hábitat acuático de mucha importancia para los peces y en general para la fauna silvestre.



Figura 5.21. Préstamo, ubicado en área del estero de Camaguán, en el estado Guárico, allí se conserva una importante cantidad de agua durante la mayor parte de la estación seca tal como se puede apreciar en la fotografía tomada en marzo de 2006.

## 2. Los módulos o pólderes

Estos son sistemas artificiales de lagunas, cerradas por diques de tierra, con desagües controlados por compuertas. Mediante estas compuertas, se regula el exceso de agua proveniente de la inundación o de la precipitación (Fig. 5.22). En la década de los setenta en el país se construyó un amplio sistema de este tipo en la región de Mantecal y en otras zonas del llano en el estado Apure.

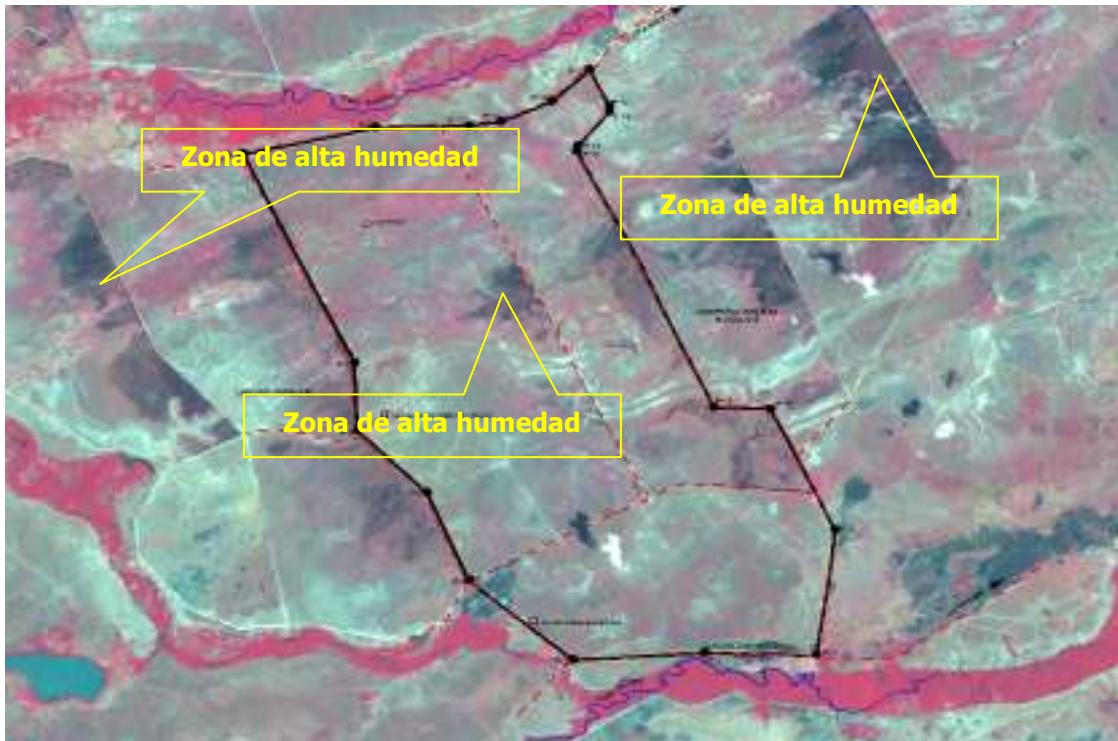


Figura 5.22. Los módulos experimentales de Mantecal en el estado Apure. Arriba imagen de satélite en falso color, en la que se aprecia una vista panorámica de un área demarcada por el sistema de diques de la zona (poligonal en línea negra). La amplia franja roja arriba, demarca el bosque ripario del caño Guaritico y la de abajo, demarca el caño Caicara. Las manchas oscuras que señalan los rectángulos, son zonas de alta humedad propiciada por la retención de agua en los diques del sistema de módulos. En la fotografía de la derecha se puede apreciar un grupo de compuertas de las que son utilizadas para regular el flujo de agua (imagen arriba, cortesía del centro Cartográfico de la UNELLEZ, Guanare; fotografía abajo, tomada en julio de 2006).



## Humedales ribereños

### 1. Deltas internos

Los deltas están definidos como aquellas áreas de deposición de materiales que forman terrenos comprendidos entre los brazos hidráulicos de un río en su desembocadura.

Generalmente, los deltas se asocian con las desembocaduras de los ríos en el mar: estos son los deltas abiertos; sin embargo, la intersección de dos grandes masas de agua, como lo es la desembocadura de un río en otro, también producen las grandes deposiciones de sedimentos propias de estos sistemas: los denominados deltas internos. En el área de los llanos existen al menos dos deltas internos importantes: en primer lugar, el delta ubicado en la confluencia del río Apure con el río Arauca y en segundo término el delta de la confluencia de los ríos Apure y Capanaparo con el río Orinoco; este último tiene una superficie aproximada de 4920 km<sup>2</sup> (Fig. 5.23).

Este tipo de humedales albergan una cuantiosa diversidad de organismos; de acuerdo con Lasso (2006), la confluencia de los ríos Orinoco y Ventuari, que es un importante delta interno de la orinoquia posee poco menos de la mitad de las especies de peces registradas en Venezuela (de las 1200 especies conocidas, cerca de 500 habitan en este ecosistema). Esta inusual alta diversidad se debe, según el citado autor, a la mezcla de aguas de distintas propiedades químicas y físicas; allí las aguas del alto Orinoco son negras, mientras que las aguas del río Ventuari son claras. Esto genera una diversidad de ecosistemas y de características particulares que determinan esa enorme diversidad de peces y de otros organismos acuáticos.

Por su parte el delta interno llanero de la confluencia de los ríos Apure y Capanaparo con el río Orinoco, es la base de otro de uno de los centros pesqueros más importantes de la orinoquia, como lo es la localidad de Cabruta. Allí se han reportado desembarcos de hasta cuatro mil toneladas de productos pesqueros. Tal riqueza pesquera está relacionada igualmente a la mezcla de aguas y a la cuantiosa carga de sedimentos y nutrientes asociados transportados desde las planicies llaneras.



Figura 5.23. Desembocadura del río Apure sobre el río Orinoco (ubicado en la fotografía a la derecha). La fotografía fue tomada en el río Orinoco aguas arriba de la población de Cabruta en el estado Guárico, en agosto de 1995.

## Humedales lacustrinos artificiales

### 1. Reservorios de agua superficial (embalses o represas)

Están definidos como cuerpos de agua naturales o artificiales de gran volumen donde el agua es colectada, almacenada, regulada y liberada para usos antrópicos (Armantrout 1998). Algunos de estos sistemas acuáticos son similares en sus características a los lagos en cuanto a extensión y volumen, y en lo que respecta a la capacidad de producir el fenómeno de la **estratificación térmica**. De hecho la mayoría de los autores no establecen diferencias entre ambos sistemas.

En el piedemonte andino llanero existen grandes embalses que han sido construidos mediante el represamiento de ríos. En la actualidad se cuenta con tres (3) grandes represas: Maspalito, La Coromoto (antes llamado embalse Boconó-Tucupido) y las Majaguas. Éstas constituyen una importante infraestructura cuya finalidad es producir hidroelectricidad, agua para consumo humano, controlar sobreflujos para restringir inundaciones, administrar agua para labores de riego y como sitios de esparcimiento (Fig. 5.24).



Figura 5.24. Arriba, el embalse Las Majaguas en el estado Portuguesa, sobre los ríos Cojedes y Sarare; tiene una capacidad activa de 304 millones de metros cúbicos y su principal función es suministrar agua para riego agrícola (fotografía tomada en enero de 2008). Abajo el embalse La Coromoto o embalse Boconó-Tucupido. Su construcción culminó al final de la década de los setenta como consecuencia del represamiento de los ríos Boconó y Tucupido; aunque su función original era suministrar agua solo para riego, ahora también suministra agua para consumo humano en la ciudad de Guanare que tiene aproximadamente 170000 habitantes (fotografía tomada en julio de 2007).

## LA PALMA MORICHE: FUENTE DE BIENESTAR PARA LOS HABITANTES DE LOS HUMEDALES DEL DELTA DEL RÍO ORINOCO

DE LA PALMA MORICHE (*Mauritia flexuosa*), se extraen una gran diversidad de productos, los cuales desde tiempos remotos han sido decisivos para el mejoramiento de la calidad de vida de los indígenas del delta del Orinoco. Por otra parte, el moriche contribuye en forma efectiva con la formación de hábitats acuáticos, los cuales son muy importantes como refugios para elementos de la fauna acuática y terrestre, que a su vez sirven como recurso alimenticio para el hombre.

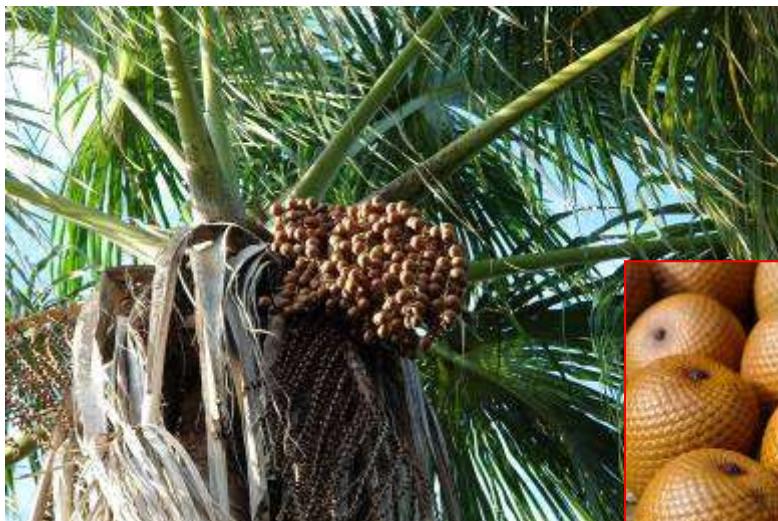
Los indígenas del Delta del Orinoco explotan intensivamente esta palma y de ella utilizan prácticamente todas sus partes: las hojas y troncos se emplean para construir viviendas; de las hojas tiernas se sacan fibras extra largas para la construcción de chinchorros y cestas; de la médula central del tronco se extrae almidón, el cual es un complemento alimenticio que se utiliza en las épocas de escasez; de los troncos, recién caídos, se extraen brebajes azucarados, utilizados como complemento alimenticio; del mesocarpio carnoso del fruto se preparan bebidas, dulces y alimentos con un alto contenido de vitaminas. Una vez que el tronco yace en el suelo y comienza a descomponerse, el mismo es invadido por larvas de coleópteros las cuales son consumidas por los indígenas, quienes así complementan su ingesta de proteínas.



Preparación de fibras de palma moriche, para fabricar cestas y chinchorros.

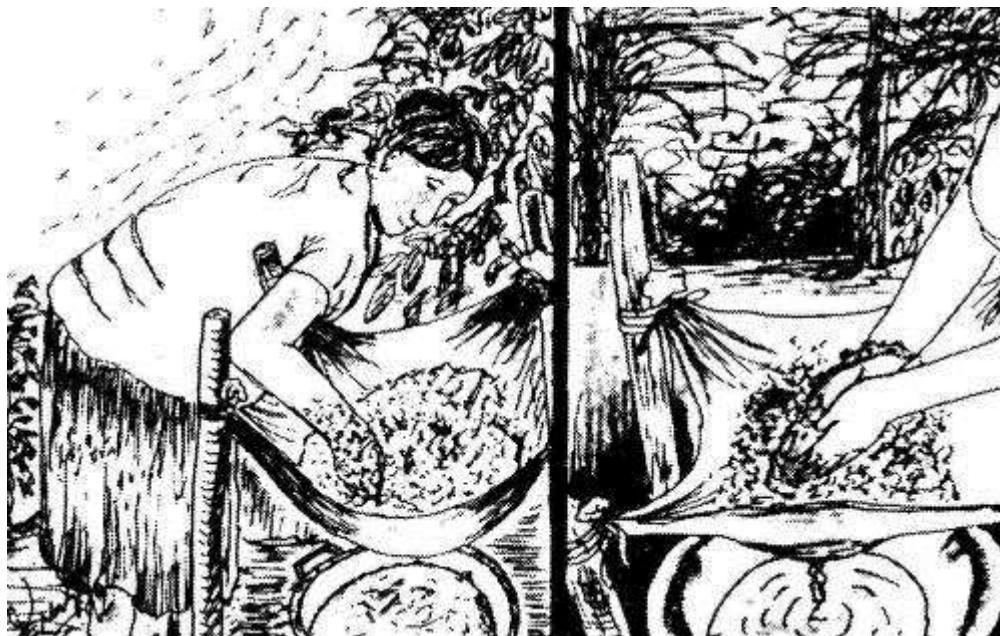
Los alimentos que se preparan con el mesocarpio del fruto tienen un altísimo valor nutricional. En la tabla que acompaña este texto, se compara la composición nutricional presentada en el empaque de un cereal comercial muy publicitado en el mercado nacional, con el valor dietético reportado por González-Boscán (1987), para alimentos preparados a partir del fruto de *Mauritia flexuosa*,

PARÁMETRO CUANTIFICADO	<i>Mauritia flexuosa</i>	Formulación comercial
Valor energético	0.143 Kcal	130 Kcal
Humedad	72.8%	--
Proteínas	3.0 g	4 g
Grasas	10.5 g	2 g
Carbohidratos totales	12.5 g	26 g
Fibra	11.4 g	12 g
Cenizas	1.2 g	2 g
Calcio	113.0 mg	148.0 mg
Fósforo	19.0 mg	---
Hierro	3.5 mg	5.10 mg
Vitamina A	12375.0 mcg	1009.0 mcg
Tiamina	0.03 mg	0.34 mg
Riboflavina	0.23 mg	0.21 mg
Niacina	0.7 mg	3.85 mg
Acido ascórbico	26.0 mg	1.8 mg



## LA UTILIZACIÓN DEL FRUTO DE LA CHIGA POR ETNIAS INDÍGENAS DE LOS LLANOS HÚMEDOS VENEZOLANOS

DESDE TIEMPOS REMOTOS los indígenas de la etnia Puré, de la región llanera del alto Apure, en Venezuela, han utilizado como alimento la harina de las semillas del árbol de la Chiga, o Guamo Chigo (*Capsiandra spp.*). Este árbol crece a orillas de los ríos locales, y su ciclo de floración y fructificación están íntimamente sincronizados con el fenómeno de la inundación en los llanos. Su utilidad como alimento ya había sido reportada por naturalistas de siglos pasados, entre los que destaca el sabio alemán Alejandro de Humboldt. La harina es obtenida después de un largo proceso que involucra la selección del fruto, el desgranado de la vaina, el pelado de la semilla, el rallado de la semilla; finalmente, se prepara una masa de harina. Con esta masa los indígenas elaboran tortillas fritas, atoles y otros alimentos, los cuales resultan ser un efectivo y oportuno complemento alimenticio, en especial durante el período anual de escasez, que sobreviene con la sequía.



Escenas donde se presenta parte del procesamiento para extraer la harina-almidón de las semillas de Chiga (tomado de Stergios 1993).



## **LA DINÁMICA DEL PROCESO DE INUNDACIÓN EN LOS HUMEDALES DE LOS LLANOS VENEZOLANOS y SU INFLUENCIA SOBRE LA BIOTA ACUÁTICA**

- **Se definen y se describen en detalle las diferentes fases en las cuales se divide el proceso de inundación en el bajo llano.**
- **Se hacen inferencias sobre la influencia del proceso de inundación sobre las comunidades de organismos acuáticos.**

## LAS FASES DEL PROCESO DE INUNDACIÓN EN EL LLANO VENEZOLANO

**L**

A INUNDACIÓN ANUAL del llano es sin duda el evento desencadenador de casi todos los complejos procesos biológicos que experimentan los organismos acuáticos en la región. Este fenómeno además de movilizar anualmente enormes cantidades de peces, promueve en ellos mecanismos de reproducción y otros procesos fisiológicos vitales.

Por otra parte, la inundación produce aumentos cuantiosos de la diversidad de microorganismos y de insectos acuáticos; estos últimos son la base de amplias cadenas tróficas en el ecosistema. Estas cadenas tróficas se extienden hasta el hombre debido a que el proceso de flujo de energía y nutrientes, que se inicia con esos grupos de invertebrados, se canaliza directamente hacia él (hacia el hombre), mediante los productos de las pesquerías.

Se debe entender que el sistema río-planicie de inundación es una unidad física con eventos de retroalimentación concatenados (Fig. 6.1); pero a los efectos de estudiar detalladamente el proceso, es necesario dividirlo en dos fases fundamentales: 1) **Reofase**, en la cual el río está confinado a su cauce y no tiene comunicación directa con las depresiones de la planicie de desborde. 2) **Limnofase**, en ésta el cauce principal se colmata de agua que al desbordarse, forma un continuo en las depresiones y otras zonas bajas de la planicie de inundación.

Al igual que en otros sistemas ríos-planicies de inundación que han sido estudiados en nuestro continente (Drago 1989), las dos fases principales, a su vez se pueden subdividir en cuatro etapas las cuales describen el estado del proceso de inundación en un momento determinado; estas etapas son:

**Aislamiento** (período de sequía). Durante este lapso no existe comunicación entre los ríos y los esteros o las lagunas, debido a que o bien las aguas están confinadas al canal principal del río o bien están confinadas a

las depresiones más pronunciadas existentes en la planicie de inundación. Entre estas depresiones se pueden mencionar, las lagunas muy profundas, los **préstamos** y las **madres viejas**.

**Ascenso** (comienzo del período lluvioso). Los ríos se represan y el agua de éstos fluye hacia las lagunas por canales naturales de abducción. Dichos canales para este momento están cubiertos casi por completo con bora o lirio de agua (*Eichhornia crassipes*). En esta etapa el agua aún no rebasa los diques naturales de separación del río y de las planicies (diques de albardón de orilla).

**Inundación** (máximo de la precipitación). Se completa el proceso de llenado de esteros y lagunas, el agua rebasa los diques naturales. En esta etapa las lagunas salen de su confinamiento y alcanzan sus profundidades máximas. Los nutrientes y la materia orgánica suspendida, fluyen desde el río hacia los esteros y lagunas. La mezcla entre las aguas corrientes y las aguas, "estancadas" alcanzan su máximo. El intercambio de agua suscitado entre esteros y lagunas, con los cauces fluviales, hacen que aquellos adquieran algunas de las características de los sistemas lóticos.

**Retirada** (salida de aguas). En esta etapa se revierte el proceso, y las aguas fluyen desde las lagunas y los esteros hacia los ríos. Así éstas se van confinando progresivamente tanto al canal del río como a las depresiones más profundas. Lentamente los cuerpos acuáticos retornan a sus condiciones iniciales, esto es, condiciones lénticas, en las cubetas de decantación (lagunas y préstamos), y condiciones lóticas, en los canales principales de los ríos. Un proceso análogo ocurre durante la inundación de los bosques riparios. En ambos casos, tanto en la sabana inundada como en los bosques riparios inundados, es importante destacar que el flujo de agua, y por tanto los nutrientes contenidos en esta agua, se pueden mover en dos sentidos; durante la etapa de ascenso, los nutrientes se mueven arrastrados por el agua desde el cauce principal del río hacia la zona inundada; mientras que

durante la etapa de retirada, el proceso se invierte, y los nutrientes se mueven desde la zona inundada hacia el cauce del río (Klopatek 1978).

### Influencia del proceso de inundación sobre las comunidades de organismos acuáticos

¿Cómo es el movimiento de fitoplancton, zooplancton y nutrientes durante el proceso de inundación?

En las sabanas inundables del estado Apure, se han realizado estudios sobre sistemática y ecología de zooplancton (Zoppi de Roa *et al* 1985 y Zoppi de Roa y Vásquez 1991). Los patrones de distribución de estos organismos así como de los organismos fitoplancónicos, son similares a los reportados, para otras áreas inundables del continente (Train-Sueli y Rodrigues 1997).

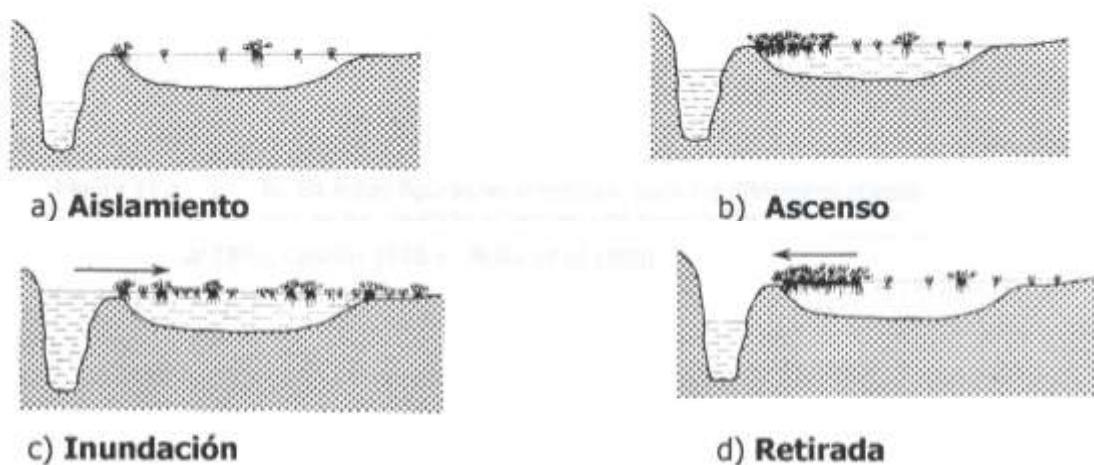


Figura 6.1. Etapas del proceso de inundación en los humedales del bajo llano. a) Durante la fase de aislamiento (aguas bajas), la reofase, no existe conexión entre el canal del río y sus áreas adyacentes. b) Durante el ascenso, las lluvias propician una subida de las aguas tanto en el río como en lagunas y/o depresiones adyacentes; sin embargo, aún no se puede decir que existe un proceso de inundación como propiamente dicho. c) Inundación, en esta fase se verifica un contacto efectivo entre el río y las zona inundable adyacente: es el momento de la limnofase; allí se presenta una entrada de materia y de energía hacia la zona inundada (peces y otros organismos, vegetación flotante, materia orgánica suspendida y minerales disueltos en el agua), en la figura, tal situación se señala mediante una flecha. d) En fase de retirada (salida de aguas), se invierte el flujo, tal como se señala mediante la flecha: allí la zona inundada aporta al río, materiales y energía de manera significativa (gráfico de eventos adaptado del trabajo de Drago 1989).

