

Operación El Dorado: Restauración y conservación de hábitats de la planicie de inundación del medio–bajo Magdalena¹

Por Luis Carlos García Lozano^{2,3,4} y Emil Dister^{2,5}

Resumen

El río Magdalena (longitud 1.540 km, cuenca tributaria 267.000 km², caudal medio 7.000 m³/s y 185 millones de toneladas de sedimentos/año en la desembocadura) discurre su dos tercios superiores por un valle profundo, sedimentógeno en dirección N–S entre los ramales Central y Oriental de la cordillera de los Andes. La agradación predominante en los tercios medio e inferior del río origina una llanura aluvial de 35.000 km², con complejos hábitats acuáticos, terrestres y semiterrestres (ciénagas, caños, cauces en avulsión y paleocauces reactivados, sabanas edáficas, albardones y terrazas inundables, pantanos y playones) caracterizados por una gran dinámica fluvial, consecuencia de la alta sedimentación y del tectonismo actual. La variabilidad intra– e interanual de los niveles del agua en el río y en la planicie determina la frecuencia y magnitud de los intercambios de agua, sedimentos, materia orgánica, etc., entre uno y otra y se refleja así en el funcionamiento ecológico de dichos hábitats. Longitudinalmente se distinguen dos tramos en la planicie: la superior (Magdalena Medio), relativamente confinada por las cordilleras, caracterizada por una mayor pluviosidad (3.000 mm/año), aloja uno de los refugios pleistocénicos de bosque húmedo tropical, y la inferior (Magdalena Bajo) muy amplia, con un gradiente de precipitación pronunciado en dirección S–N (hasta < 800 mm/año). En la transición entre éstas –Depresión Momposina en la confluencia de los ríos San Jorge, Cauca y Cesar con el Magdalena– el río duplica su caudal, deposita la mayor parte de sus sedimentos y por ende los procesos fluviodinámicos presentan su mayor desarrollo. Esta zona, ocupada desde comienzos del siglo XVI pero aún poco poblada, aloja esquemas únicos de utilización de recursos, culturas anfíbias –combinación de pesquerías artesanales, agricultura itinerante de roza y quema y pastoreo de pequeños rebaños de vacunos– estrechamente acopladas al régimen hidrológico pulsante. Este *modus vivendi* es paulatinamente desplazado por agricultura y ganadería extensivas, asociadas a obras de drenaje y control de inundaciones. Sin embargo, existen todavía reductos de hábitat natural lo suficientemente grandes e intactos para permitir la restauración a gran escala mediante el manejo y uso extensivo de procesos tales como el fuego, el herbivorismo controlado y la recolección de semillas y propágulos y su dispersión artificial. Con este objetivo se desarrolla actualmente Operación El Dorado cuya meta a largo plazo es lograr la incorporación de un área de tamaño adecuado (varios miles de ha) y ensayar diversos esquemas de restauración y de utilización que compatibilicen la preservación de hábitats únicos con el inevitable uso que éstos tienen.

¹ Presentado en el *Simposio Internacional sobre Grandes Ríos Latinoamericanos (SISGRIL)*, celebrado en Ciudad Guayana (estado Bolívar, Venezuela) del 28 de mayo al 3 de junio de 1990. Las memorias de SISGRIL se publicaron en el volumen 15, número 6 de INTERCIENCIA, en noviembre de 1990. Este artículo es el manuscrito enviado para publicación a Interciencia, no contiene todas las ilustraciones y los textos pueden diferir ligeramente de los de la publicación.

² WWF–Auen–Institut, Josefstraße 1, D–7550, República Federal Alemana

³ Neotropicos, Apartado Aéreo 12121, Medellín, Colombia.

⁴ Luis Carlos García Lozano (Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1969; Ecología, University of South Florida, 1977) es actualmente candidato doctoral del Prof. Dr. Paul Müller en el Instituto de Biogeografía de la Universidad de Saarland (RFA), donde desarrolla investigaciones sobre genética y ecología de poblaciones de peces migratorios de la cuenca del Magdalena. Ha trabajado durante más de 10 años en la evaluación ambiental de proyectos y obras de infraestructura, particularmente de aquellas asociadas a la transformación de ríos para la producción de energía. A finales de la década del 70 participó en la concepción e implementación del Proyecto de Ecode-sarrollo en la Ciénaga Grande–Sierra Nevada de Santa Marta. Es miembro fundador de Neotropicos y coordina Operación El Dorado para esta fundación y para el WWF–Auen–Institut.

⁵ Dr. rer. nat. Emil Dister realizó sus estudios geobotánicos de la planicie aluvial del Rin Superior bajo la dirección del Prof. Dr. Heinz Ellenberg, en la Universidad de Göttingen, RFA, en 1980. Desde la época de sus estudios secundarios ha estado comprometido con el estudio, restauración y conservación de las planicies aluviales, particularmente del Rin en su región natal Renania–Palatinado. Además ha trabajado en muchos otros grandes ríos europeos (Danubio, Loira, March, Allier, etc.) y de Sudamérica (Magdalena, Paraguay). Actualmente es Director del WWF–Auen–Institut (Instituto Ecológico de Planicies Fluviales del WWF) del cual fué gestor a mediados de la década de los 80. Es miembro activo y cofundador de Neotropicos. Desde 1979 dicta anualmente cursos de geografía de la vegetación en la Universidad de Saarland y de ecología de planicies aluviales en la Universidad de Karlsruhe.