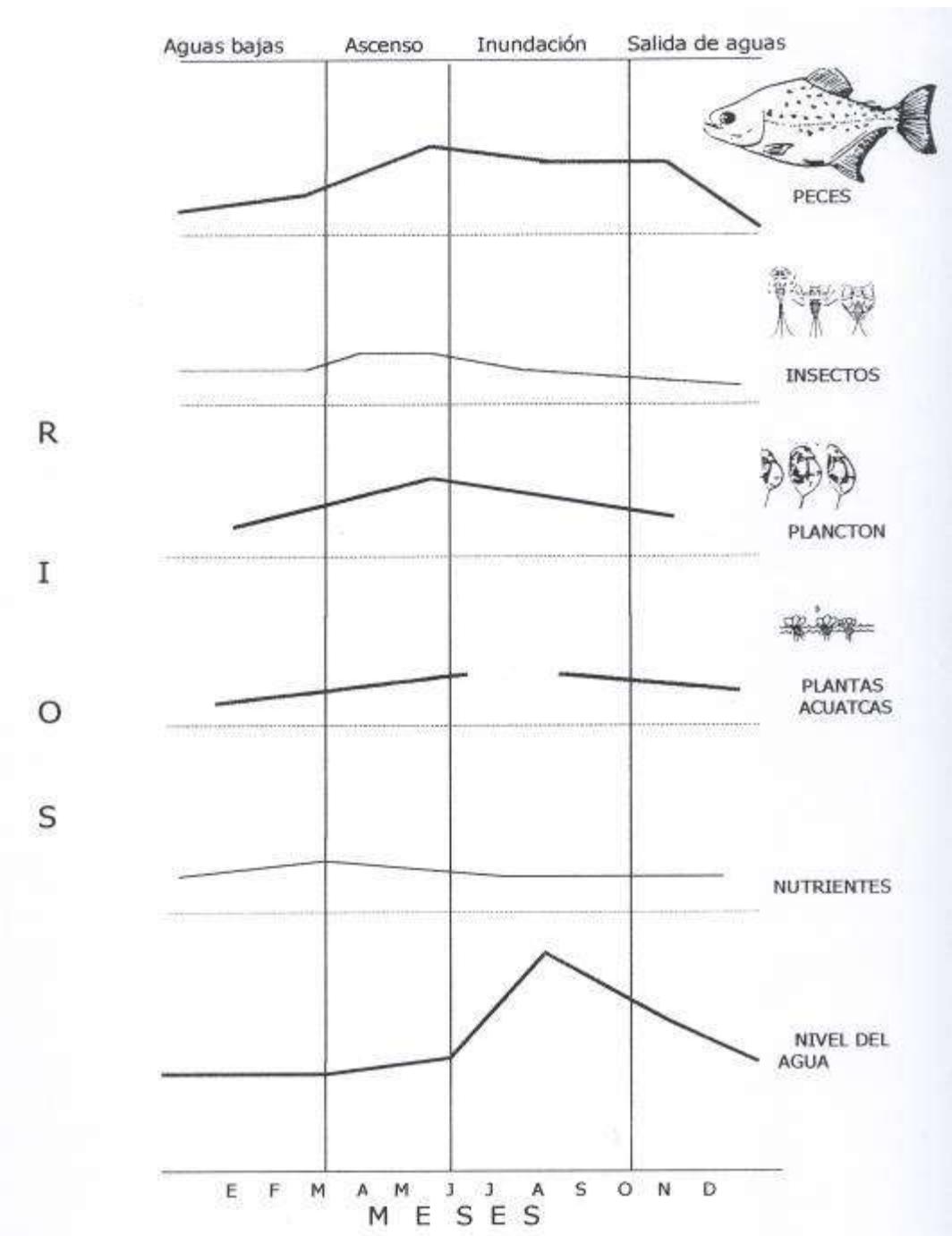


Figura 6.2. Eventos hidro-biológicos que ocurren en el río, en la medida que transcurren las fases del proceso de inundación. Las variaciones en las cantidades de peces, cantidad de insectos y concentraciones de zooplancton son menos pronunciadas que en la zona adyacente de inundación (ver la figura 6.3).

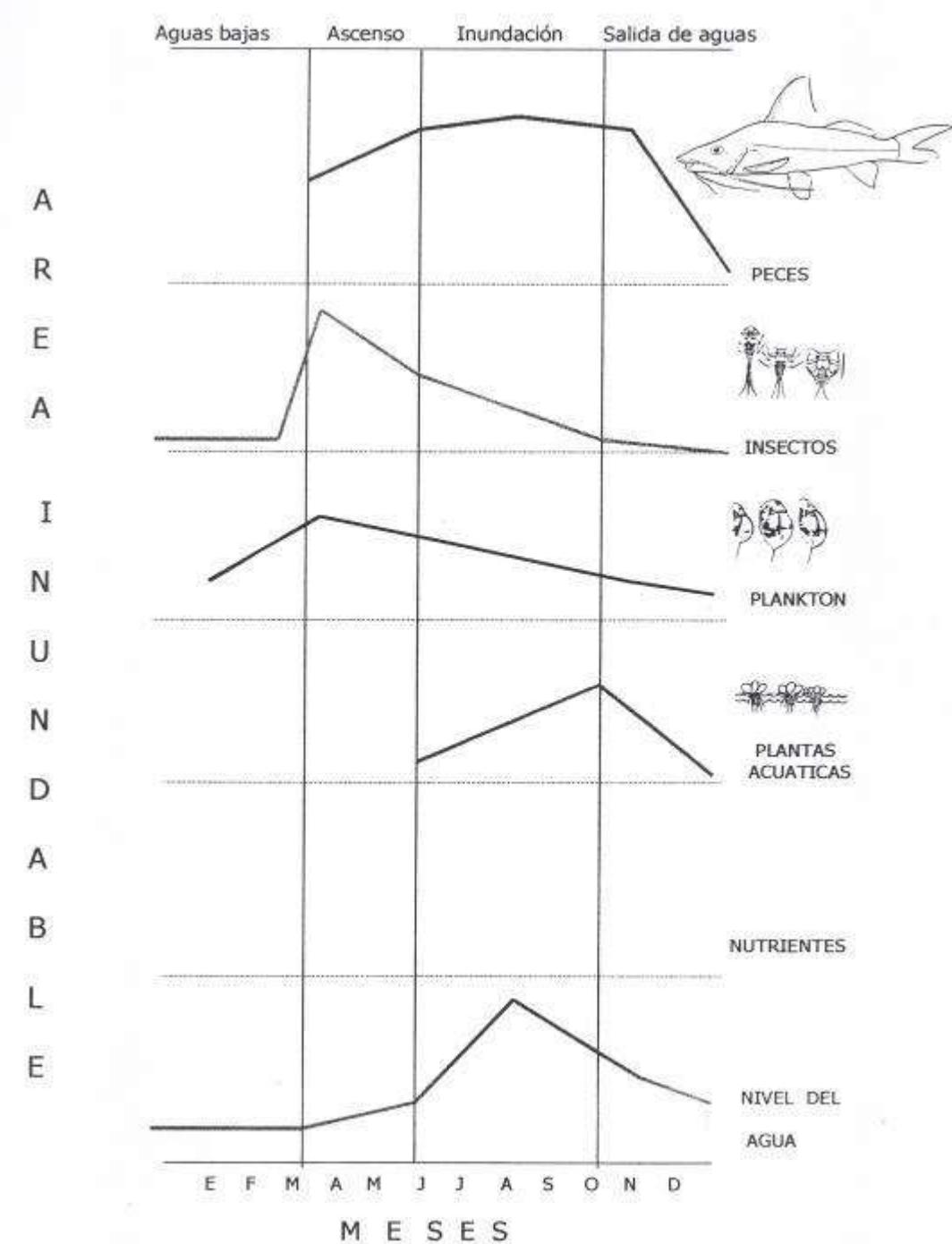


Figura 6.3. Eventos hidro-biológicos que ocurren la planicie de desborde en la medida que transcurren las fases del proceso de inundación. Los datos para armar estas gráficas, se han extraído, principalmente de la literatura.

Los estudios revelan que la productividad primaria (capitalizada por las algas) del río Apure es de 26 mg.m<sup>2</sup>/día, mientras que la producción anual de carbono por unidad de área de inundación de 3660 Km<sup>2</sup> fue sólo de 75 mg.m<sup>2</sup>/año (Lewis 1988). Esto representa menos de 1% del estimado de producción de fitoplancton de las planicies de inundación. Los mismos estudios señalan que los cuerpos de agua ajenos a las planicies de inundación, incluyendo los canales internos y las áreas de flujo lento, contribuyen con el 63% del transporte de fitoplancton ( $2.4 \times 10^6$  K/año), mientras que las planicies de inundación mismas sólo aportan el 37%. La planicie de inundación sin embargo, es muy productiva y acumula casi la totalidad de la producción de algas; en este sentido la misma funciona como un sistema cerrado, a pesar de que en realidad es un sistema abierto.

En lo que respecta al zooplancton, se ha determinado que en el río Apure, y en las zonas de inundación periódica asociadas a éste, existen alrededor de 50 especies de organismos del zooplancton (Sauders y Lewis 1988). En ese mismo estudio se determinó que el transporte anual de la biomasa de zooplancton, proveniente del lavado de las aguas de la sabana, fue de 29,300 Kg.C. El estudio aludido reveló que nueve especies de rotíferos acapararon más del 90% de la densidad total de organismos (138 ind/litro). Los copépodos, por su parte, estuvieron representados principalmente por *Mesocyclops decipiens*. La mayoría de los cladóceros son planctónicos, pero no fueron abundantes. Los crustáceos comprendieron 46% de la media anual de la biomasa de zooplancton (1.9 ug C/litro).

La abundancia de zooplancton presenta una relación marcadamente inversa con respecto a la descarga. Los brazos secundarios (los caños menores) de la amplia red de canales parecen ser la fuente primaria, pero las poblaciones de algunas especies también se reproducen durante el período de aguas bajas en el canal principal. A medida que los ríos aumentan de nivel, cuando progresan las lluvias, los caños se represan y su función como suplidores de zooplancton cesa abruptamente. El transporte de zooplancton es bajo durante el período en el cual

el río mantiene inundada la planicie. La producción secundaria de la planicie de inundación es exportada a los ríos por el tiempo que se mantiene la conexión río-planicie de inundación. Una vez que cesa el drenaje desde la planicie de inundación, el transporte se mantiene a muy bajos niveles y los caños se convierten en un hábitat apropiado para estos organismos. Las fluctuaciones estacionales en el nivel del río regulan tanto el desarrollo de áreas suministradoras apropiadas para el crecimiento del zooplancton, así como el proceso de exportación de estos organismos desde dichas áreas (Hamilton *et al* 1990).

En los pastizales inundados, es donde existen las más altas concentraciones de zooplancton, en estas zonas se contabilizaron concentraciones de hasta 11000 Individuos/litro (Zoppi de Roa *et al* 1985). En otras áreas, se presentan concentraciones de zooplancton de hasta 2500 Individuos/litro, tanto al inicio como a la salida de lluvias. Estos valores contrastan notoriamente con los encontrados para las áreas inundadas libres de vegetación; en éstas el máximo valor de concentraciones de zooplancton es a lo sumo 1000 Individuos/litro. Allí Se identificaron un total de 121 especies (el doble de las especies reportadas en otros estudios (ver Saunders y Lewis 1988). Los grupos dominantes, en orden de importancia fueron: Rotíferos, Copépodos y Cladóceros.

Estas explosiones de organismos planctónicos, se deben al incremento de las concentraciones de nutrientes. En un estudio llevado a cabo por Bulla *et al* (1980), se destaca que durante la fase de inundación, virtualmente no existe acumulación de materia orgánica en pie; ésta, de acuerdo al mencionado estudio, se incorpora a razón de 208.6 g/m<sup>2</sup> por año. Así mismo, según este estudio, la producción primaria se maximiza al comienzo de la etapa de ascenso, siendo de 7.58 g/ (m<sup>2</sup>)/día, mientras que durante el pico de inundación es sólo de 5.32 g./(m<sup>2</sup>)/día. En las figuras 6.2 y 6.3, se presenta un resumen de los eventos biológicos inducidos por las fases del proceso de inundación en el bajo llano.

## HUMEDALES DEL LLANO: REFUGIO ESTACIONAL DE AVES MIGRATORIAS

(Los llanos venezolanos son una estación de reabastecimiento para miles de aves que anualmente recorren el continente de extremo a extremo)

LA MIGRACIÓN ANUAL de las aves es uno de los eventos biológicos más importantes de la naturaleza. El fenómeno se produce porque al llegar el invierno en latitudes al norte o al sur, de nuestro continente (también ocurre en los otros continentes), estos animales buscan hábitat donde les es fácil conseguir alimento y donde el clima es propicio para reproducirse. Venezuela ofrece esas condiciones; por ello, al menos 155 especies de aves viajan miles de kilómetros para descansar provisionalmente o para residenciarse temporalmente, durante su travesía transcontinental.

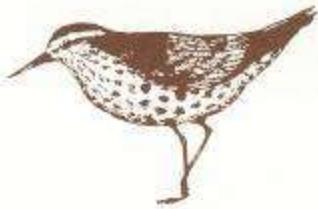


Grupo de aves posando sobre cercados en el área de los Módulos de Mantecal en el estado Apure (fotografía tomada en julio de 2006).

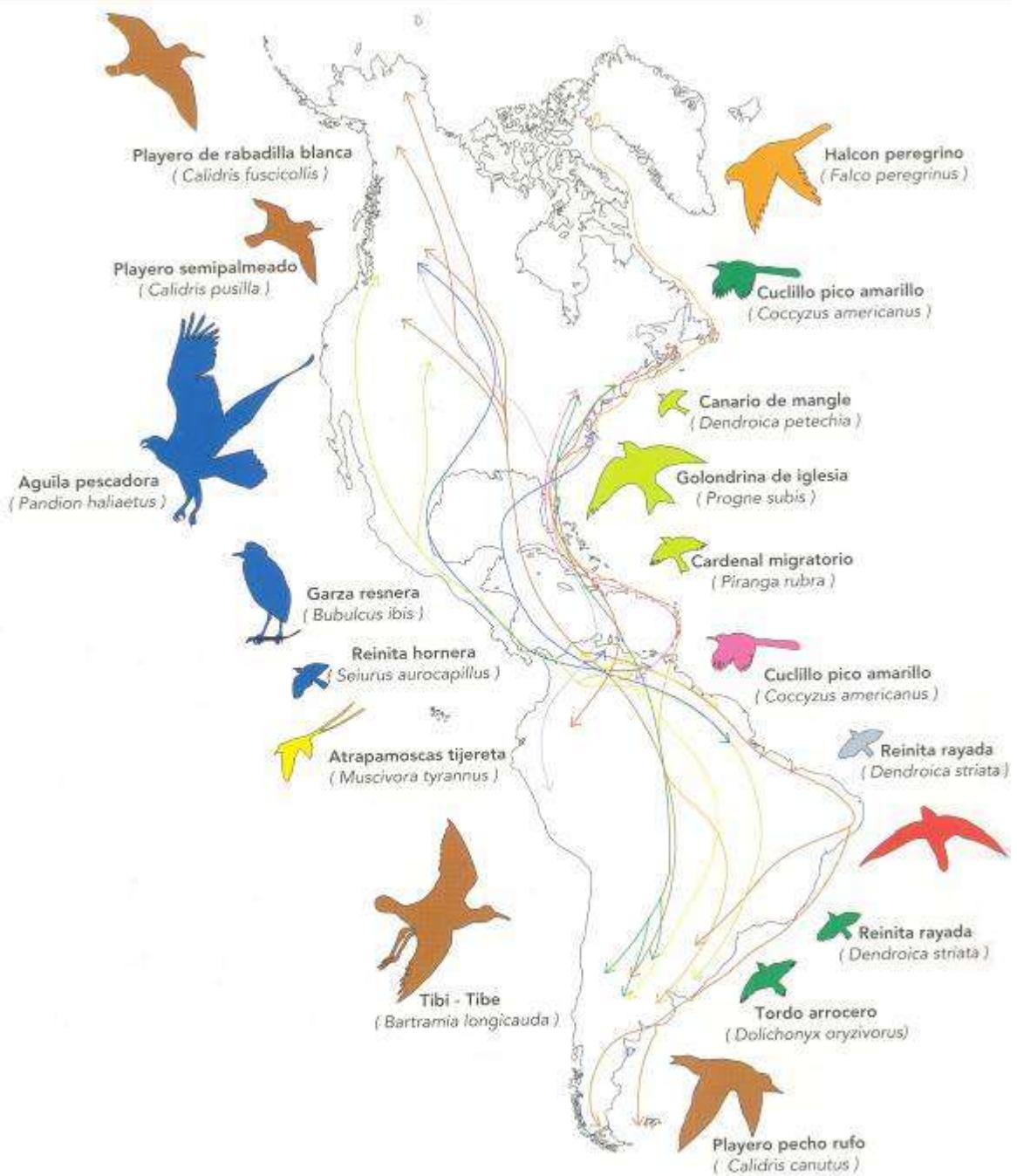
Las aves que vienen de la costa este de Estados Unidos, y de Canadá vuelan sobre el mar y llegan a Venezuela, que es su primer lugar de alimentación importante. Este largo viaje (algunas especies como los playeros, llegan a recorrer hasta 13000 kilómetros), supone un inmenso consumo energético para el animal; es importante resaltar aquí, que muchas de estas aves viajeras transcontinentales, sólo alcanzan a pesar 60 gramos.

Si bien no todas las aves que nos visitan son acuáticas y, además, no todas paran en los llanos, algunas tales como la golondrina (*Progne subis*), el tordo arrocero (*Dolichonyx oryzivorus*) la tijereta (*Muscivora tyrannus*) y varias especies de aves acuáticas tales como garzas (*Bubulcus ibis*) y los playeros (*Calidris spp*), se desplazan hasta esta zona por ser áreas abiertas. La época de llegada de estos visitantes es precisamente cuando los humedales de la región llanera tienen la mayor cantidad de agua; allí las aves se alimentan de granos cultivados, de insectos o de peces, cuyos ciclos vitales contemplan la eclosión de millones de huevos y por lo tanto implican presencia masiva de juveniles y larvas en los cuerpos acuáticos.

De acuerdo a especialistas colombianos de la WWF, la cuenca del Orinoco, que abarca tanto a Venezuela como al vecino país, es uno de los corredores predilectos de las aves migratorias, en los viajes transcontinentales. En el año 2005 se verificaron 1.962 registros pertenecientes a 129 especies migratorias en total. De éstas, 110 especies (más del ochenta por ciento), corresponden a aves visualizadas en territorio venezolano.



En la figura un playero (*Calidris spp*). Estas diminutas aves pesar de su tamaño, pueden recorrer largas distancias; las mismas realizan un largo periplo desde el ártico en el cual algunas especies llegan a recorrer más de 10000 kilómetros.



Principales rutas de migración transcontinentales de aves en el hemisferio (tomado de PDVSA 1992).

## **PROYECTO DE CONSERVACIÓN DEL CAIMÁN DEL ORINOCO**

(Mediante el trabajo mancomunado del estado venezolano, comunidades organizadas, universidades, organizaciones no gubernamentales y científicos desinteresados se está llevando a cabo un proyecto para devolver este magnífico reptil a su hábitat natural)

EL CAIMÁN DEL ORINOCO o cocodrilo es quizás el último "monstruo mítico" de la fauna venezolana. Este magnífico reptil, cuya longitud puede alcanzar hasta seis metros pobló nuestros ríos llaneros durante milenios. Allí jugó un papel fundamental en el ensamblaje de las cadenas tróficas acuáticas y en la creación de hábitats para los peces; lamentablemente hoy día está al borde de la extinción: la intensa cacería para cobrar su piel y la intervención de sus hábitats han mermado sus poblaciones hasta niveles críticos.

El cocodrilo ha sido el objeto de un intenso trabajo de conservación que ya se extiende por cerca de tres décadas. Este esfuerzo se podría resumir en tres aspectos fundamentales: estudios detallados sobre su estado poblacional y su ecología, puesta en marcha de un programa de restauración y reforzamiento poblacional en diversas localidades de cuatro estados llaneros; y declaratoria de un área natural protegida diseñada específicamente para su conservación. No obstante el esfuerzo realizado su situación en el país sigue siendo preocupante. Sólo los ríos Cojedes y Capanaparo poseen individuos suficientes como para pensar en su permanencia en el tiempo, siempre y cuando las presiones humanas puedan ser aminoradas o detenidas. Otros lugares poseen muy pocos individuos o sus poblaciones son todavía incipientes.





## **IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES DEL LLANO VENEZOLANO PARA LAS PESQUERÍAS REGIONALES**

- **Se presentan estadísticas oficiales sobre volúmenes de productos pesqueros en los principales puntos de desembarco del área de influencia del bajo Llano.**
- **Se explica cómo ha influido, e influye, el proceso de inundación en los ciclos vitales de las principales especies de peces de la región.**
- **Se presentan datos ecológicos cualitativos sobre juveniles de algunas especies de peces de la región.**

## ESTADÍSTICAS OFICIALES SOBRE PRODUCTOS PESQUEROS EN LOS PRINCIPALES PUNTOS DE DESEMBARCO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS HUMEDALES DEL LLANO

**E**L VOLUMEN DE LAS PESQUERÍAS del río Orinoco, es uno de los más importantes del país tanto por su cantidad como por su diversidad (Novoa 1989). En estos volúmenes también se contabilizan productos provenientes del delta y otros ríos como el Caura en la región de Guayana. Estas pesquerías son positivamente influenciadas por un sistema de lagunas de rebalse y zonas inundables a lo largo del cauce medio y bajo del río Orinoco.

A la par de esta región pesquera, el área de influencia del bajo llano, representa, una de las mayores áreas fluviales pesqueras del país; tan sólo en la inspectoría de pesca de San Fernando de Apure, se han reportado cantidades que exceden las 10.000 toneladas anuales. En la figura 7.1 se sintetizan las cifras oficiales emitidas por el MAC (Ministerio de Agricultura y Cría (1996)). Para la elaboración de estas figuras, se seleccionaron sólo los reportes pesqueros de los estados Apure, Guárico y Portuguesa. Puede apreciarse allí que los rubros más importantes son el bagre rayado (*Pseudoplatystoma spp*), la cachama *Colossoma spp* el blanco pobre *Pinirampus pirinampu*) y el coporo *Prochilodus mariae*.

No existen datos sobre los niveles poblacionales de estas especies, en el contexto de explotación pesquera. Sin embargo, los profesionales que han trabajado en el área (personal de la UNELLEZ y del FONAIAP), así como pescadores y comercializadores directos de los productos pesqueros, afirman que capturas, en los últimos años, son significativamente menores, que en épocas pasadas.

A pesar de este vacío de información, respecto a los estudios cuantitativos de las especies comerciales, existen indicadores de una merma sustancial en las poblaciones naturales de peces. Algunas especies tales como el laulao (*Brachyplatystoma filamentosum*), presentan declinaciones poblacionales

evidentes; de hecho este rubro actualmente es extremadamente escaso en los sitios de acopio. Por otra parte, especies que antes eran desechadas ahora han sido incorporadas como rubros explotables, y han cobrado una gran importancia comercial. Es el caso de la "sierra cuca" (*Oxydoras niger*). Estos peces eran abandonados en grandes cantidades en las islas del Río Apure, y no era aprovechado como rubro comercial. La exclusión de estos peces como rubro comercial básicamente se debía a que la especie, y en general los miembros de la familia Doradidae, presentan una serie de espinas en la región lateral, las cuales tienden a enredarse y destruir los aparejos de pesca. Así mismo, el bagre toruno o itoto (*Pseudopimelodus raninus*), el cual tiene un aspecto poco llamativo, parecido a un sapo, antes no era incluido como rubro comercial; ahora el mismo es vendido comercialmente en forma de filetes, y es muy apreciado por los consumidores.

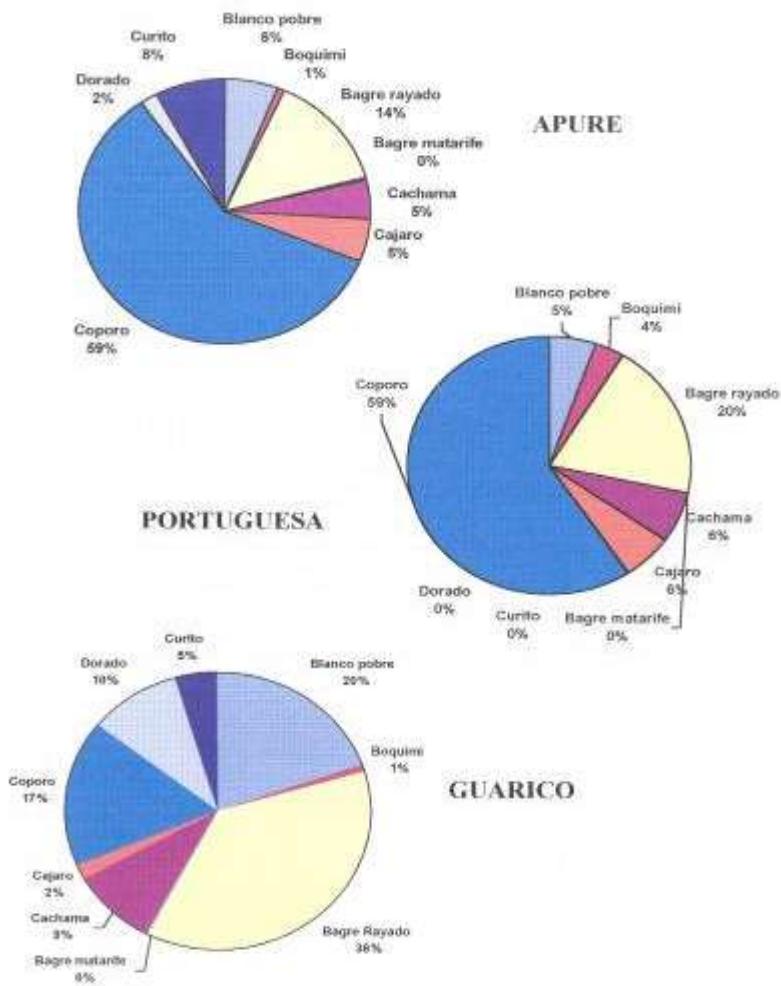


Figura 7.1. Porcentajes de capturas de los principales rubros pesqueros en el área de influencia de los humedales del bajo llano (MAC 1996)



Figura 7.2. Punto de venta de pescado salado en la ciudad de Barinas. En un año allí se pueden comercializar hasta 4 toneladas de productos preservados con sal (pescado, carne de chigüire y de carne de babas). Esta forma de comercialización permite al expendedor prescindir de sistemas de refrigeración, los cuales son muy costosos; sin embargo, lo más importante, este método de comercialización permite el almacenamiento del producto, para así venderlo en épocas donde no abunda la pesca (fotografía tomada en enero de 2006).

Los altos volúmenes de pesquerías en la cuenca del Río Apure, se traducen en un movimiento económico de una cierta magnitud, donde se facturan importantes sumas de dinero. Así mismo, la actividad en si genera requerimientos de servicios tales como construcción de embarcaciones, adquisición y reparación de motores fuera de borda, compra de combustible y lubricantes, adquisición de aparejos de pesca, fabricación de hielo y adquisición de sal para conservar el pescado.

Por otra parte, en una zona relativamente deprimida, desde el punto de vista laboral, la actividad pesquera se sitúa entre las principales fuentes generadoras de empleo, por detrás de la actividad ganadera, y la agricultura. Además de esta incidencia en la economía y el empleo, los productos de las pesquerías del río Apure tienen una gran importancia en la dieta de los

pobladores locales. Algunas estimaciones conservadoras, indican que casi el sesenta por ciento de la carne consumida localmente, proviene del pescado de agua dulce: allí se incluyen tanto productos de las pesquerías comerciales, como productos de la pesca de subsistencia que practican ampliamente casi todos los pobladores de la región (Fig. 7.2).

Los rubros pesqueros de esta región, desde hace un cierto tiempo, están penetrando ampliamente los mercados del centro y oriente del país. Estos mercados antes eran dominados exclusivamente por productos ícticos provenientes del mar y del delta de río Orinoco. Por otra parte, debido a la considerable merma de las pesquerías fluviales del río Magdalena, y por la dificultad de acceso a los llanos orientales colombianos, debido a la actividad guerrillera en la zona, una cantidad considerable de la producción del río Apure pasa a la vecina república de Colombia, donde el pescado de río es muy consumido, y además es mejor cotizado que aquí en el país.

El enorme recurso pesquero que mueve todos estos aspectos del comercio y de la subsistencia, es posible gracias a la altísima productividad secundaria de los ambientes acuáticos de la región. De hecho, la ictiomasa en los cuerpos acuáticos de la planicie de inundación del bajo llano es una de las más altas que se hayan cuantificado para región tropical o subtropical alguna. Esta ictiomasa se estimó en 982 Kg/ha en algunos puntos de la cuenca del río Apure (Mago-Leccia 1970, Welcome 1985, 1979 y 1990), mientras que para el río Magdalena al norte de Colombia se estimó en 122 Kg/ha. Para el río Nilo al norte de África la ictiomasa estimada oscila entre 306 y 433 Kg/ha, mientras que para el río Mekong, en el sureste asiático, las cifras análogas se estimaron tan sólo en 63 Kg/ha.

Casi todos los peces comerciales del llano, o bien cumplen una etapa de su ciclo vital en las zonas inundadas, o al menos se alimentan de peces que a su vez cumplen una etapa de su ciclo vital en estas zonas. La presencia de juveniles en las zonas inundadas se debe fundamentalmente a que allí eclosionan millones de huevos que han sido colocados directamente por los peces adultos. Por otra parte,

muchas especies de peces desovan en los cauces principales de los ríos, del piedemonte, los cuales están relativamente lejos de la sabana inundada (Flecker *et al* 1991), y mediante procesos de **migración pasiva**, producida por el arrastre y la deriva propiciadas por las corrientes hacia zonas inundadas, en las etapas de **ascenso** e **inundación**, estos huevos o juveniles finalmente ganan la planicie inundada. Así mismo, se han documentado procesos de migración no pasivos en los juveniles, en los cuales los peces nadan activamente hacia la planicie de inundación, desde el canal principal del río; este proceso se denomina **migración lateral**, en contraposición al proceso **migración longitudinal**, el cual efectúan peces adultos a lo largo del eje de los ríos, tales como *Prochilodus mariae*, hasta el piedemonte andino (Welcome 1985 y Barbarino *et al* 1998).

Evolutivamente los peces juveniles están adaptados a las condiciones de este tipo de aguas (Machado-Allison 1990) de hecho, muchos han desarrollado estrategias de camuflaje para vivir en el seno de la abundante vegetación acuática, propia de la sabana inundada. Estos **patrones crípticos**, les permiten a los peces pasar desapercibidos ante los depredadores, en una etapa de su ciclo vital en la cual son extremadamente vulnerables. Uno de estos casos fue bien documentado; en efecto, se estudió que los juveniles de *Sorubim lima* (Siluriformes Pimelodidae), presentan un patrón de coloración de bandas longitudinales: este patrón, oculta a los juveniles entre las hojas sumergidas de la gramínea *Paspalum fasciculatum* (Stewart 1986). Por otra parte, algunos juveniles, como el caso de *Colossoma brachypomus*, desarrollan patrones de coloración miméticos, que los hacen confundir con especies muy agresivas: esto evita que sean atacados por depredadores.

Los juveniles de otras especies, poseen mecanismos fisiológicos, tales como el aumento de las masas de tejido peribucal en *Colossoma spp*, y otros Characiformes, las cuales les permiten vivir en aguas con tenores de oxígeno muy bajos, propios de algunos momentos y lugares dentro de la zona inundada, donde

la vegetación en descomposición y las altas temperaturas limitan este elemento del agua (Machado-Allison 1990).

Como ya se presentó en otras secciones de este trabajo, las aguas de las lagunas marginales y esteros del bajo llano son fuentes ricas en fito y zooplancton; estos organismos, son el principal de alimento de casi todas las etapas juveniles de las especies de peces locales. Aparte de esta rica fuente alimentaria, los espejos de agua de las zonas inundadas son un sitio obligado para el desarrollo temprano de enormes cantidades de insectos acuáticos: se cuentan entre éstos Efemeróptera Polimyrtacidae, Díptera Quironomidae, Dípteros Culicidae, Odonata Anisóptera y Zigóptera. En la figura 7.3 se presentan, de manera muy resumida, los hábitos alimenticios de las etapas más tempranas de los juveniles de algunas especies de peces colectados en la región.

Además de estas importantes fuentes de alimento que están presentes en los cuerpos acuáticos, y sostienen las primeras etapas de desarrollo de los peces, en etapas más avanzadas, cuando estos son subadultos o incluso adultos, los peces utilizan una extensa variedad de frutos y semillas como fuente alimentaria. En la actividad de campo para el desarrollo de este trabajo, y en la consulta de la literatura especializada, se ha podido documentar que muchas especies de plantas, que crecen tanto dentro como alrededor de los cuerpos acuáticos del bajo llano, tienen estrategias **fenológicas** sincronizadas con el período de inundación. Es así como la fructificación y/o la floración, coinciden con la época de máximos niveles de inundación, y los peces se alimentan a expensas de estas partes de las plantas. Algunos peces son oportunistas en el uso de estos recursos, mientras que otros, como el caso de *Colossoma macropomum*, poseen adaptaciones específicas en su dentición para triturar semillas (Goulding 1980, Marrero 1997 y Marrero *et al* 1997). En la figura 7.4 se presentan algunas de las especies de peces, así como los respectivos frutos de plantas de las cuales los se alimentan.

Aparte de todos los argumentos presentados en este capítulo, la importancia de las zonas inundadas del bajo llano como área de crianza de larvas y juveniles

de peces en general, y de peces comerciales en particular, ha sido bien documentada por varios autores. Por ejemplo, Stewart (1986), reportó la presencia de al menos juveniles de 115 especies en estos lugares. Por otra parte Castillo *et al* (1992), reportaron que en las márgenes de los cuerpos acuáticos del llano, especialmente las sabanas inundadas cubiertas por gramíneas y ciperáceas, se midieron densidades de peces juveniles por el orden de los 50 individuos/m<sup>2</sup>. Así mismo, se señala que los esteros sirven de área de desove y/o de desarrollo por lo menos a 35 especies de importancia comercial. Entre ellas se mencionan las siguientes: *Prochilodus mariae*, *Pieractus brachypomus*, *Pimelodus blochii*, *Hoplosternum littorale*, *Colossoma macropomum* y *Mylossoma duriventre*, *Pygocentrus notatus*, *Pristobrycon streolatus*, *Serrasalmus rhombeus*, *Colossoma macroporum*, *Cterobrycon spilurus*, *Markiana nigripinnis*, *Moenkhausia dichoura*, *Mylossoma duriventre*, *Triportheus angulatus* y *T. elongatus* (Castillo *et al* 1992 y Castillo 1988). Datos similares fueron presentados por otros autores (Machado-Allison y García 1990 y Machado- Allison 1990). También se han reportado cifras de densidades de juveniles de 14.6 ind/m en la época húmeda, y 25 ind/m en época seca, en sabanas inundadas de la cuenca del río Apure.

No sólo las sabanas inundadas sirven de refugio a etapas juveniles de peces comerciales: los bosques inundados de la región de estudio, también tienen esta función. En la actividad de campo que sirve de base para este trabajo, en estos bosques, en el área de caño Caicara, en el estado Apure, se cuantificaron densidades promedio de hasta 23.4 ind/m<sup>2</sup>. Por otra parte, en el área de Nueva Florida en el estado Portuguesa, se cuantificaron densidades de hasta 28.5 ind/m<sup>2</sup>. Las especies colectadas en estos bosques fueron: *Pygocentrus notatus*, *Prochilodus mariae*, *Pieractus brachypomus*, *Pimelodus blochii*, *Hoplosternum littorale*, *Colossoma macropomum*, *Mylossoma duriventre*, *Pseudoplatystoma spp* y *Oxydoras spp*.

**Figura 7.3. MICROHÁBITAT Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS JUVENILES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PECES DE LAS ZONAS ANEGADIZAS DE LA CUENCA DEL RÍO APURE** (tomado de Marrero 2000.)

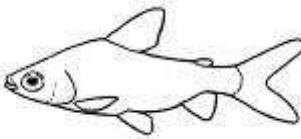
Species	Microhábitat	Principales alimentos durante su estancia en las zonas inundadas	Comentarios
	Vegetación acuática arraigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diatomeas, perifiton y microorganismos e invertebrados presentes en lodo del fondo de los cuerpos acuáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los individuos adultos de esta especie migran en grandes cardúmenes, durante la época seca, hacia los ríos del piedemonte andino.</li> </ul>
<i>Prochilodus mariae</i>	Vegetación acuática arraigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larvas de insectos, perifiton y microalgas de vida libre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los adultos de esta especie, practican cuido parental sobre las crías.</li> <li>Los juveniles, junto a sus padres, forman grupos de más de 30 individuos.</li> </ul>
	Vegetación acuática arraigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larvas de mosquitos y larvas y ninfas de otros insectos acuáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los adultos habitan en charcos temporales que se llenan al comienzo de la estación de lluvias, al aproximarse la sequía depositan huevos que resisten desecación.</li> </ul>
<i>Astronotus ocelatus</i>	Vegetación acuática arraigada		
			
<i>Rachovia sp</i>			

Fig. 7.3 cont... **MICROHÁBITAT Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS JUVENILES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PECES DE LAS ZONAS ANEGADIZAS DE LA CUENCA DEL RÍO APURE**

Especies	Microhábitat	Hábitos alimenticios	Comentarios
<i>Eigenmannia virescens</i>	Vegetación acuática arraigada y flotante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larvas y ninfas de insectos acuáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles forman pequeños grupos que se ocultan entre las raíces de la vegetación flotante.</li> </ul>
<i>Rhamphycthys marmoratus</i>	Objetos en el fondo y aguas abiertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larvas y ninfas de insectos acuáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles forman pequeños grupos que se ocultan entre raíces y tallos sumergidos de plantas acuáticas.</li> </ul>
<i>Sternopygus macrurus</i>	Objetos en el fondo y aguas abiertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larvas y ninfas de insectos acuáticos.</li> <li>Juveniles de peces.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles forman pequeños grupos que se ocultan en la vegetación acuática. Son activos depredadores de otros peces juveniles.</li> </ul>
<i>Gymnotus carapo</i>	Objetos en el fondo y vegetación arraigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larvas y ninfas de insectos acuáticos.</li> <li>Juveniles de peces.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles son depredadores muy activos de otros peces de su talla.</li> </ul>

Fig. 7.3 cont... **MICROHÁBITAT Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS JUVENILES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PECES DE LAS ZONAS ANEGADIZAS DE LA CUENCA DEL RÍO APURE**

Species	Micro hábitat	Hábitos alimenticios	Comentarios
<i>Hoplias malabaricus</i>	Vegetación acuática arraigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juveniles de peces, larvas y ninfas de insectos acuáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles son depredadores muy activos de otros peces de su talla.</li> <li>Los adultos son muy resistentes, al punto de movilizarse por tierra en cortas distancias.</li> <li>Los juveniles se ocultan entre la vegetación acuática formando pequeños grupos.</li> </ul>
<i>Leporinus friderici</i>	Trocos y objetos en el fondo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diatomeas, y otros componentes del perifiton.</li> </ul>	
<i>Toracocharax stellatus</i>	Vegetación acuática flotante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zooplancton, larvas y ninfas de insectos acuáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles forman grupos, que viven en zonas de aguas abiertas, dentro del área de inundación.</li> </ul>

Fig. 7.3 cont... **MICROHÁBITAT Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS JUVENILES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PECES DE LAS ZONAS ANEGADIZAS DE LA CUENCA DEL RÍO APURE**

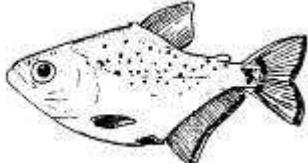
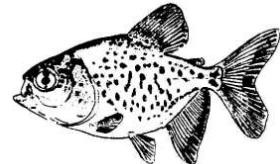
Species	Micro hábitat	Hábitos alimenticios	Comentarios
	Vegetación acuática arraigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zooplancton, juveniles de peces, escamas de peces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dieta de los juveniles de esta especie incluye un alto porcentaje de escamas de otros peces juveniles.</li> <li>• Forman pequeños grupos individuos.</li> </ul>
<i>Serrasalmus rhombei</i>	Vegetación acuática arraigada y flotante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zooplancton, Fitoplancton, semillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta especie presenta mimetismo batesiano y copia el patrón de coloración de ciertas especies de pirañas o caribes del género <i>Serrasalmus</i>.</li> </ul>
	Vegetación acuática arraigada y flotante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fitoplancton y algas filamentosas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los juveniles forman grupos, conjuntamente con otras especies (ej. <i>Poptella sp</i>).</li> </ul>
<i>Colossoma macropomus</i>			
			
<i>Mylossoma duriventre</i>			

Fig. 7.3 cont... **MICROHÁBITAT Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS JUVENILES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PECES DE LAS ZONAS ANEGADIZAS DE LA CUENCA DEL RÍO APURE**

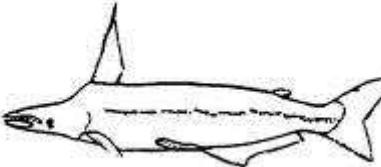
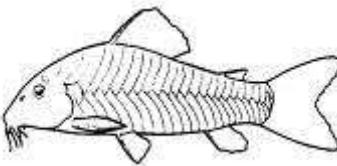
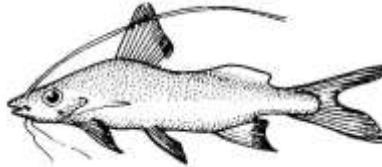
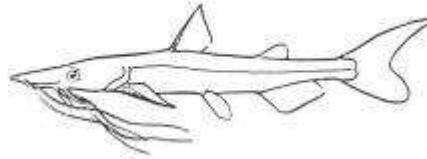
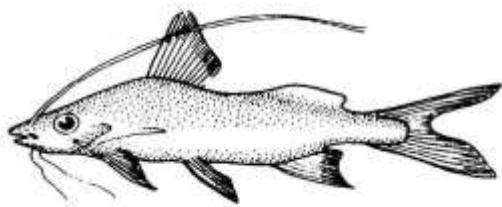
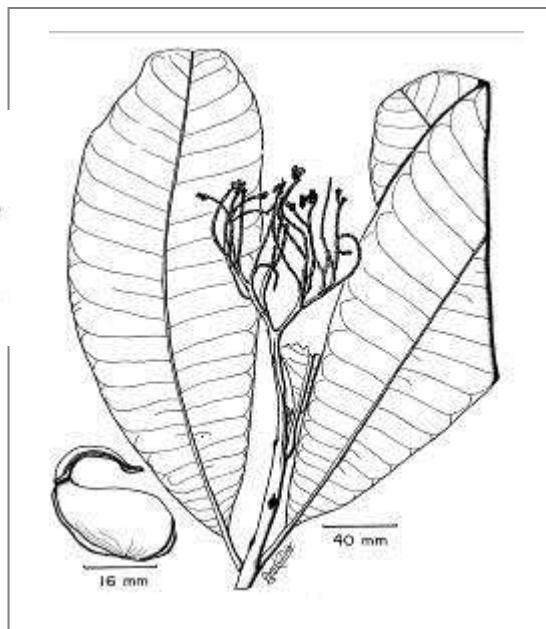
Species	Micro hábitat	Hábitos alimenticios	Comentarios
 <i>Hypoptalmus edentatus</i>	Aguas abiertas; vegetación acuática arraigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fitopláncton, larvas y ninfas de insectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles son filtradores que nadan activamente en la superficie de aguas abiertas, dentro de las zonas inundables.</li> </ul>
 <i>Ageneiosus brevifilis</i>	Vegetación acuática flotante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larvas y ninfas de insectos acuáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles forman pequeños grupos de hasta 10 individuos. Viven en zonas de fondos fangosos y con abundante material vegetal.</li> </ul>
 <i>Cochliodon sp.</i>	Trozos u otros objetos en el fondo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perifiton, hiponeuston.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estos peces pueden "raspar" la superficie interna del agua, en busca de organismos hiponeustónicos que se encuentran colgados allí.</li> </ul>

Fig. 7.3 cont... **MICROHÁBITAT Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS JUVENILES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PECES DE LAS ZONAS ANEGADIZAS DE LA CUENCA DEL RÍO APURE**

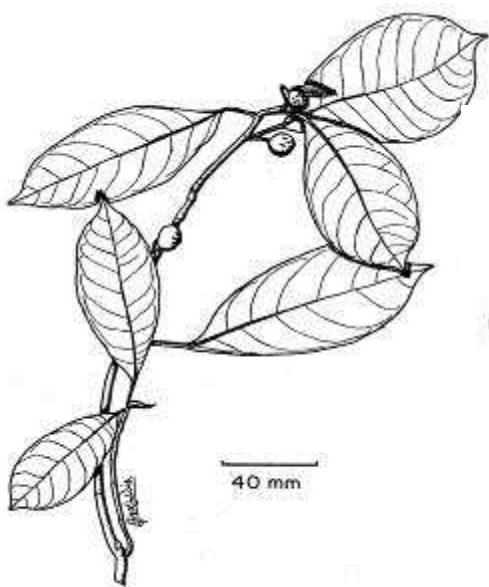
Species	Microhábitat	Hábitos alimenticios	Comentarios
 <i>Hoplosternum littorale</i>	Vegetación acuática arraigada y flotante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microorganismos e invertebrados presentes en el detritus del fondo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los individuos adultos de esta especie son muy resistentes puesto que tienen un mecanismo adicional de respiración bucal y anal; de hecho, a mediados de la época seca se localizan en loda zales.</li> </ul>
 <i>Pimelodus spp</i>	Vegetación acuática arraigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larvas y ninfas de insectos acuáticos, carroña.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles forman grupos de individuos, que habitan en zonas con abundante material vegetal y fango.</li> </ul>
 <i>Sorubim lima</i>	Vegetación acuática arraigada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larvas y ninfas de insectos acuáticos, peces juveniles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los juveniles tienen estrategias de camuflaje consistentes en una coloración de bandas longitudinales; ello le sirve para ocultarse en la vegetación acuática.</li> </ul>



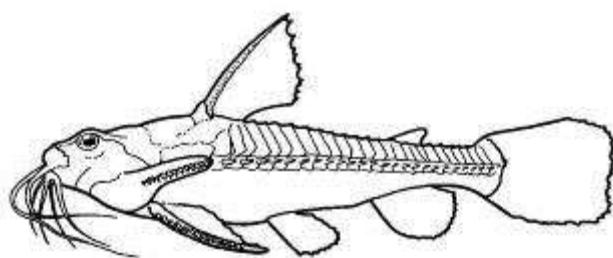
**Pimelodus**



*Anacardium excelsum*

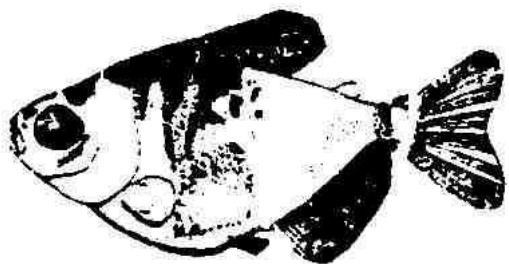


*Pasiflora pulchella*

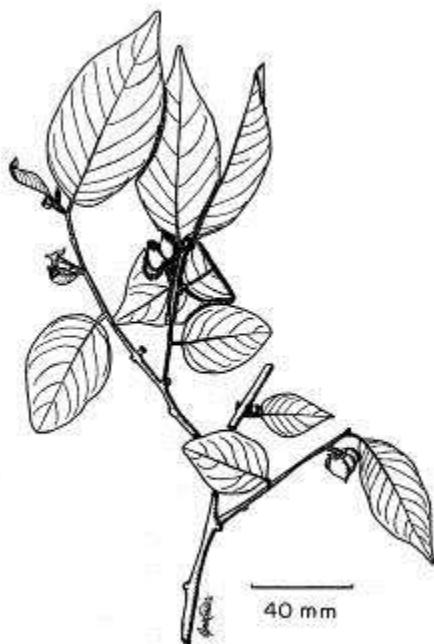


*Oxydoras sp.*

Figura 7.4. Juveniles de peces en los que se han encontrado frutos y flores provenientes de zonas boscosas inundadas (tomado de Marrero, 1997).



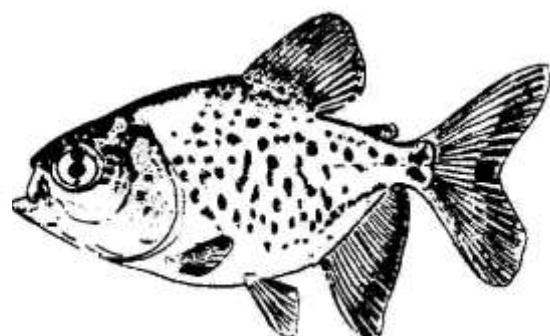
**Mylossoma**



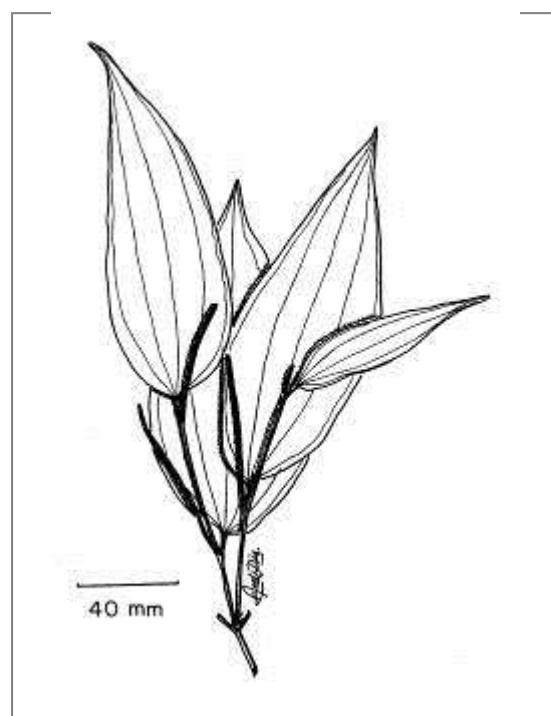
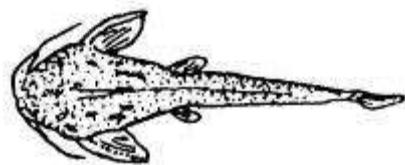
*Pipper grande*



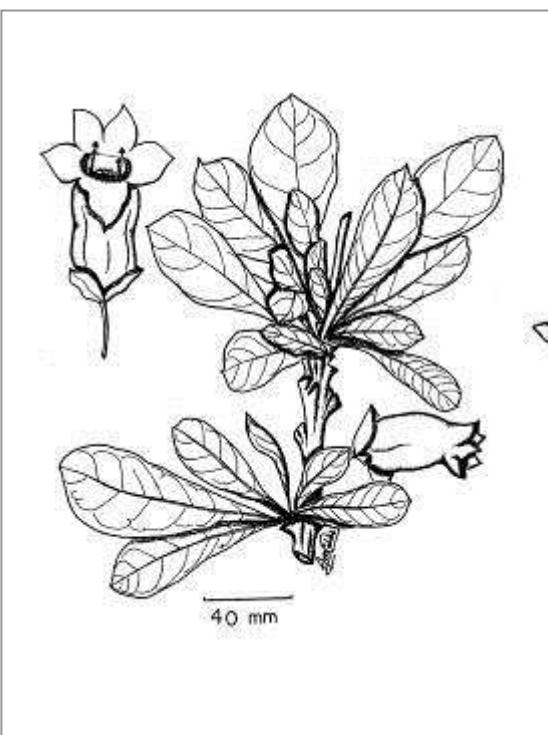
*Annona purpurea*



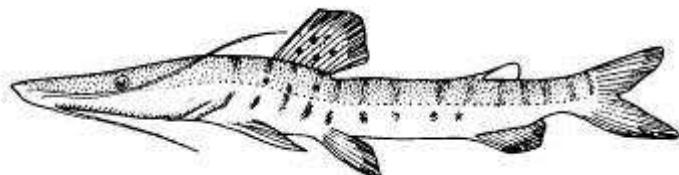
***Colossoma macropomum***



*Spondias mombin*



*Anacardium sp*



***Pseudoplatystoma  
tiaratum***

Figura 7.4 continuación

## EN PELIGRO CRÍTICO PROCESO DE MIGRACIONES DE PECES ENTRE LOS HUMEDALES DE LOS LLANOS Y EL PIEDEMONTE ANDINO

(El ancestral proceso de migración de peces de los llanos occidentales venezolanos está amenazado por la severa intervención de los ríos piemontanos)

LAS MIGRACIONES DESDE el llano hasta los ríos del piedemonte andino son un evento biológico crucial para la reproducción de muchos grupos de peces de la cuenca del río Apure. Las mismas permiten completar el ciclo vital de los peces ya que éstos, durante los meses de sequía, al remontar las aguas claras de los ríos del piedemonte se refugian, ganan peso para luego bajar y reproducirse. Posteriormente las larvas de muchas de estas especies llegan a los ríos de la planicie llanera; desde allí alcanzan las sabanas una vez que sobreviene el proceso de inundación.

Este fenómeno no sólo tiene importancia biológica también, desde el punto de vista económico, estas migraciones (ribazones) tenían un gran impacto, pues en épocas de sequía cientos de pescadores aprovechaban la repentina bonanza representada por cardúmenes de peces, en especial "el coporo" (*Prochilodus mariae*) cuando innúmero remontara los ríos La Yuca, Masparro, Boconó, Tucupido, Guanare, La Portuguesa, Las Marías, Morador, Ospino, Guache y Acarigua.

Desde hace más de dos décadas, algunos de estos ríos han sido bloqueados "oficialmente" mediante la construcción de grandes represas (Masparro, Boconó y Tucupido). Por su parte un importante afluente del río Ospino fue bloqueado por una represa privada construida para surtir agua a una finca propiciando así que este río interrumpa su flujo completamente hacia finales del mes de marzo.



A la izquierda, abajo, el río Ospino a su paso por la vía troncal N° 5. Para el momento de esta foto (enero de 2007) ya presenta un exiguo flujo de agua, el cual finalmente cesó por completo hacia finales del mes de marzo. En la fotografía panorámica, señalada con una flecha, represa privada sobre el cauce de un afluente del río Ospino; nótese la interrupción abrupta del cauce fluvial.

En el río Guanare se construyó un dique del tipo **cimacio** para conducir agua hacia

un sistema de canales de riego agrícola. A fin de compensar el impacto sobre las migraciones, que causa este dique, se erigió una escalera para que los peces sortearan ese obstáculo y pudieran subir; no obstante, la misma colapsó por falta de mantenimiento y ahora no es funcional.



A la izquierda, señalada con una flecha, escalera de peces en el Río Guanare; está situada a un costado del aliviadero del cimacio. En el inserto, vista superior de la estructura de la escalera (fotografías tomadas en abril de 2007)

Otras amenazas a las migraciones ya se han materializado; de una parte la eliminación sistemática de la vegetación en las cuencas altas propicia una merma considerable de los cauces de los ríos hasta niveles que impiden el paso de los peces: hemos eliminado más del 70 por ciento de la cubierta vegetal boscosa. Normalmente la vegetación funciona como un dispositivo de regulación de la escorrentía, pues retiene y "administra" de manera dosificada el agua que ingresa a los ríos desde la zona riparia.



Abajo cauce seco del río Guache. Este río drena las aguas del parque nacional del mismo nombre, en las cercanías de la Población de Acarigua. Para el momento de la foto (marzo 2007), sólo se pudo constatar un mermado cauce por un canal lateral. A la izquierda quema para establecer conchos en la parte alta de la cuenca del Río Acarigua (fotografía tomada en marzo de 1994)

Al eliminar la vegetación, el agua de escorrentía proveniente de las precipitaciones, ingresa abruptamente al cauce sólo durante el evento lluvioso. Como no es retenida por las raíces en el sustrato de la zona riparia, durante la época de sequía no existe suministro hacia el río.

La eliminación de la vegetación en las cuencas altas trae aparejado un problema colateral el cual, paradójicamente, resulta altamente beneficioso para la industria de la construcción, más no así para la migración de los peces. La denudación de los suelos en las cuencas altas de los ríos de piedemonte propicia que éstos arrastren enormes cantidades de materiales sedimentarios gruesos, los cuales son depositados en la cuenca media. Desde allí son acopiados en su forma bruta, o son procesados para obtener materiales base para construcción de viviendas o materiales de relleno en vialidad (arena, grava, cantos y piedra picada): existen más de diez plantas de extracción y procesamiento de estos materiales, en los ríos de este sector del piedemonte, y hay perspectivas de otorgar permisos a unas veinte adicionales.



A la izquierda, planta procesadora de minerales no metálicos en las riberas del río Acarigua (fotografía abril de 2007). Abajo, proceso de extracción de materiales para la construcción en el río Santo Domingo en las cercanías de Barinas



Las extracciones de estos materiales no son un problema en si, el impacto del proceso es ocasionado por incumplimiento sistemático de la normativa legal. En épocas cuando los peces están remontando los ya mermados cauces fluviales esta normativa regula, el lapso anual de operaciones, la cantidad de material a extraer, las áreas de trabajo de las maquinarias, el nivel de modificación del cauce mediante desvíos puntuales y el mantenimiento del flujo mínimo de agua: pues bien, nada de esto se respeta.

Otro de los problemas cuya magnitud crece día a día, es el vertido de aguas negras provenientes de los poblados y ciudades de las riberas de los ríos del piedemonte. Un caso que hemos documentado es el de Biscucuy, una localidad de poco menos de veinte mil habitantes ubicada en el municipio Sucre del estado Portuguesa; la misma está situada aproximadamente a 650 metros de altura, en la parte alta de la cuenca del río Guanare. La red de cloacas del pueblo, la cual capta alrededor del ochenta por ciento de las viviendas, es vertida directamente y sin tratamiento alguno sobre el río: aproximadamente 0.22 metros cúbicos por segundo, todos los días, durante todo el año.

Estos son problemas cuya solución es factible. si tomamos medidas contundentes, donde todos estemos involucrados: los entes estatales respectivos incluyendo alcaldías y ministerios, las comunidades organizadas incluyendo las comunidades académicas de la región y las empresas privadas que operan areneras. De lo contrario, como venezolanos debemos sentir vergüenza porque aun teniendo el conocimiento de la problemática, y los recursos económicos requeridos, continuamos apoyando la destrucción de un valioso y ancestral recurso como es la migración de los peces desde los humedales llaneros hasta los ríos del piedemonte.

Arriba izquierda, desagüe del colector principal de cloacas de la población de Biscucuy; éste alimenta un canal (abajo) el cual ingresa de manera directa al cauce del río Guanare (fotografías tomadas en febrero de 2006).



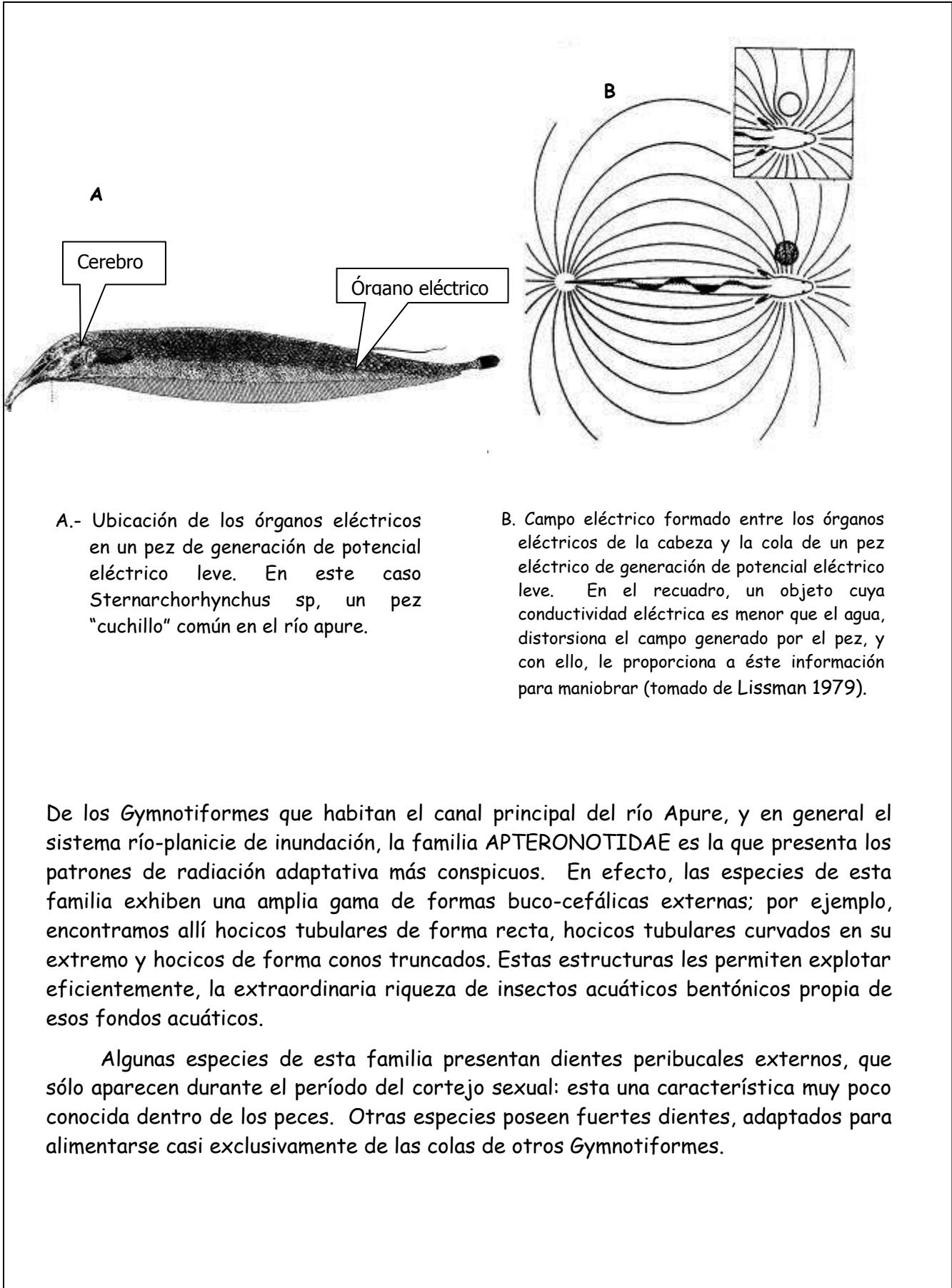
## LA VIDA EN EL FONDO DE LOS RÍOS DEL LLANO

(Los peces eléctricos del fondo del río Apure)

SI BIEN LOS SISTEMAS FLUVIALES DEL LLANO aportan a las pesquerías un enorme volumen de peces, el cual es la base del sostenimiento alimentario de un grueso sector de las poblaciones ribereñas, se puede decir que apenas conocemos una pequeña fracción de las especies de peces que habitan esos ríos. Además, las especies que conocemos, y las que más nos impresionan, son aquellas que ostentan grandes portes y las que tienen importancia comercial. En centros de acopio de la amazonia brasileña, y en localidades venezolanas como Puerto Ayacucho y Caicara del Orinoco, se han reportado individuos del bagre (*Brachiplatystoma vailantii*), conocido como "laulao", de hasta ciento diez kilogramos de peso. Para capturar estos gigantes, así como para extraer los cientos de toneladas de peces comerciales que conforman las pesquerías de la región, tan sólo se necesitan anzuelos o chinchorros que no requieren siquiera llegar al fondo del río. Por este motivo, no existe una motivación económica para la exploración de las aguas profundas de nuestros grandes ríos. Pero la incipiente, y a veces accidental, exploración científica de las profundidades de estos ríos ha relevado que allí existe una gran diversidad de especies ícticas, que han evolucionado adaptadas a ese mundo de oscuridad permanente, temperaturas relativamente bajas y fuertes corrientes.

Un componente muy importante, de las comunidades de peces de estos fondos fluviales, son los Gymnotiformes o peces eléctricos neotropicales (existen otros órdenes de peces eléctricos en los mares neotropicales, en ríos del paleotrópico y en ríos del continente asiático). Los Gymnotiformes de generación de potencial eléctrico leve (GPEL), poseen órganos electroreceptores y electrogeneradores, capaces de recibir y generar campos eléctricos sólo del orden de los microvoltios. En contraposición con los Gymnotiformes de generación de potencial eléctrico fuerte (GPEF), tal como la anguila eléctrica o temblador, pueden generar hasta 600 voltios. El sistema de electrorecepción y electrogeneración en peces GPEL, es un sofisticado medio que les permite localizar objetos, detectar de presas, evadir depredadores y además posibilita a los individuos la comunicación tanto inter como intraespecífica.

En los fondos turbios de los grandes ríos de la orinoquia, donde no penetra la luz, para los Gymnotiformes el sentido de la vista juega un papel secundario como sistema de recepción. Allí los campos eléctricos que ellos generan son sus vínculos de comunicación más efectivos con el entorno



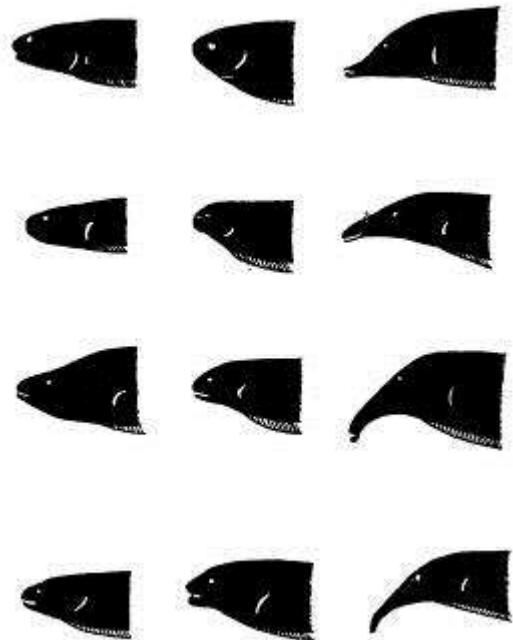
A.- Ubicación de los órganos eléctricos en un pez de generación de potencial eléctrico leve. En este caso *Sternarchorhynchus* sp, un pez "cuchillo" común en el río apure.

B. Campo eléctrico formado entre los órganos eléctricos de la cabeza y la cola de un pez eléctrico de generación de potencial eléctrico leve. En el recuadro, un objeto cuya conductividad eléctrica es menor que el agua, distorsiona el campo generado por el pez, y con ello, le proporciona a éste información para maniobrar (tomado de Lissman 1979).

De los Gymnotiformes que habitan el canal principal del río Apure, y en general el sistema río-planicie de inundación, la familia APTERONOTIDAE es la que presenta los patrones de radiación adaptativa más conspicuos. En efecto, las especies de esta familia exhiben una amplia gama de formas buco-cefálicas externas; por ejemplo, encontramos allí hocicos tubulares de forma recta, hocicos tubulares curvados en su extremo y hocicos de forma conos truncados. Estas estructuras les permiten explotar eficientemente, la extraordinaria riqueza de insectos acuáticos bentónicos propia de esos fondos acuáticos.

Algunas especies de esta familia presentan dientes peribucales externos, que sólo aparecen durante el período del cortejo sexual: esta una característica muy poco conocida dentro de los peces. Otras especies poseen fuertes dientes, adaptados para alimentarse casi exclusivamente de las colas de otros Gymnotiformes.

Los Gymnotiformes, son tan sólo uno de los muchos grupos de peces cuyos patrones evolutivos apenas comenzamos a conocer, en el contexto de la historia natural de la fauna de nuestros grandes ríos. Allí también han evolucionado otros órdenes de peces, con adaptaciones peculiares para moverse y sobrevivir en esos ambientes extremos; se estima que quizás un tercio de las especies de peces que están por describirse en el Neotrópico, habiten en estos fondos. Por ejemplo, en contraposición al bagre laulau, ese gigante que mencionamos anteriormente, cuyo peso excede los cien kilogramos, existen también nano Siluriformes que en estado adulto, apenas sobrepasan el tamaño de un dedo meñique, y sólo llegan a pesar unos pocos gramos. Otras especies carecen de ojos y están confinadas a los fondos de manera permanente.



Perfiles de la parte anterior del cuerpo de algunas especies Gymnotiformes de la familia APTERONOTIDAE del río Apure (tomado de Marrero, 1992).

Sin embargo, estos peces no son sólo una curiosidad científica. De hecho, son la base de extensas cadenas tróficas, que eventualmente involucran al hombre. En efecto, los estudios realizados demuestran que el noventa por ciento de las especies de bagres comerciales, se alimentan de Gymnotiformes y otros peces propios de los fondos. Esto evidencia la importancia de este grupo de peces en la red de interacciones de los sistemas fluviales. Por otra parte, los fondos de los grandes ríos, son vías de circulación para enormes cardúmenes de peces que anualmente migran entre el bajo llano y el piedemonte andino.

La conformación física del fondo de estos ríos, es esencial para mantener esas comunidades de peces. El exceso de sedimentos depositados por represamiento de los ríos, así como el dragado permanente del cauce para mejorar la navegación fluvial altera el hábitat. Los fuertes impactos ocasionados por estas modificaciones, eventualmente eliminarían esas comunidades de peces, y consecuentemente los eslabones tróficos que de ellas dependen. Así, en última instancia se afectaría negativamente la economía local, que tanto depende del



# 8

## **OBRAS DE INGENIERÍA QUE MODIFICARÍAN LA DINÁMICA DE LOS HUMEDALES DEL BAJO LLANO DE VENEZUELA: EL PROYECTO EJE ORINOCO APURE**

- Se presentan detalles del Proyecto Eje Orinoco Apure y en base a ello, se describen los efectos potenciales que el mismo podría tener sobre la dinámica de los humedales regionales.**

## OBRAS DE INGENIERÍA QUE MODIFICARÍAN LA DINÁMICA DE LOS HUMEDALES DEL BAJO LLANO DE VENEZUELA: EL PROYECTO EJE ORINOCO APURE

**D**ESDE HACE ALGUNOS AÑOS se está perfilando un ambicioso proyecto para controlar las inundaciones, recuperar tierras, y aumentar el período anual de navegabilidad en el río Apure. Este proyecto se conoce como **Proyecto Eje Orinoco Apure (PROA)**, y el mismo está siendo llevado a cabo bajo la coordinación general del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (antes MARNR).

Con este plan se pretende generar un polo de desarrollo en la región centro-sur del país, la cual tradicionalmente ha sido una zona económicamente deprimida. Además se aspira impulsar de manera integral un vasto sector de la economía en el occidente del país, mediante la creación de una vía de navegación fluvial que sea operativa durante todo el año. Por esta vía se transportarían, bienes e insumos, rubros agrícolas y materias primas desde el occidente y el centro hasta la región de Guayana, y viceversa.

El núcleo principal de afectación del plan está circunscrito a un área de poco más de 22000 Km.<sup>2</sup>., la cual está limitada al sur por el río Apure, al norte por el río Portuguesa y el río Masparro, y al este por el río Masparro (Fig. 8.1). Referimos este plan, porque si bien el área mencionada puede considerarse pequeña, en comparación con la vastedad del llano, es previsible que al culminarse las obras planificadas, habrá una modificación significativa de los regímenes de flujo y en general las propiedades naturales de la gran mayoría de los componentes de la red fluvial principal del llano. Como consecuencia de ello, a corto plazo en los humedales locales, se dislocará la dinámica del fenómeno natural de la inundación que ya se ha descrito en las secciones precedentes.

Básicamente el proyecto tiene por objetivos: 1) controlar las inundaciones a fin de mitigar los daños producidos por éstas. 2) facilitar el desarrollo urbanístico de la tierra recuperada del evento anual de inundación. 3) implementar zonas de cultivos

extensivas en las tierras recuperadas. 4) ampliar el período de navegabilidad del río Apure y permitir un aumento en el calado de las embarcaciones que navegarían, en este río y en otros ríos de la región.

Se trata de un proyecto a mediano y a largo plazo, el cual estará apoyado en una infraestructura existente, una infraestructura en fase de construcción y una infraestructura en fase de planificación. Las obras que apuntalarán el proyecto están conformadas por represas, diques de contención en las riberas de los ríos, diques moderadores (tipo módulos de Apure), canales de desvío, así como obras de dragado y ensanchamiento de los canales de los ríos. En torno a estas obras se aspira crear o fomentar centros de acopio y depósitos, muelles, centros de distribución de combustibles, terminales férreos, aéreos y automotrices, centros agropecuarios y centros poblados.

#### Represas.

Las represas son uno de los principales elementos de control propuestos, para regular el flujo de las aguas en el área del proyecto; de estas estructuras algunas ya están construidas. Sin embargo, para completar la totalidad del proyecto PROA, se requieren más represas así como otras obras de ingeniería de gran envergadura. A continuación se resumen las líneas maestras del proyecto.

En la tabla 8.1 se presentan de manera sinóptica los diferentes sub-proyectos así como el conjunto de represas asociadas a éstos. Tales represas servirán para apoyar el proyecto central Eje Orinoco Apure.

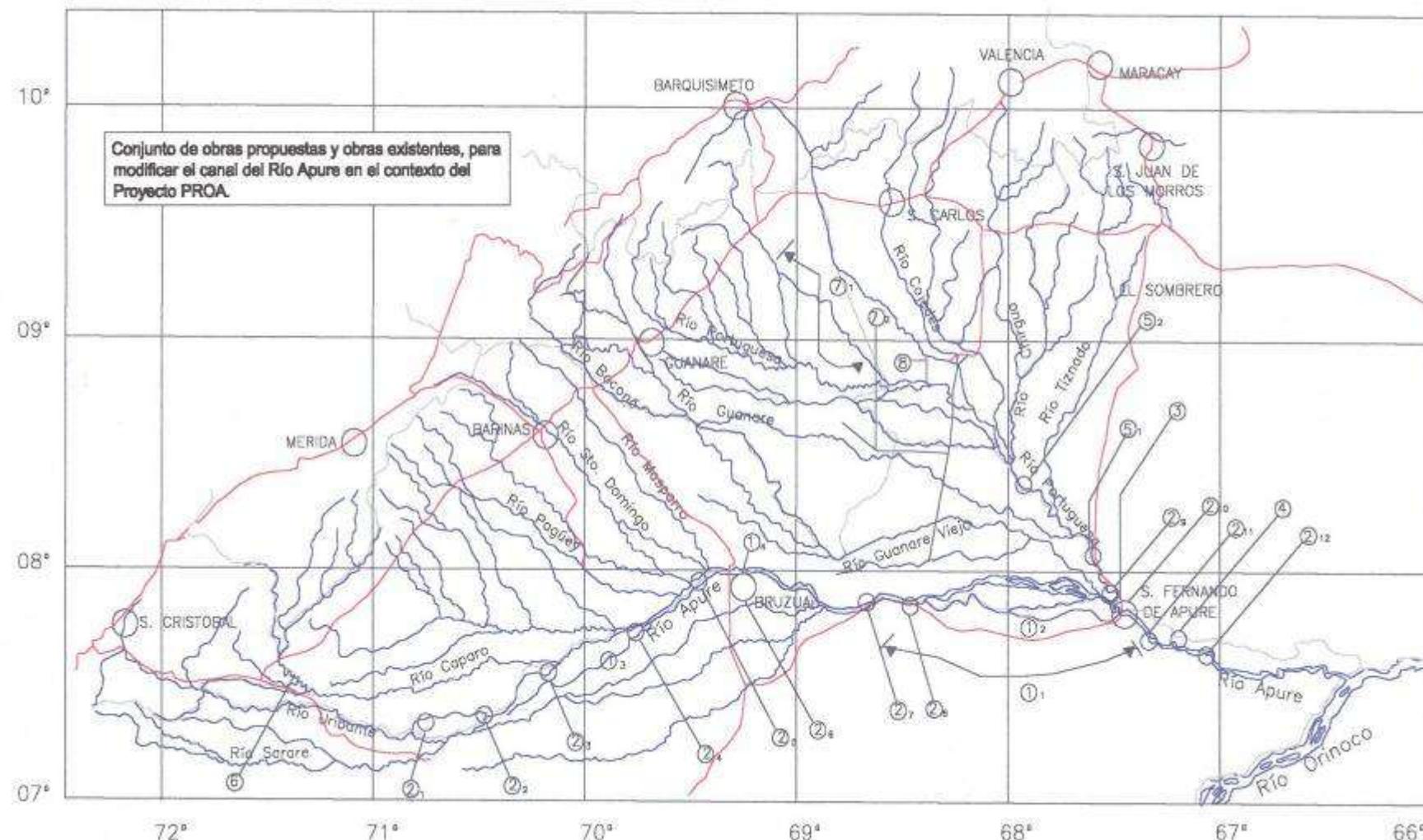


Figura 8.1. Mapa general de la cuenca del Río Apure, donde se señala el núcleo principal de influencia del proyecto PROA: el área de estabilización del canal de los ríos Portuguesa y Apure, y el área principal de control de inundaciones (tomado del informe del proyecto PROA, septiembre de 1993).

ESTADO ACTUAL Y CANTIDAD DE REPRESAS			
<i>Nombre del sub-proyecto</i>	Culminadas	En fase de construcción	En proyecto
Proyecto Uribante - Caparo	01	02	01
Proyecto Guanare-Masparro	03	—	01
Otras represas en la cuenca del Río Apure	01	—	—
Otras represas en la subcuenca del Río Portuguesa	05	02	06

Tabla 8.1. Resumen de las diferentes obras específicas que integran el Proyecto Eje Orinoco Apure.

Como se puede apreciar en esta tabla, en la actualidad existen diez represas construidas, cuatro en fase de construcción y ocho en fase de proyecto. Este conjunto de represas en la cuenca del río Apure se presenta, en la Figura 8.2; las mismas se encuentran ubicadas en dos grandes regiones: 1.- la región sur-occidental, y 2.- la región nor-oriental de la cuenca. Por una parte en la región sur-occidental están las represas de los proyectos Uribante-Caparo, Guanare-Masparro y “Guanare-Acarigua-Cojedes”.

El proyecto Uribante-Caparo, comprende cuatro represas: río Uribante, represa La Honda (construida); río Doradas, represa Las Cuevas (propuesta); río Camburito, represa Borde Seco (en construcción) y río Caparo, represa La Vueltosa (en construcción). El proyecto Uribante-Caparo, está destinado fundamentalmente a la producción de energía eléctrica, con una capacidad total de 1274 MW.

El proyecto Guanare-Masparro, comprende tres represas río Masparro, represa Masparro (construida); ríos Boconó y Tucupido, represa La Coromoto (construida) y río Guanare (en proyecto). El mega proyecto Guanare-Masparro, es un proyecto de desarrollo integral que cubre un área aproximada de casi un millón de hectáreas. Se contemplan allí áreas de desarrollo intensivo (agricultura,

ganadería y urbanismo), y un área para conservación y aprovechamiento de recursos naturales.

El proyecto “Guanare-Acarigua-Cojedes” está conformado por una serie de represas proyectadas en los ríos, Guanare, Portuguesa, Las Marías, Morador, Guache, Acarigua y Cojedes. De ellos, el sistema Yacambú, el cual se encuentra en una fase avanzada de construcción, está sobre uno de los principales afluentes del río Acarigua.

Por otra parte, en la región nor-oriental de la cuenca del río Apure, están construidas las represas las Majaguas, Cabuy, Cachinche, El Pao y Tiznados.

#### Canales de desvío.

Estas obras tendrían como objetivo trasegar agua, de una manera expedita, hacia el cauce del río Apure con la finalidad de incrementar el caudal de este último río; ello permitiría ampliar el período de navegabilidad de embarcaciones de mayor calado que aquellas que navegan por el mismo en la actualidad. Casi todas estas obras, se encuentran en fase de proyecto. Las mismas se describen a continuación.

- 1.- Canal de derivación Caparo-Uribante Viejo. Este canal servirá para conducir agua desde el río Caparo hacia el río Apure, aguas abajo del puerto Santos Luzardo a través del río Uribante.
- 2.- Canal de derivación Boconó-Masparro. Este canal servirá para conducir agua desde el río Boconó hasta el río Apure, aguas arriba de Puerto Nutrias, a través del río Masparro.
- 3.- Canal de derivación Cojedes-El Frasco. El mismo servirá para conducir agua desde el río Cojedes hacia el río Portuguesa, aguas arriba del puerto de El Baúl.

Eventualmente, se puede considerar un canal desde el río Arauca hasta el río Apure. No obstante, por el momento, esta posibilidad está descartada, dada la condición de límite internacional del río Arauca. Este hecho entrabaría enormemente la construcción de tal canal, debido a aspectos diplomáticos y legales.

## Diques en los márgenes de los ríos.

La finalidad de estos diques, es evitar inundaciones en planicies aluviales, y conducir el agua de una forma rápida hacia el cauce del río Apure. Tales obras son planes alternativos, y están en fase de planificación. Los mismos se mencionan muy sucintamente a continuación.

Dique de 187 kilómetros de longitud, en la margen derecha del río Portuguesa. Dique de 190 kilómetros en la margen derecha del Caño Igües y diques en las márgenes derecha e izquierda del río Portuguesa y el Caño Igües, de 185 kilómetros de longitud.

También se está considerando la construcción de un dique en la margen derecha del río Guanare de 145 kilómetros de longitud. Así mismo, se está considerando construir sendos diques en la margen izquierda del río Apure desde Puerto Nutrias hasta El Samán y desde Puerto Nutrias hasta Apurito, con longitudes de 155 kilómetros y 105 kilómetros respectivamente

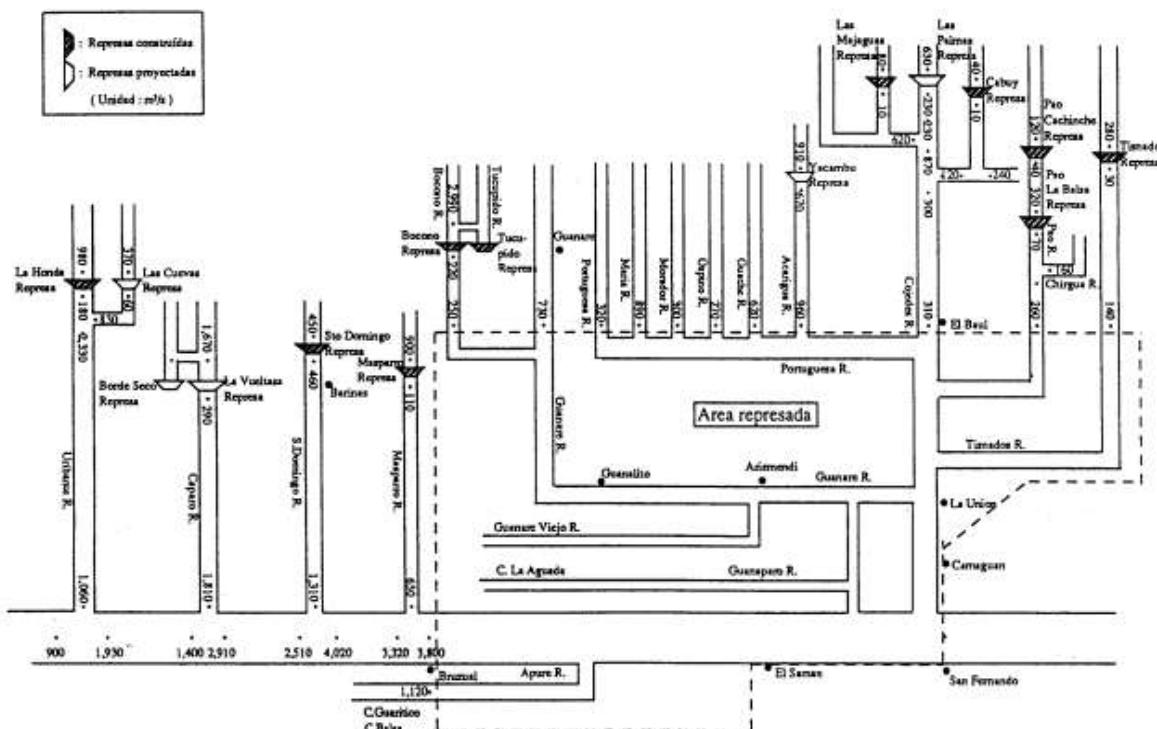


Figura 8.2. Representación esquemática de la cuenca del río Apure, donde se señalan las represas construidas y las que están en estudios, en el contexto del proyecto PROA. Los valores representan las descargas de los principales ríos del área (tomado del informe del proyecto PROA, septiembre de 1993).

Es previsible que este conjunto de obras, una vez concluidos y en funcionamiento, controlen el flujo natural de la inundación en un amplio polígono al sur de Guanare y El Baúl, y al norte de San Fernando de Apure y Bruzual (Fig. 8.3). Las represas además de restringir la dinámica fluvial de la región en cuestión, impedirán el desplazamiento de los peces por los ríos de la zona, afectando así el fenómeno de las migraciones anuales, que es tan importante para la reproducción de los peces y para el mantenimiento de las pesquerías locales.

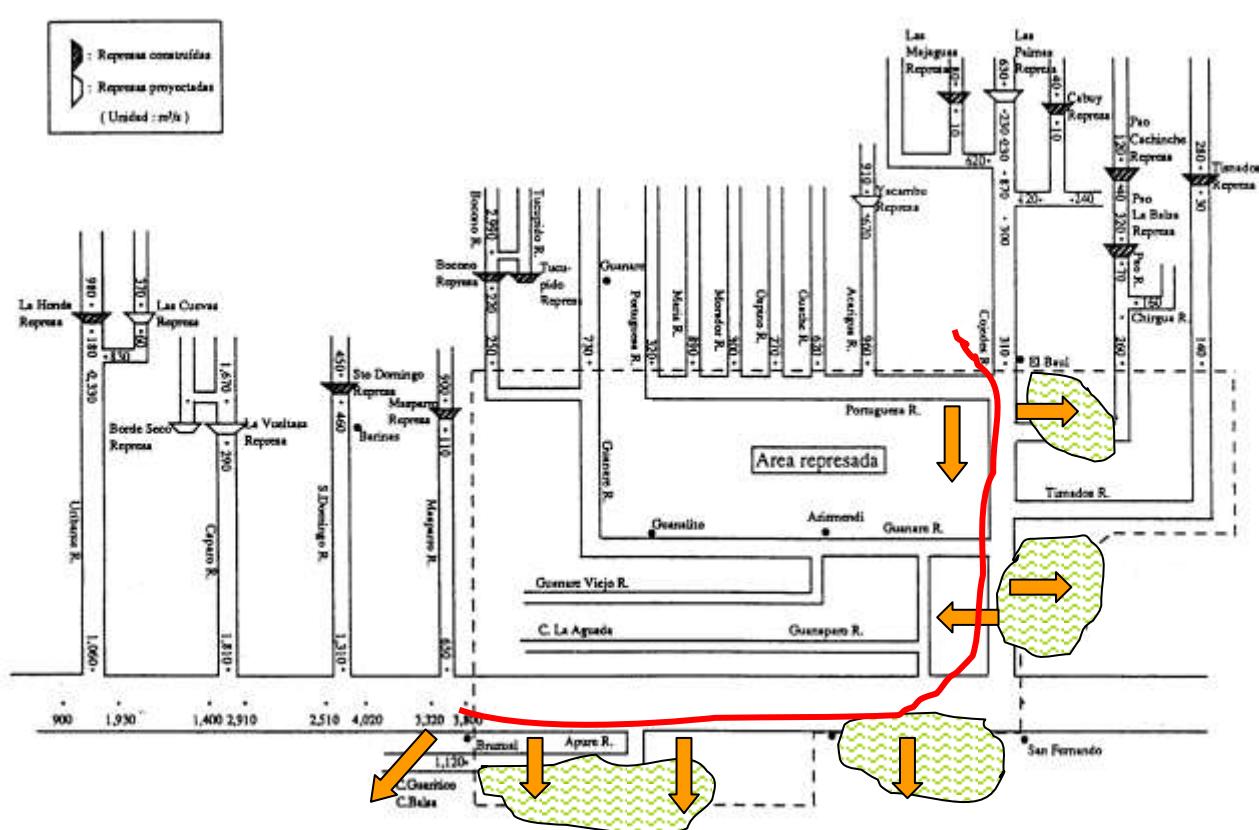


Figura 8.3. Sobre la figura del proyecto PROA, se han colocado los principales patrones de flujo de agua (en flechas gruesas de color naranja), que ocurren durante los eventos de inundación de esteros y bajíos en la zona. Los esteros y bajíos, se representan como áreas de color verde; la línea gruesa de color rojo representa el límite del área donde se ejercerá el mayor control de inundaciones.

## MANEJO INTEGRAL DE ZONAS INUNDABLES EN EL LLANO

(La construcción de sistemas para regular el agua en el llano apureño, ha permitido aprovechar una amplia zona de manera sustentable).

EN LAS SABANAS del alto río Apure, se han adoptado estrategias que permiten extender, a lo largo de todo el año, los beneficios aportados por el agua de la estación de lluvias. En esta zona, se planificaron y construyeron un conjunto de módulos o pólderes cuya función es "dosificar" el agua en el área. El sistema es un conjunto de terraplenes o diques de tierra con compuertas ubicadas en sitios estratégicos, que durante la época de lluvias permiten controlar a voluntad la cantidad y la velocidad a la cual el agua inunda el área de sabana modulada. Así mismo, durante la época de sequía, el sistema permite retener agua e impide que el área modulada se seque por completa y abruptamente.



Los módulos experimentales de Mantecal en el estado Apure. Imagen de satélite en falso color, donde se aprecia una vista panorámica de un área demarcada por el sistema de diques (poligonal en línea negra), en el área de Mantecal en el estado Apure. La franja roja arriba, demarca el bosque ripario del caño Guaritico y la de abajo, demarca el caño Caicara. Las manchas oscuras, tal como la que señala el rectángulo, son zonas de alta humedad, propiciada por la retención de agua en los diques del sistema de módulos; en el recuadro inserto, se puede apreciar uno de tales diques.

El sistema de diques de los módulos de Mantecal, así como otros núcleos de módulos del área, conforman ahora un complejo de humedales artificiales, que han contribuido a balancear una situación ambiental natural de la zona: un exceso de agua sobre el terreno en una época del año, contrastando con una carencia de agua extrema en la otra época del año. Este manejo ha traído al área una serie de beneficios los cuales se pueden resumir en cuatro aspectos fundamentales, 1) Permite una explotación continua y sostenida al equilibrar dos situaciones ambientales extremas. 2) Ha aumentado la cantidad y la calidad del forraje para el pastoreo y con ello se han habilitado tierras para desarrollar una ganadería semiintensiva 3) Se han mejorado los suelos al incorporar una capa de materia orgánica, que permite implementar un cierto laboreo agrícola y 4), El área se ha convertido en un efectivo refugio de fauna, al propiciar el mantenimiento de hábitats acuáticos adecuado durante casi todo año.

No obstante, la manipulación de un sistema natural conlleva una serie de alteraciones no deseables. Es así como el mantenimiento de una zona húmeda, por más tiempo del normal, ha propiciado una invasión de malezas, antes ajenas al área; éstas a su vez, han requerido programas de control donde se involucran herbicidas los cuales, es sabido, constituyen una carga ambiental negativa. Sin embargo, al margen de las críticas que han surgido a lo largo de los años, las cuales han estado centradas fundamentalmente, sobre los aspectos ambientales y, especialmente, sobre el tema del costo-beneficio, que significa construir y mantener operativos los módulos, se ha comprobado que éstos son una alternativa para aprovechar de manera sustentable una amplia zona de los llanos. Estos humedales han contribuido a mejorar la calidad de vida de un sector de la población, y además son un importante refugio para la fauna silvestre.

El módulo Fernando Corrales en el área de Mantecal, en el estado Apure. Es esta fotografía se aprecia una amplia zona inundada, en la cual el agua está retenida por un sistema de diques (fotografía tomada en julio de 2006).



## **EL COMERCIO EN EL PASADO EN EL EJE FLUVIAL ORINOCO-APURE**

**(Importancia de las vías fluviales en el comercio venezolano de finales del siglo diecinueve)**

LA NAVEGACIÓN COMERCIAL por los cauces principales del eje Orinoco-Apure, era una actividad pujante hacia finales del siglo diecinueve y comienzos del siglo veinte. Para ese entonces existían más de una docena de compañías navieras, cuyas bases centrales de operaciones estaban en el puerto de Ciudad Bolívar, sobre el río Orinoco. El comercio fluvial era tan intenso, que hacia la década de 1920, en plena era gomecista, existía la denominada Compañía de Navegación Fluvial y Costanera, la cual era una dependencia adscrita a las oficinas de hacienda. El cargo de director de la misma era tan relevante como el cargo de director de la aduana.

Para esa época, desde el sur del país, el comercio de exportación básicamente estaba constituido por productos agropecuarios así como productos naturales extraídos de las selvas. De acuerdo con Roncayolo (1934), en el lapso comprendido entre 1860 y 1869 en los archivos de la aduana de Ciudad Bolívar se registró el embarque de las siguientes mercancías: cueros de res (unidades) 1.375.753; cueros de venado (unidades) 491.275; bálsamo de copaiba (peso en libras) 739.341; sarrapia (peso en libras) 1.055.333; tabaco (pacas) 1.076.217; café (sacos) 16.667; algodón (bolas) 32.455. En Europa, para ese entonces, estaban de moda los exóticos sombreros con tocados de plumas de aves, y Venezuela suplía en parte esa demanda con plumas de garza, embarcadas en enormes cantidades desde la Casa Barbarito, a orillas del río Apure, en San Fernando de Apure.

La navegación por el río Orinoco en su parte baja se efectuaba durante todo el año. Desde allí se hacían conexiones hacia el océano Atlántico y el mar Caribe en barcos apropiados. Uno de estos barcos, el vapor *Simón Bolívar*, el cual pertenecía a la *Compañía Vapores del Orinoco*, poseía las siguientes características: planta motriz 2 calderas y máquina de balancín; capacidad 581 toneladas brutas; largo 190 pies; ancho 50 pies; puntal 13 pies; calado vacío 7 pies; calado lleno 9 pies; carga viva 360 reses y 40 bestias.

Desde el gran puerto de Ciudad Bolívar, con destino a puertos fluviales menores en el eje Orinoco-Apure, se transportaban productos provenientes de la costa este de los Estados Unidos de América, de Europa, de las Guayanás, de las Antillas y de las costas venezolanas. Las principales cargas movilizadas eran: telas finas, porcelanas, papel, fragancias, sombreros, sal, enseres domésticos y otras mercancías secas; también se transportaban, además de pasajeros, reses, caballos, mulas y cerdos.

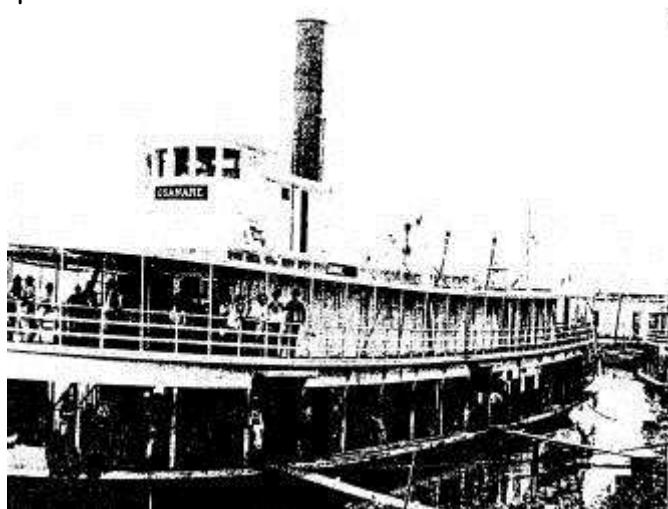
A los puertos internos en la red fluvial del eje Orinoco-Apure, se tenía acceso por vapores sólo en épocas de crecida de los ríos. Estos puertos estaban sobre los ríos Apure, Guárico, Cojedes, Guanare, Portuguesa, Maspalomas, Arauca y Meta. La navegación por estos ríos se efectuaba en vapores de menor calado que el descrito anteriormente. Así por ejemplo, el Vapor *Socorro* perteneciente a la *Compañía Estrella Roja del Orinoco*, la cual se constituyó a comienzos de la década de 1890, podía atracar en Los Naranjos: un puerto

ubicado sobre el río Guanare. El vapor *Socorro* tenía un peso de 25 toneladas, un calado de 2 pies y 16 pulgadas y una capacidad para 500 quintales de carga.

Estos vapores pequeños, tenían mucha actividad en el transporte de pasajeros y de bienes desde los puertos en el río Orinoco hasta los puertos internos de la red fluvial. Así por ejemplo, el Señor Fernando Delgado, guanareño, quien fuera uno de los socios principales de la compañía naviera *La Estrella Roja del Orinoco*, transportó, hacia mediados de la década de 1890, hasta el puerto de Guerrilandia sobre el río La Portuguesa, tubos de cerámica industrial para el acueducto de Guanare.

Las naves que efectuaban el grueso de este activo comercio eran barcos con ruedas de paletas, con calderas alimentadas con leña; la gente los conocía como vapores o "estimbotes" (esta última denominación, es una deformación de la palabra anglosajona steamboats). Los "estimbotes", eran naves robustas cuyo origen y diseños, habían sido bien probados en ríos y lagos norteamericanos (Bellico 1992), tenían muy poco calado y por ello resultaron bien adaptadas a los ríos de la orinoquia. Estas naves transitaban con relativa facilidad y seguridad por las vías del eje Orinoco-Apure; aunque, vale decir: la pericia y el conocimiento de los ríos, por parte de los capitanes y navegantes, era un factor fundamental para el desplazamiento seguro de todo tipo de mercancías y personas. Todo ello sin que se requirieran costosas obras de dragado para navegar por esos sinuosos cauces.

El proceso de modernización del país, ocurrido hacia la primera mitad del siglo veinte, el cual estuvo impulsado por el cambio paulatino desde una economía agropecuaria y de extracción de productos de la selva, hacia una economía petrolera, minera e industrial, así como la creación de numerosos aeropuertos y una vialidad terrestre adecuada, paulatinamente eliminaron la necesidad de los puertos menores en la red fluvial del eje Orinoco-Apure. Hoy en día sólo existe un tráfico de pequeñas embarcaciones con motores fuera de borda para el transporte de insumos y personas entre poblados ribereños. También existe un importante tráfico de buques cargueros pesados, en el bajo río Orinoco: desde allí se transportan materias primas de las industrias básicas de Guayana hacia puertos internacionales.



El Vapor Guanare, de la compañía *Estrella Roja del Orinoco*, atracado en el puerto de Ciudad Bolívar (fotografía de Isaías Aristigueta en *El Cojo Ilustrado*,

## COROLARIO

**L**OS HUMEDALES DE LOS LLANOS VENEZOLANOS, son una entidad fisiográfica heterogénea en la cual, sin embargo, se integran ecosistemas altamente conectados que sustentan una alta biodiversidad. Puede acotarse, además, que en general los sistemas acuáticos presentes en esta vasta región en gran medida han evolucionado bajo la inducción del fenómeno anual de la inundación. Por ello los ciclos vitales de plantas y animales (incluyendo a aquellos provenientes de otras latitudes, tales como las aves migratorias), están en total sincronía con los eventos de distinta índole que se desencadenan con las lluvias. Añadiríamos que la parte inundable de los Llanos ha sido moldeada en su red de drenaje, en su topografía y hasta en la textura de sus suelos, por ese proceso hidrológico que se repite año tras año; de tal manera que puede decirse literalmente que hasta el paisaje ha evolucionado en función del fenómeno anual precipitación-inundación. Así mismo, tanto los estudios sistemáticos, que han revelado evidencias históricas, como también la praxis cotidiana actual señalan que en tiempos ancestrales, y ahora en el presente las culturas humanas que han ocupado la zona de alguna manera se han adaptado a una forma de vida ligada a los cambios anuales inducidos por las lluvias.

Esta región es extremadamente rica, si se le califica desde el punto de vista de su Biodiversidad y de su valor como reserva estratégica de agua. Este último aspecto es muy importante, si se le analiza desde la perspectiva del desarrollo de la región situada al norte del país, debido a que ésta, a mediano plazo, requerirá ingentes cantidades de agua para mantener el perfil de desarrollo urbano e industrial proyectado.

Existe también una riqueza que quizás sea menos cuantificable, pero no por ello menos importante: tal es el potencial de estas zonas como fuente de productos pesqueros, que abastecen ahora y abastecerán en el futuro, a una creciente población. Desde el punto de vista de las pesquerías, estamos de cara a un

importante dilema: modificar ahora de forma extensiva los humedales del Llano para “sanear” una región que biológica, cultural y geográficamente ha sido moldeada por un evento climático; ello significaría sacrificar ahora un vivero natural de peces como pocos quedan en el mundo.

Por otra parte, está el reto de planificar mejor la ocupación de otras regiones al norte, al oriente y al occidente del país, para así dejar a las generaciones futuras, quienes con un mayor conocimiento tecnológico y ambiental tengan la opción de decidir sobre una fuente de recursos hidráulicos, recursos pesqueros y acuáticos y sobre una fuente de recursos de Biodiversidad que en este momento, pareciera prescindible.

Si bien los humedales son una característica paisajística dominante en el ámbito global, son sistemas pobemente estudiados y escasamente comprendidos. No obstante, los efectos de sus alteraciones, si se conocen muy bien. Aquí en nuestro propio país, las extensivas modificaciones que se hicieron al caño Mánamo, en el delta del río Orinoco, hace poco más de tres décadas, aun están causando efectos negativos en las pesquerías locales y en la estructura socioeconómica de la región; extensas áreas otrora productivas desde el punto de vista biológico y económico, ahora sólo son tierras yermas: y no se desarrolló el mega plan agrícola para el cual se alteró el sistema.

En otras partes del orbe, los resultados han sido los mismos. En el sureste asiático las pesquerías mermaron de manera considerable, y se produjeron desajustes ecológicos y socioeconómicos de incalculable magnitud, al drenar y alterar el flujo natural de los complejos de humedales.

Los Everglades del estado de la Florida, en los Estados Unidos de Norteamérica, han sido alterados en su ecología produciéndose daños a la ictiofauna de los arrecifes coralinos locales, así como cuantiosas pérdidas de valores escénicos y pérdida de fuentes de agua. Como consecuencia de ello, ahora se están ejecutando proyectos que contemplan una fuerte erogación de dinero para restituir integralmente el sistema.

En las planicies de desborde del río Mississippi, en el mismo país del norte, después de practicar décadas de un modelo de desarrollo basado en el control de inundaciones, en algunas áreas ahora surgen voces disidentes que claman por restituir el flujo natural y el concomitante proceso de inundación.

En Brasil, se ha practicado un extensivo drenaje de los pantanales, al sur del país, para fomentar la ganadería y la minería: allí ya se dejan sentir los efectos negativos en el microclima local y en las pesquerías regionales.

En todos estos casos, a la larga, el mejoramiento de la calidad de vida prometida a los lugareños, a expensas de la eliminación de los humedales, se ha convertido en un espejismo; y en los casos de Asia y de América Latina, no se han producido fuentes adicionales de riqueza sino que por el contrario, se ha generado más pobreza.

Observamos con preocupación, que en el Proyecto Eje Orinoco Apure en el caso venezolano, están privando sólo razones económicas inmediatas, y la premura de descongestionar de gente y de insuficientes servicios, la franja norte del país. Ciertamente son razones válidas, pero a la luz de las experiencias negativas de alteración de humedales tanto en el país como en otras partes del mundo, el proyecto no debe sustentarse sólo en el discurso del desarrollismo: se deben escuchar a los asesores técnicos y científicos quienes ya hemos disentido de algunos aspectos de la concepción general del proyecto, no para frenar el desarrollo, más bien porque no deseamos ver aquí errores y malas experiencias, suficientemente conocidas en otras partes.

Debemos convertirnos en administradores celosos de la enorme riqueza que significan los humedales.. Se debe planificar cuidadosamente para hacer compatibles las ciudades y las industrias, los centros de acopio y los centros agropecuarios con las invalables riquezas biológicas e hídricas de los humedales del llano; se deben adaptar las naves de carga a los ríos, como ya se hiciera en tiempos pasados, y no adaptar los ríos a las naves, como ahora se pretende.

En suma, se debe hacer valer el texto de nuestra constitución, el cual enfatiza que el crecimiento socioeconómico del país debe circunscribirse a los preceptos del

desarrollo sustentable. El artículo 128 lo dice textualmente: "*el estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas y políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana.....*"

Las tentativas de promover un desarrollo en las regiones asociadas a los humedales del llano, no son nuevas en el país. A comienzos de la década de los setenta, cuando se visualizó el potencial de desarrollo del área de influencia de eje Guanare-Masparro, se realizaron trabajos que permitieron planificar un ordenamiento territorial del área. En ese entonces el MOP (Ministerio de Obras Públicas), encomendó a un equipo multidisciplinario constituido por los profesionales más capacitados del país, realizar un estudio que permitiera concretar las líneas operativas de lo que sería un plan maestro de desarrollo integral para toda la región. Se creó para ello el plan rector: Proyecto Guanare-Masparro. El objetivo central de éste era convertir en centros agrícolas de alto nivel a las deprimidas regiones del occidente del país. Con ello se pretendía impulsar el desarrollo socioeconómico de la región, y a largo plazo fortalecer el intercambio comercial con los países andinos. Fue así como se planificaron y construyeron grandes represas, entre las que se cuentan Boconó-Tucupido y Masparro. Se delineó acertadamente un sistema de vialidad cónsono, con las limitaciones topográficas y de materiales, existentes en zonas sujetas a la inundación. Se planificó con gran nivel de detalles el ordenamiento urbano de centros poblados, en el área de influencia del proyecto; tal es el caso de Sabaneta de Barinas, donde incluso se esbozaron detalles arquitectónicos de calles, plazas y viviendas. Todos estos trabajos significaron una enorme inversión de tiempo y de dinero para el país; tan solo el sistema de represas Boconó-Tucupido costó en ese entonces ciento seis millones de dólares.

Hoy el relanzamiento del Proyecto PROA, en gran medida está soslayando el trabajo realizado con tanto profesionalismo. Incluso de las represas construidas en el contexto del Proyecto Guanare- Masparro, las cuales tienen fines específicos, ahora se pretende extraer agua para subsanar las deficiencias de caudal del río Apure, en

el empeño de convertir a éste en una arteria navegable todo el año. Pero, contradictoriamente, la protección de las cuencas de los ríos que alimentan los embalses citados, es tan deficiente que por el hecho de estarse propiciando un desarrollo anárquico en sus zonas protectoras, ya en el embalse Boconó-Tucupido existe un delta sedimentario de ochocientas hectáreas. Este hecho propicia una reducción drástica la vida útil del sistema.

Ciertamente apoyamos el desarrollo del país; pero nos preguntamos: ¿acaso la alteración de los humedales del llano, no se convertirá en otro fracaso tipo caño Mánamo, o no será un capítulo más en el abultado álbum de la desidia y falta de continuidad del proyecto Guanare-Masparro, y de otras grandes obras en nuestro país?

## CRÓNICA DE UN DESASTRE AMBIENTAL PROVOCADO POR EL HOMBRE

### (EL CIERRE DE CAÑO MÁNAMO Y SUS IMPACTOS SOCIALES)

Texto original de Eliseo Rodríguez 1972 (Revista Natura pp. 30-35)

En su tiempo la inexistencia de estudios de impactos ambientales para un proyecto en el delta del río Orinoco provocó uno de los mayores fracasos de planificación desarrollista de la Corporación Venezolana de Guayana.

DESDE 1965 LA CORPORACIÓN VENEZOLANA DE GUAYANA (CVG) inicia en el delta del río Orinoco el más ambicioso proyecto, para saneamiento de tierras, que se haya ejecutado en el país. Este proyecto se sustentaba en juicios fundamentados en la supuesta riqueza agropecuaria de los suelos deltáticos, los cuales no habían podido desarrollarse como consecuencia de las inundaciones que ocasiona en río Orinoco. Así mismo, se pensó en la posibilidad de sanear las tierras inundables para potenciar la explotación agropecuaria, de tal suerte que los productos derivados resolverían las grandes deficiencias de alimentos en la población del vecino complejo minero-industrial de Ciudad Guayana y sus alrededores.

Las estimaciones preliminares de tierras a sanear de las inundaciones se situaba en 900 mil hectáreas, de las cuales entre 140 y 170 mil hectáreas eran aptas para la agricultura (CVG 1972).

El proyecto comienza con la construcción de un sistema de diques. El primero y más importante de ellos fue el del Caño Mánamo entre la isla de Macareo y tierras

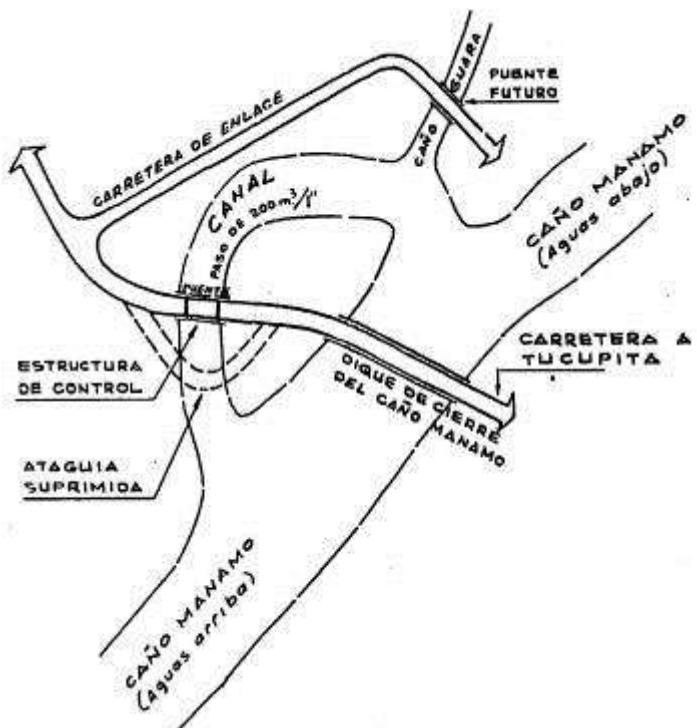
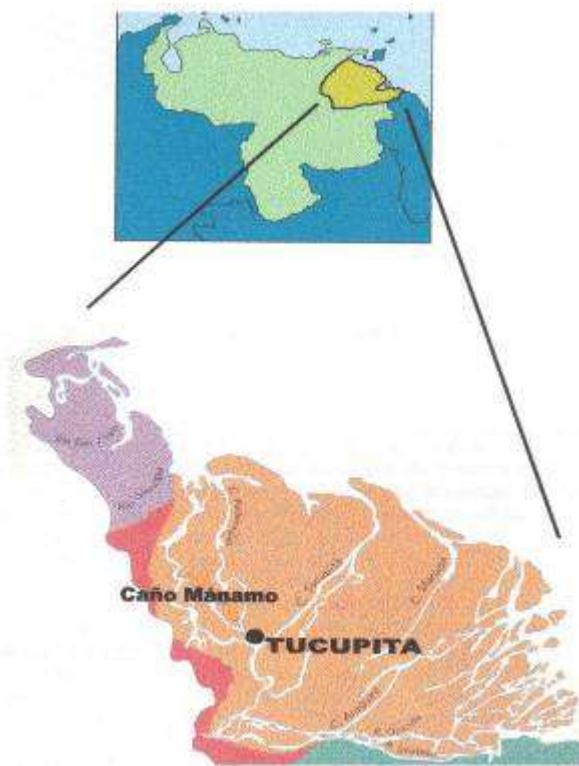


Diagrama general del proyecto de regulación de aguas del Caño Mánamo. La isla de Guara se sitúa a la izquierda y la Isla de Macareo a la derecha (Revista Natura pp. 30-35, según datos de CVG 1972)

del estado Monagas. Los demás diques se construyen en sectores que rodean a las islas de Macareo y Tucupita. Con estos diques se protegían, de las inundaciones del río Orinoco, las islas de Tucupita, Macareo, Manamito, Cocuina y Guara. En estos sitios se concentra el grueso de las actividades económicas y administrativas y más del 80% de la población de la planicie deltática.



Ubicación relativa del delta del Orinoco, al oriente de Venezuela. Atlas de Venezuela PDVSA (1992)

Es necesario indicar que las islas de planicie deltática presentan una geomorfología conformada por bancos fluviales elevados en los bordes y enormes depresiones centrales. Los bancos están constituidos por sedimentos arenolimosos, y ocupan una estrecha franja que va desde unos pocos metros hasta dos kilómetros aproximadamente; los mismos representan entre el 5 al 10 % de la superficie de las islas. En su mayoría estas islas son afectadas por las inundaciones, pero por cortos lapsos; ello depende, fundamentalmente, de la altura del terreno sobre el nivel del río, y de las crecidas del río Orinoco. Es en los bancos donde se realizan las actividades agrícolas, tradicionalmente, allí se cultiva cacao. Además éstas son áreas aptas para establecer los asentamientos humanos.

En cambio, las depresiones están conformadas por sedimentos más finos de textura arcillo-limosas y arcillosas. En las zonas más elevadas de las depresiones crecen abundantes pastos durante el período de aguas bajas y predominan, durante todo el año, ciénagas con abundante materia orgánica semidescompuesta, y abundante vegetación hidrófila. Los

sedimentos fluviales de las depresiones descansan sobre sedimentos marinos antiguos, los cuales son ricos en compuestos sulfurosos.

El río Orinoco y sus caños juegan un papel importante en la dinámica del sistema deltáico. Entre sus efectos podemos decir que sus crecidas renuevan continuamente los sedimentos de la capa superficial de los suelos, manteniendo así la fertilidad en los terrenos y drenando periódicamente los bancos.

Así mismo, el agua, durante las crecidas, ejerce un efecto de limpieza en todos los caños, arrastrando hacia el mar el detritus orgánico e inorgánico que se han acumulado durante el período de las aguas bajas.

Las crecidas del río Orinoco, por otra parte, suministran agua suficiente para que los suelos, durante las aguas bajas, mantengan un grado óptimo de humedad, permitiendo el crecimiento de pastos de buena calidad. Esta humedad también posibilita el cultivo de cacao, plátanos y tubérculos, que son rubros fundamentales en la economía y la subsistencia de los pobladores locales. La adecuada hidratación también impide la oxidación de piritas sulfurosas, las cuales, en algunos sectores, se localizan a poca profundidad, muy cerca de los horizontes edáficos superficiales.

Los sistemas de diques y drenajes de tierras, puestos en práctica con el proyecto, alteraron los flujos naturales de materia y de energía desde el río Orinoco hasta el delta, y viceversa, y se rompió el delicado equilibrio dinámico entre los componentes del sistema. Los primeros efectos se dejan sentir cuando a raíz del cierre total del caño Mánamo, las aguas salobres se desplazaron desde su área de emplazamiento normal, hasta unos 45 kilómetros aguas arriba por este caño. Este proceso de salinización causó pánico entre los pobladores que utilizaban las aguas para quehaceres domésticos y para las actividades agrícolas. La solución inmediata fue la construcción de compuertas en el dique para regular el flujo de las aguas dulces por el caño Mánamo y contrarrestar así la acción de las aguas salinas. Este manejo a su vez produjo una reducción de la oferta hídrica hacia los suelos que afectó a las plantaciones

de cacao, y otros rubros de ciclo permanente. Así mismo, las especies de gramíneas palatables para el ganado fueron sustituidas por otras de baja calidad.

El agrietamiento de los suelos arcillosos, producido por el déficit hídrico inducido mediante el control forzado de las inundaciones, permitió que capas de piritas sulfurosas subyacentes en estratos profundos se pusieran en contacto con la superficie, propiciando así condiciones favorables para la formación de suelos ácidos sulfurosos con pH por debajo de 3.5: estos suelos son inútiles para las actividades agropecuarias.

La disminución de los volúmenes de agua, y la ausencia del beneficio de su efecto de arrastre, permitió la acumulación excesiva de detritos y la proliferación de plantas acuáticas en los caños menores; así se obstruyó la navegación y se potenciaron los procesos de eutrofización.

Al contrario, en las áreas no protegidas, los niveles de anegamiento se incrementaron en altura, amplitud y tiempo de permanencia de las aguas. Tales condiciones hídricas indujeron la muerte de numerosos árboles, la destrucción de extensos sembradíos y la

desaparición de centros poblados completos, en especial los poblados ubicados entre caño Macareo y otros caños próximos a éste.

La destrucción de estos poblados indígenas, así como el abandono de otros, por los efectos de la salinización de las aguas al norte de las islas Mánamo y Cocuina, desataron un éxodo humano hacia la ciudad de Tucupita y otros sectores vecinos.



## APÉNDICE I

### CLASIFICACIÓN DE HUMEDALES DE AGUA DULCE (1)

Tipos de humedales	Permanencia en el tiempo o uso principal	Descripción	
<b>1 Ribereños</b>	1.1 Permanentes	i ríos y arroyos permanentes, incluyendo cascadas	ii deltas interiores
	1.2 Temporales	i ríos y arroyos estacionales o irregulares	ii llanuras aluviales (incluyendo cuencas hidrográficas inundables y praderas de inundación estacional)
<b>2 Lacustres</b>	2.1 Permanentes	i lagos permanentes de más de 8 ha, incluyendo las orillas sujetas a inundaciones estacionales o irregulares	ii estanques de agua dulce permanentes, de menos de 8 ha
	2.2 Estacionales	i lagos de agua dulce estacionales de más de 8 ha, incluyendo lagos de planicie aluvial	
	3.1 Emergentes	i pantanos y ciénagas de agua dulce permanentes sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente cuyas raíces se encuentren por debajo del manto freático durante la mayor parte de su ciclo de crecimiento	ii pantanos de agua dulce que generan turba, incluyendo valles pantanos tropicales de tierra adentro dominados por <i>Papyrus</i> , <i>Typha</i> o <i>Scyrpus</i>
<b>3 Palustres</b>		iii pantanos de agua dulce estacionales sobre suelos inorgánicos, incluyendo lodazales, pozos, praderas de inundación estacional y juncales	
		iv turberas, incluyendo suelos acidófilos, ombrogénicos o solenoides cubiertos por musgo, hierbas o vegetación arbustiva enana y turberas de todo tipo	
		v humedales alpinos, andinos y polares incluyendo praderas de inundación estacional alimentadas por aguas temporales provenientes del deshielo	
		vi manantiales de agua dulce y oasis con vegetación circundante	
		vii fumarolas volcánicas continuamente humedecidas por vapor de agua emergente o condensado	

---

	3.2 Boscosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>i pantanos de arbustos, incluyendo pantanos de agua dulce dominados por arbustos y malezas sobre suelos inorgánicos</li> <li>ii bosques pantanosos de agua dulce, incluyendo bosques de inundación estacional y pantanos con bosques maderables sobre suelos inorgánicos</li> <li>iii turberas boscosas, incluyendo bosques con pantanos de turba</li> </ul>
<b>4. Humedales artificiales</b>	4.1 Acuicultura/ Maricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>i estanque para acuicultura, incluyendo estanques para peces y camarones</li> </ul>
	4.2 Agricultura/ Ganadería	<ul style="list-style-type: none"> <li>i estanques, incluyendo estanques de fincas y estanques para el ganado</li> <li>ii tierras irrigadas y canales de drenaje y escurrimiento, incluyendo arrozales, canales y acequias</li> <li>iii tierras arables estacionales inundadas</li> </ul>
	4.3 Urbano- industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>i excavaciones, incluyendo canteras, zanjas y pozos de minería</li> <li>ii áreas de tratamiento de aguas servidas incluyendo, depósitos de aguas negras, estanques de sedimentación y estanques de oxidación</li> </ul>
	4.4 Áreas de almacenamiento de aguas	<ul style="list-style-type: none"> <li>i reservorios de agua para irrigación o consumo humano, con un patrón de vaciado gradual y estacional</li> <li>ii represas con fluctuaciones regulares, semanales o mensuales, del nivel del agua.</li> </ul>

---

(1) Clasificación propuesta por Scott (1989)

## GLOSARIO

### A

**aguas blancas.** Aguas turbias, amarillentas u ocre, con una alta carga en suspensión constituida, principalmente, por arcillas y limos. En este tipo de aguas, las medidas con el disco de Secchi oscilan entre .10 y .50 m. Las aguas del río Apure y otros ríos de la parte baja de la orinoquia, presentan estas características.

**aguas claras.** Aguas transparentes pero que a la distancia aparecen con matices azulados, verde esmeralda o verde oliva. En estas aguas las medidas con el disco de Secchi oscilan entre 1.10 y 4.30 m. La mayoría de los ríos del piedemonte andino ostentan estas características.

**aguas negras.** Aguas transparentes pero que a la distancia aparecen con matices oscuros, marrón café o marrón té. Estos matices se originan por la presencia de ácidos húmicos en disolución, provenientes de la hojarasca y otros materiales orgánicos. El pH de estas aguas suele ser relativamente bajo y las medidas típicas con el disco de Secchi oscilan entre 1.30-2.30. Aguas con estas características son comunes en los ríos de morichales.

### B

**bajío.** En el llano venezolano se denomina así, a las áreas de transición entre una zona alta y una depresión del terreno en la planicie inundable. El agua se hace presente allí sólo durante el lapso de máxima inundación. En la terminología técnica también se describe como cubeta de desborde o depresión lateral.

**banco.** Zona alta que por su elevación, ligeramente por encima del nivel del terreno circundante, generalmente no es afectada por las inundaciones, excepto en avenidas de agua extraordinarias. En la terminología técnica también se describe como napa de desborde.

**bentos,** (macroinvertebrados bentónicos). Fases inmaduras de insectos y en general invertebrados acuáticos que viven asociados al fondo. Pueden excavar galerías en el substrato, o movilizarse sobre éste.

### C

**cenotes** (singular cenote). Son fosos con bordes altos de rocas expuestas que contiene aguas subterráneas. Estos hoyos son comunes en la península de Yucatán y en algunas islas del mar Caribe. El término es derivado de una palabra utilizada por los yucatecos de las tierras bajas mayas para referirse a cualquier localidad donde el agua subterránea es accesible.

**críptico,** (patrón de coloración). Coloración que presentan algunos animales, el cual les permite confundirse en el entorno donde se encuentren, pudiendo así pasar desapercibidos ante depredadores.

### D

**delta.** Extensión plana de depósitos aluviales que se forma en las desembocaduras de los ríos arroyos o quebradas, en el mar o en planicies continentales internas.

**diatomeas.** Algas microscópicas que presentan cubiertas o valvas de carbonato de calcio. Estas algas

también forman el gremio denominado fitoplancton.

## E

**ecotonos.** Áreas de transición entre dos ecosistemas, que por su naturaleza dual suelen presentar una gran riqueza ecológica y una gran diversidad de procesos biológicos en general.

**escurrimiento** (infiltración). (1) Movimiento de agua a través de un substrato sin la formación de un canal definido. (2) Pérdida de agua por percolación desde un canal, embalse u otro cuerpo de agua.

**estero.** Depresión del terreno en la cual se acumula el agua. Al contrario de los bajíos, en los esteros el agua permanece mucho tiempo después de haber concluido el período de inundación. En la terminología técnica también se describe como cubeta de decantación o depresión marginal.

**estratificación térmica.** Arreglo de masas de agua en distintas capas horizontales que están separadas por diferencias en densidad asociadas con la temperatura del agua (Armantrout 1998).

## F

**fenología.** Cambios cíclicos que ocurren en las plantas, los cuales son inducidos por variaciones en las condiciones ambientales de una región (aumento en niveles de precipitación, cambios de temperatura, variación en los niveles de humedad relativa o cambios en los patrones y la intensidad de los vientos).

**fitoplancton** (*fitoplankton*). Organismos microscópicos que habitan la columna de agua y poseen capacidad fotosintética. Sus tallas oscilan entre 20

y  $2 \times 10^2$  milimicras. Por ser autótrofos son productores primarios y, conjuntamente con otros fotosintetizadores, conforman los niveles tróficos básicos en los sistemas acuáticos.

## G

**Glacis.** Rampa con suave pendiente. Forma típica de piedemonte que se enraíza en una vertiente montañosa y enlaza con el fondo de un valle o depresión. Es el resultado de un proceso de erosión y/o acumulación de materiales, en general, escasamente redondeado.

**Gymnotiformes.** Orden de peces neotropicales, con órganos especializados capacitados para generar y recibir campos eléctricos a través del medio acuático.

## H

**hidrofitas.** Plantas individuales que crecen en suelos que periódicamente están sujetos a condiciones anaeróbicas y exceso de humedad.

**hidromórficos suelos** (también conocidos como suelos hídricos). Sustrato saturado de agua (por efectos de la inundación o por efectos de la elevación del nivel freático), que promueven allí condiciones anaeróbicas. Estos suelos presentan condiciones ácuicas y características redoximórficas.

## I

**isoyetas.** Líneas que en un mapa unen puntos donde los valores de precipitación son iguales.

## L

**limnofase.** Término para designar el momento en el que la planicie aluvial, en el contexto del sistema **río-planicie de inundación**, está cubierta por el agua formando un continuo con el

cauce principal del río. Es una fase, dentro de la dinámica del proceso de inundación, en la cual el cuerpo acuático formado presenta características de los sistemas léticos.

**lético, sistema.** Término empleado en limnología para designar cuerpos de agua sin movimiento unidireccional aparente (lagunas, represas y lagos).

**lótico, sistema.** Término empleado en limnología para designar cuerpos de agua que presentan movimiento unidireccional (ríos, caños y quebradas).

**lutitas.** Rocas sedimentarias de grano muy fino cuyo tamaño de partículas se encuentran en el rango de limos y arcillas. Estas rocas contienen cantidades sustanciales de minerales arcillosos.

## M

**madre vieja.** Término empleado para designar cauces fluviales abandonados, por desviación de los ríos, o por estrangulamiento de meandros. En la literatura anglosajona se conocen como **ox-bow lake.** Estas depresiones se colmatan de agua durante el período de inundación, y muchas conservan el agua aun después de entrada la sequía.

**mata.** En la jerga llanera venezolana, formación boscosa en las sabanas, localizada en sitios altos donde los efectos de las inundaciones no se hacen sentir con frecuencia.

**migración lateral.** Refiriéndose a los procesos migratorios de los peces, proceso en el cual estos organismos se mueven por sus propios medios desde los cauces fluviales principales, hacia una planicie inundada.

**migración longitudinal.** Refiriéndose a los procesos migratorios de los peces, proceso en el cual estos organismos se mueven por sus propios medios siguiendo la vía del cauce fluvial principal.

**migración pasiva.** Refiriéndose a los procesos migratorios de los huevos, larvas y juveniles de peces, la migración pasiva es un proceso en el cual estos estadíos, en el ciclo vital de los peces, se mueven a merced de las corrientes, o bien aguas abajo en los cauces fluviales, o desde los cauces hacia las planicies inundadas.

**módulos** (polderes). Sistema artificial de lagunas, cerradas por diques de tierra, con desagües controlados por compuertas. Mediante estas compuertas, se regula el exceso de agua proveniente de la inundación o de la precipitación. En la década de los setenta se construyó un sistema de este tipo en el área de Mantecal y en otras zonas del Llano en el estado Apure.

**morichal.** Comunidad vegetal donde la palma *Mauritia flexuosa* (palma moriche), juega un papel preponderante, en la fenología y en los procesos de sucesión del sistema. En otros países también se conocen como aguajales, o como palmares de pantano.

## P

**perifiton.** Gremio de organismos acuáticos con capacidad fotosintética, que viven asociados a algunos tipos de substrato tales como hojas, troncos sumergidos, piedras u otros.

**pH.** Medida de la acidez o alcalinidad de la fase acuosa de un material. Se mide

en una escala que oscila entre 1 y 14. Valores bajos de pH son indicativos de acidez. Valores altos indican alcalinidad y valores cercanos a 7 indican neutralidad.

**préstamos.** Fosos de origen antrópico ejecutados durante excavaciones a cielo abierto de terrenos. En la región del llano con los materiales extraídos de estas excavaciones, se efectúan labores de relleno, terraplenes y carreteras. En la fase de inundación, muchos de estos fosos se llenan de agua y albergan una enorme diversidad de organismos acuáticos así como también numerosas plantas. Los préstamos pueden mantener agua durante un largo período, aun después de finalizada la estación lluviosa. Los préstamos, en el llano venezolano, se han transformado en un hábitat acuático de mucha importancia para la fauna silvestre.

**PROA.** Acrónimo del proyecto venezolano para impulsar la navegación fluvial en la orinoquia denominado **Proyecto Eje Orinoco Apure.**

## R

**Ramsar** (convención de). Acuerdo internacional sobre humedales, encaminado a garantizar la conservación y el uso racional de estos ecosistemas. Este tratado fue aprobado el 2 de febrero de 1971 en la ciudad iraní de Ramsar y entró en vigor cuatro años después.

**reofase.** Término para designar el momento en el que los ríos, en el contexto del sistema **río-planicie de inundación**, están confinados a sus cauces y no tienen una conexión directa con la planicie aluvial. La reofase se verifica durante el período de sequía.

**regolito.** Capa de partículas no consolidadas, localizadas sobre un lecho rocoso.

**ribazón.** En la jerga llanera se denomina así a los cardúmenes de peces que se mueven a lo largo del río, en eventos de migración anual. La más común de estas migraciones en la región es la delcoporo (*Prochilodus mariae*).

## S

**Secchi, disco de.** Dispositivo en forma de disco, con patrones de coloración fuertemente contrastantes (áreas blancas y negras). Este disco, sujeto al extremo de una cuerda marcada a intervalos, se emplea desde una embarcación o un sitio fuera del agua, para medir visualmente el nivel relativo de penetración (o extinción) de la luz en el agua. Aguas muy turbias presentan lecturas del disco de Secchi de unos pocos centímetros (medidas cortas del largo de la cuerda), mientras que aguas muy transparentes, presentan lecturas de hasta varios metros.

**sombra de lluvia (zona de).** Área tras una zona montañosa, en la cual la precipitación es reducida, como resultado de la intercepción de las nubes cargadas por parte de las montañas.

**zona de convergencia intertropical (ZCIT).** Es un cinturón de baja presión que ciñe el globo terrestre en la región ecuatorial. Se forma, como su nombre indica, por la convergencia de aire cálido y húmedo de latitudes por encima y por debajo del ecuador. Desde estas áreas el aire es empujado a la zona por la acción de la célula de Hadley, un rasgo atmosférico a

mesoescala que forma parte del sistema planetario de distribución del calor y humedad, y es transportado verticalmente hacia arriba por la actividad convectiva de las tormentas; las regiones situadas en esta área reciben precipitación más de 200 días al año A esta región también se la conoce como frente intertropical o zona de convergencia ecuatorial. En inglés se conoce por el acrónimo **ITCZ** (Inter Tropical Convergence Zone)

**zooplancton** (zooplankton). Animales microscópicos y/o de pequeño tamaño que habitan en la columna de agua; no poseen capacidad fotosintética. Su talla oscila entre  $2 \times 10^3$  y  $2 \times 10^4$  milimicras. Básicamente el zooplancton está conformado por microcrustáceos, larvas de moluscos y larvas de peces. Este gremio de organismos conforma uno de los primeros eslabones de consumidores en las cadenas tróficas acuáticas.

## LITERATURA CITADA

- Abira M. A. 2008. A pilot constructed treatment wetland for pulp and paper mill wastewater: performance, processes and implications for the Nzoia River, Kenya. Taylor & Francis, 2008 151 pp.
- Armantrout, N.B., (Compiler) 1998. Glossary of aquatic hábitat inventory terminology. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, USA. 136 pp.
- Aymar, G. 2005. Bosques de los llanos de Venezuela: consideraciones generales sobre su estructura y composición florística. en: Hétier J.M y R.L. Falcón (Editores) 2005. Las Tierras Llaneras de Venezuela. Editorial Venezolana C.A. Mérida, Venezuela. 367 pp.
- Aymar, G. y V. González-Boscan. 2007. Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los llanos de Venezuela en: Catálogo Anotado e Ilustrado de la flora vascular de los llanos de Venezuela De Stefano R D., G Aymard y O. Hubber Editores FUDENA /fundación Polar /FIBD. Caracas, Venezuela. 738 pp.
- Ayres J. M. 1995. As matas do várzea do Mamirauá. Serie Estudos do Mamirauá. Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil. Mamirauá-Brasil (123 pp.).
- Barbarino A.D., D.C. Taphorn and K.O. Winemiller. 1998. Ecology of coporo, *Prochilodus mariae* (Characiformes, Prochilodontidae), and status of annual migrations in western Venezuela. Environmental Biology of fishes 53: 33-46.
- Bellico R.P. 1992. Sails and steam in the mountains. A maritime and military history of lake George and Lake Champlain Purple Mountain Press Fleischmanns, NY. USA. 393 pp.
- Bennett, M.V.L. 1968. Similarities between chemical and electrical mediated transmition. in: F.D. Carlson Ed., Physiologycal and biochemical Aspects of Nervous Integration. Prentice-Hall, Englewood Cliffs New Jersey (204 pp.).
- Bulla L., R. Miranda y J.M. Pacheco. 1980. Producción, descomposición, flujo de materia orgánica y diversidad en una sabana de banco del módulo experimental de Mantecal (estado Apure Venezuela). Acta Científica Venezolana 31:331-338.
- Carvajal J. 1648. Relación del descubrimiento del río Apure hasta su ingreso en el río Orinoco (El descubrimiento del río Apure 1956) Ediciones Edime, Caracas-Venezuela, Madrid-España 1956 (307 pp.).
- Castillo O.E., E. Valdés, N. Ortiz y M. Moscó. 1988. Aspectos sobre la historia natural de los bagres comerciales del bajo llano. Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Tomo XLVIII 253-281 Suplemento 1988.
- Castillo O.E., E. Valdés y R. Mendoza. 1992. Los esteros de Camaguán: un criadero excepcional de peces comerciales en los llanos de Venezuela. Resúmenes VII Simposio Latinoamericano de Acuicultura, II Encuentro Venezolano de Acuicultura.

- Castillo O. 1988. Aspectos biológicos y pesqueros sobre los peces comerciales del bajo llano con énfasis en los bagres (Orden Siluriformes). Tesis de Maestría Universidad Central de Venezuela Caracas-Venezuela (114 pp.).
- Colonello G. 1990. Elementos fisiograficos y ecológicos de la cuenca del río Orinoco. Interciencia Vol. 15 Nº 6.
- Collins, M. E and R.J. Kuehl 2001. Organic matter Accumulation and organic soils in: Wetland soils, genesis, hydrology, landscapes and classification. Edited by J. L. Richardson and M.J. Vepraskas Lewis Publisher CRC Press LLC. 417 pp.
- Crites R.W., E. J. Middlebrooks and S. C. Reed 2006. Natural wastewater treatment systems. CRC/Taylor & Francis 552 pp.
- Culotta E. 1995. Bringing back the everglades. Science (268) 1688-1690.
- Cowardin L. M., V. Carter, F. C. Golet y E. T. La Roe 1979. Classification of wetland and deepwater habitat of the United States. US Dep. of Interior Fish and Wild Life Service FWS/OBS-79/31 December 1979. Reprinted 1992 142 pp.
- Díaz de Gamero., ML 1996. The changing course of the Orinoco river during the Neogene: A review. Palaeoclimat., 123:385-402
- Dugan P. J. (Edit.). 1992. Conservación de humedales: Un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. UICN, Gland, Suiza (100 pp.).
- Drago E. C. 1989. Morphological and hydrological characteristics of the flood plain ponds of the middle Paraná river (Argentina). Revue Hydrobiologie Tropicale 32 (3) 183-190.
- El Cojo Ilustrado. 1896. Semanario de variedades. Caracas-Venezuela.
- Ewell J.J., A. Madriz y J.A. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas-Venezuela.
- Fernández, A. 2007. Los morichales de los llanos de Venezuela en: Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los llanos de Venezuela. De Stefano R D., G Aymard y O. Hubber Editores. FUDENA /fundación Polar /FIBD Caracas-Venezuela. 738 pp.
- Flecker A.S., D.C. Taphorn, J.A. Lowell and B.P. Feifarek. 1991. Drift of characin larvae, *Bryconamericus deuterodonoides*, during the dry season from andean piedmont streams. Environmental Biology of Fishes 31: 197-202.
- Fraser L.H. and P.A. Keddy (Edits.) 2005. The world's largest wetland: ecology and conservation. Cambridge University Press. 488 pp.
- González-Boscán V. 1985. Los Bosques y Matorrales de la región de Mantecal (estado Apure Venezuela). Trabajo de ascenso. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela (2 tomos) (412 pp.).
- 1987. Los Morichales de los llanos orientales: un enfoque ecológico. Ediciones Corpoven Caracas-Venezuela (48 pp.).

- Gordon E. y J. Velázquez. 1989. Variaciones estacionales de la Biomasa de Eleocharis intersticia (Vahl) R. & S. (Cyperaceae) en la laguna El Burro (Guárico, Venezuela). *Revue Hydrobiologie Tropicale* 22 (3) 201-212.
- Goulding M. 1980. The fishes and the forest. Explorations in Amazonian Natural History. University California Press (280 pp.).
- Hamilton S. K., S.J. Sippel, W.M. Lewis and J.F. Saunders 1990. Zooplankton abundance and evidence for its reduction by macrophyte mats in two Orinoco floodplain lakes. *Journal of Zooplankton Research* Vol. 12 No 2. 345-363.
- Hubber O. y C. Alarcón. 1988. Mapa de vegetación de Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) Caracas-Venezuela (pliego).
- Junk W.J. 1980. Areas inundaveis: Um desafio para limnologia  
Acta Amazonica 10(4): 775-795.
- Junk W. 1983. Ecology of swamps in the middle Amazon. in: Mires, swamp, bog, fen, moor. B. Regional Studies. A.J.P. Gore Edit. Elsevier pp. 269-296. Amsterdam-Holand.
- Junk W. J., P.B. Bayley and R. E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian Special Publications Fish Aquatic Sciences (106) 110-127.
- Kadlec R.H. and S. Wallace 2009. Treatment wetlands. CRC Press. 1016 pp
- Keddy P.A. 2000. Wetland ecology: principles and conservation. Cambridge University Press 614 pp.
- Klopatek J.M. 1978. Nutrients dynamics of freshwater riverine marshes and the role of emergent macrophytes in: Good Ralph E., D.F. Whigham and R.L. Simpson Edits. (1978). Freshwater wetlands ecological processes and management potential. Academic Press N.Y., San Francisco and London (378 pp.).
- Lasso C.A. 1996. Composición y aspectos bioecológicos de las comunidades de peces del hato El Frío y caño Guaritico, llanos de Apure, Venezuela. Tesis Doctoral. Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Sevilla-España (688 pp.).
- 2006. blog. teorema. com. mx/?s=aquarap (documento en línea consultado el 23 de julio de 2008)
- Lewis W.M. 1988. Primary production in the Orinoco river. *Ecology* 69(3) 679-692.
- Lissman H.W. 1979. Localización eléctrica en peces. en: Vertebrados estructura y función Selecciones de Scientific American pp 321-331. Editorial Blume Madrid-España.
- Lyon J. G. 1993. Practical hand book for wetland identification and delineation. Lewis Publishers. Boca Raton Ann Harbor London Tokyo (157 pp.).
- Machado-Allison A. and C. García. 1986. Food habits and morphological changes during ontogeny in three serrasalmín fish species of the

- venezuelan floodplains Copeia (1) 193-196.
- Machado-Allison A. 1990. Ecología de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela. Interciencia Vol. 15 Nº 6 (411-423).
- Mago-Leccia F. 1970. Estudios preliminares sobre la ecología de los peces de los llanos de Venezuela. Acta Biológica Venezolica, 7 (1) 71-102.
- Marrero C. 1997. Los invertebrados y los frutos de un bosque de galería: su importancia en el ensamblaje de las relaciones tróficas de la fauna silvestre y acuática. Informe final del Proyecto 23189206 UNELEZ Guanare-Venezuela (63 pp.).
- 1992. La ecología trófica de los Apterodontidae (Pisces, Teleostei, Gymnotiformes), en el río Apure estado Apure Venezuela, enfocada a través de su morfología buco-cefálica externa y sus relaciones filogenéticas. Tesis Doctoral, Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela (78 pp.).
- 2000. Importancia de los humedales del bajo llano de Venezuela, como hábitat de las larvas y los juveniles de los peces comerciales de la región. Trabajo de Ascenso UNELEZ (64 pp.).
- Marrero C., A. Machado-Allison, V. González, J. Velázquez y D. Rodríguez-Olarte 1997. Los morichales del oriente de Venezuela: su importancia en la distribución y ecología de los componentes de la ictiofauna dulceacuícola regional. Acta Biológica Venezolica Vol. 17 (4): 65-79.
- Marvél P. 2004. Rasgos climáticos de los llanos de Venezuela. BioLlania (14) 85-91.
- Meade, R.H., C.F. Nordin, Jr., D. Pérez-Hernández, A. Mejía and M. Pérez-Godoy (1983). Sediment and water discharge in río Orinoco Venezuela and Colombia *in:* River sedimentation. Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Symp. Water Resource. Electric Power Press, Beijing. pp. 1134-1144.
- Middleton B. 1999. Wetland restoration: flood pulsing and disturbance dynamic. John Wiley and Son. 388 pp
- Ministerio de Agricultura y Cría 1996. Estadísticas del Subsector Pesquero y Acuícola de Venezuela. Servicio Autónomo de los Recursos Pesqueros y Acuícolas (SARPA) Caracas-Venezuela (50 pp.).
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) 1979. Atlas de Venezuela. Dirección de Cartografía Nacional, Caracas-Venezuela (21.2, 21.3).
- Mitsch, W.J. and J. G. Gosselink, 2007. Wetlands. John Wiley & Sons Inc. NY., USA. 582 pp
- MOP 1974. Informe interpretativo de suelos de la zona Guanare-Masparro estados Barinas y Portuguesa. Dirección de Información Básica División de Edafología Caracas-Venezuela.
- Mulholland, P.J. 1981. Deposition of river borne organic carbon in floodplain wetlands and deltas. *in:* Flux organic carbon by rivers to the oceans, U.S. Department of Energy. Springfield National Technical Information

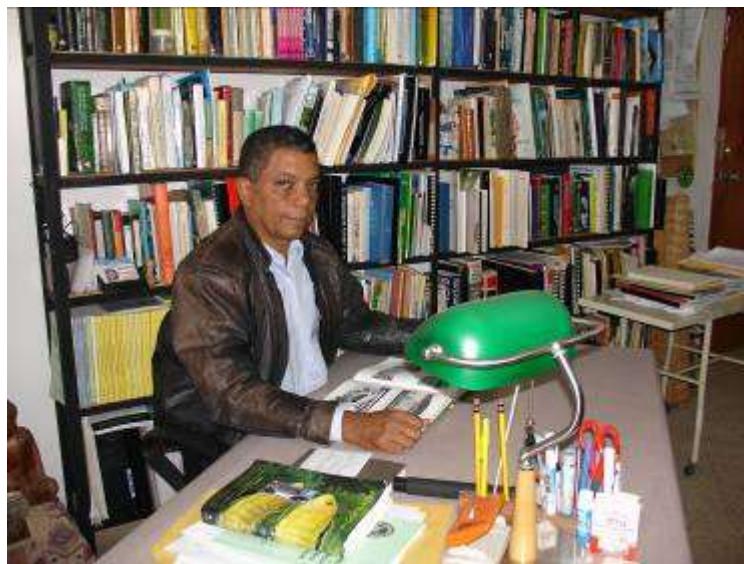
- Service. CONF-8009140 UC-11. pp. 142-172.
- Neiff J.J. 1997. El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Suramérica en: Tópicos sobre grandes humedales suramericanos (Malvarez A.I. y P. Kandus, Edits. pp 1-49. ORCYT-MAB (UNESCO), Montevideo, Uruguay.
- Nico L. G. and D.C. Taphorn. 1988. Food habitats of piranhas in the low llanos of Venezuela. *Biotropica* 20(4) 311-321.
- Norton-Leonard J. 1973. The First Farmers (The Emergence of Man Series). Time-Life Books. New York (160 pp.).
- Novoa D.F. 1989. The multispecies fisheries of the Orinoco river: development present status and management strategies. pp. 442-428. in: D.P. Dodge (Edit) 1989. Proceeding of the International large River Symposium, Can. Spe. Pub. Fish. Aquat. Sci. 106. Ottawa-Canada.
- Okurut T.O. 2000. A Pilot Study on Municipal Wastewater Treatment Using a Constructed Wetland in Uganda. Taylor & Francis. 184 pp.
- Paredes-Bastidas A. 1997. Importancia de los bosques ribereños en el piedemonte andino y los llanos altos occidentales de Venezuela. *BioLlania* 13 (47-66).
- Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima (PDVSA) 1992. Imagen de Venezuela (Atlas de Venezuela) Editorial Armitano Caracas-Venezuela (206 pp.).
- Pouyllau M., H. Le Men, D. Pouyllau, N. Platel, F. Berrade, H. Pacheco y R. Schargel. 1990. Cartographie agro-écologique des Llanos Occidentaux du Venezuela à petite et moyenne échelle: paysages et évolutions 1979, 1982, 1987 (Landsat et Spot) en: Pouyllau M. Editor Teledetection et Tiers Monde. Editions du CNRS Bordeaux-Talence. France.
- Prejs A. and K. Prejs 1987. Feeding of tropical freshwater fishes: Seasonality in resource availability and resource use. *Oecología* 71:397-404.
- PROA 1993. Informe general sobre el estudio de factibilidad de ejecución para ampliación de navegabilidad del río Apure. Caracas-Venezuela 129 pp.
- Ramia M. 1974. Estudio ecológico del módulo experimental de Mantecal Bol. Soc. Ven. de Ciencias Naturales 31 (128-129): 117-142.
- 1985. Mapa de paisajes de sabanas. en: Atlas de la Vegetación de Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas-Venezuela.
- Ramo C. y J. Ayarzagüena. 1983. Fauna Llanera Cuadernos Lagoven. Cromotip. Caracas-Venezuela.
- Rejmankova E. K. O. Pope, M.D. Pohl and J.M. Rey-Benayas. 1995. Freshwater wetland plant communities of northern Belize: implications for paleoecological studies of Maya wetland agriculture. *Biotropica* 27 (1): 28-36.
- Rial, A. 2000. Aspectos cualitativos de la zonificación y estratificación de comunidades de plantas acuáticas en un humedal llanero (Venezuela). Memoria de la Fundación La Salle Ciencias Naturales 153: 69-86.

- 2007 Flora y vegetación acuática de los llanos de Venezuela con especial énfasis en el humedal de los Llanos de Apure. en: Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela De Stefano R D., G Aymard y O. Hubber Editores FUDENA /fundación Polar /FIBD Caracas, Venezuela. 738 pp
- Rod, E. 1981. Notes on the shifting course of the ancient rio Orinoco from late cretaceous to Oligocene time. GEOS 26: 54-56, abril 1981. Escuela de Geología y Minas Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez-Altamiranda, R. 1999. Conservación de humedales en Venezuela. Inventario, diagnóstico ambiental y estrategia. Comité Venezolano de la UICN. Caracas-Venezuela (110 pp.).
- Rodríguez E. 1972. El cierre de caño Mánamo y sus impactos sociales. Revista Natura pp. 30-35. Caracas Venezuela.
- Roncayolo L. 1934. El Orinoco y sus afluentes
- RRC (RIVER RESTORATION CENTER) 2001. Kissimmee Restoration Project, Florida. River Restorations News. Issue Nº 10, pp 4-5. November 2001.
- Salazar P. C. 1989. Biomasa y producción primaria del perifiton en una sabana inundable de Venezuela. Revue Hydrobiologie Tropicale 22(3): 213-222.
- Saunders J.F. and W.M. Lewis. 1988. Transport of phosphorous, nitrogen, and carbon by the Apure river, Venezuela. Biogeochem 5:323-342.
- Saunders J.F. and W.M. Lewis 1988. Zooplankton abundance and transport in a tropical white-water river. Hydrobiol. 162: 147-155.
- Schargel R. y G. Aymard. 1993. Observaciones sobre suelos y vegetación en la llanura eólica limosa situada entre los ríos Capanaparo y Rieci, estado Apure, Venezuela BioLlania 9 (119-147).
- Scott, D.A. 1989 Design of wetland data sheet for data base on Ramsar sites. Mimeographed report to Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland. 41 pp.
- Sioli H. 1975. Amazon tributaries and drainage basins in: Hasler A.D (Coupling of land and water system). Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York (307 pp.).
- Sarks R. E., P.B. Bayley, S.L. Kohler and L. L. Osborne. 1990. Disturbance and recovery of large floodplain rivers. Environmental Management Vol. 14, Nº 5 699-709.
- Stergios B. D. 1993. La etnobotánica del árbol de la Chiga (Campsandra, Leguminosae, Caesalpinaeae) en la región Llanera de la cuenca media del río Orinoco en el suroeste de Venezuela. BioLlania 9 (71-90).
- Davis S.M and J.C. Ogden. 1994. Everglades: the ecosystem and his restoration. St Lucie Press Florida USA (826 pp.).
- Stewart B. R. 1986. Cryptic adaptations of small juvenile catfishes Sorubim lima (Pimelodidae) in Venezuela. Biotropica 18 (1): 86-88.

- Thomaz S.M., M. do C. Roberto y L M. Bini. 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influencia dos níveis fluviométricos in: A planície de inundação do Alto Rio Paraná. Vazzoler A.E., A.A. Agostinho y N.S. Hahn Edit., 1997. Universidade Estadual de Maringá. Maringá-Brasil (460 pp.).
- Tiner R.W. 1999. Wetland Indicators. A guide to Wetland Identification, Delineation Classification and Mapping Lewis Publishers (392 pp.).
- Train-Sueli y L.C, Rodrigues. 1997. Distribuição espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica. in: A planície de inundação do Alto Rio Paraná. Vazzoler A.E., A.A. Agostinho y N.S. Hahn Edit., 1997. Universidade Estadual de Maringá. Maringá-Brasil (460 pp.).
- van der Hammen T., F. Gary Stiles, L. Rosselli, M. L. Chisacá-Hurtado, G. C. Ponce de León, G. Guillot- Monroy, Y. Useche-Salvador y D. Rivera-Ospina 2008. Protocolo de Recuperación y Rehabilitación Ecológica de Humedales en Centros Urbanos. Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, 2008 Bogotá Colombia. 81 pp.
- van der Valk A. 2006. The biology of freshwater wetlands. Oxford University Press. 173 pp.
- Van Vy T. 2001. Sewage Water Aquaculture in Hanoi: Current Status and Further Development In: Wastewater Reuse in Agriculture in Vietnam: Water Management, Environment and Human Health Aspects Liqa Raschid-Sally, Wim van der Hoek and Mala Ranawaka, editors working paper 30 SM Water Management International Institute Proceedings of a Workshop held in Hanoi, Vietnam 14 march 2001.
- Velásquez J. 1994. Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Ediciones del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela (992 pp.).
- Welcome R.L. 1985. River Fisheries. Technical Paper 262 (FAO) Rome-Italy (330 pp.).
- 1979. Fisheries Ecology of floodplain Rivers. Longman, London-England (317 pp.).
- 1990. Status of Fisheries in South American rivers. Interciencia 15: 337-345.
- Winemiller, K.O., C. Marrero y D.C. Taphorn 1996. Perturbaciones causadas por el hombre a las poblaciones de peces de los llanos y del piedemonte andino de Venezuela. BioLlania 12: 13-48.
- Zinck A. 1980. Valles de Venezuela Cuadernos Lagoven. Cromotipo. Caracas-Venezuela.
- Zoppi de Roa. E, F. Michellagelli y L. Segovia. 1985. Cladócera (Crustacea, Branchipoda) de las sabanas inundables de Mantecal estado Apure, Venezuela. Acta Biologica Venezolica 12 (1): 43-55.
- Zoppi de Roa E. y W. Vásquez 1991. Aditonal cladoceran records for Mantecal and new for Venezuela. Hydrobiologia 225: 45-62.

Zucchi A. y W.M.Denevan 1979. Campos elevados e historia cultural prehispánica en los llanos occidentales. Montalbán (pp. 565-695) Caracas-Venezuela.

## CRÍSPULO MARRERO



Nacido en la ciudad de los Teques del estado Miranda en Venezuela. De profesión Biólogo, graduado en la Universidad Central de Venezuela, con doctorado en biología en la misma casa de estudios; su área de experticia: Ecología de Aguas Continentales. Desde 1988, se desempeña como docente/investigador en la Universidad de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ), en el campus de la ciudad de Guanare. Ha publicado trabajos en revistas especializadas en su área de experticia y también, en la misma área, ha dirigido trabajos de tesis tanto de maestría como de pregrado. Actualmente Profesor Titular en el escalafón de la institución, jefe de las cátedras de Zoología y Humedales en el programa Recursos Naturales Renovables de la UNELLEZ, y editor jefe de la revista *BioLlania*. La línea de investigación actual del profesor Marrero, es el uso de elementos de la fauna acuática (peces y macro invertebrados bentónicos), como indicadores de calidad del agua y Humedales.