Bosquejo histórico de los cambios antropogénicos en el valle del Magdalena.

Si bien otros ríos colombianos superan al Magdalena en longitud, caudal o rendimiento (tab. 1.), éste ha sido históricamente y continúa siendo sin lugar a dudas, el más importante de Colombia desde el punto de vista social, económico y cultural. Este protagonismo es debido en gran medida a su dirección general sur-norte, entre los ramales Central y Oriental de la cordillera de los Andes que lo convierte en una vía de comunicación natural entre el mar Caribe y los altiplanos y ecosistemas montañosos del interior. (fig. 1.)

Tabla 1. Comparación del Magdalena con otros grandes ríos Colombianos.

río	vertiente	cuenca tributaria km ²	longitud km	caudal medio* m ³ /s	rendimiento l/s/km ²
Magdalena	Caribe	266622	1540	7018	27,35
Guaviare	Orinoco	166168	1355	8200	41,16
Caquetá	Amazonas	199203	2200	13180	66,16
Putumayo	Amazonas	53165	1350	6250	117,56
Atrato	Caribe	35702	612	4155	116,38

* Caudales estimados o medidos en la desembocadura
 Datos tomados de Marín, 1986

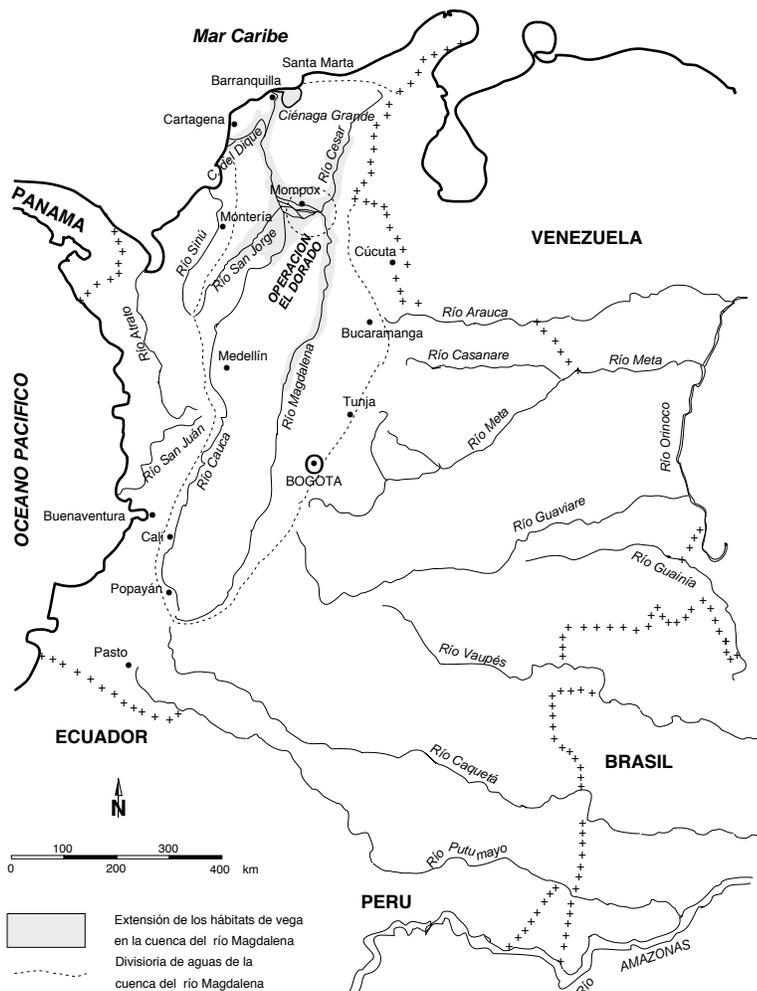


Fig. 1. Localización de la cuenca del río Magdalena en Colombia, con sus tributarios más importantes. El área sombreada muestra los hábitats de vega (planicie aluvial) donde se ubica el proyecto Operación El Dorado. Ver detalles en texto.

La relación hombre–medio en el valle del Magdalena ha ocurrido en cuatro escenarios de duración disímil y con consecuencias muy diferentes sobre los hábitats y organismos de la región ⁶ (fig. 2.). En primer lugar el *Paleoindio*, asociado con el advenimiento del hombre al subcontinente hacia el final del Pleistoceno, caracterizado en el extremo septentrional de Sudamérica, por unas condiciones climáticas semejantes a las actuales –en términos de temperaturas, regímenes de precipitación y de vientos– (Ochsenius, 1983) y por la existencia de megafauna herbívora–frugívora determinante de una flora diferente a la actual, no tanto en cuanto a las especies mismas, sino en cuanto a las abundancias relativas de éstas (Janzen, 1986). La caza desmedida de esta megafauna por los primeros pobladores causó su extinción y por ende los cambios estructurales en la flora neotropical (Ochsenius, 1980).

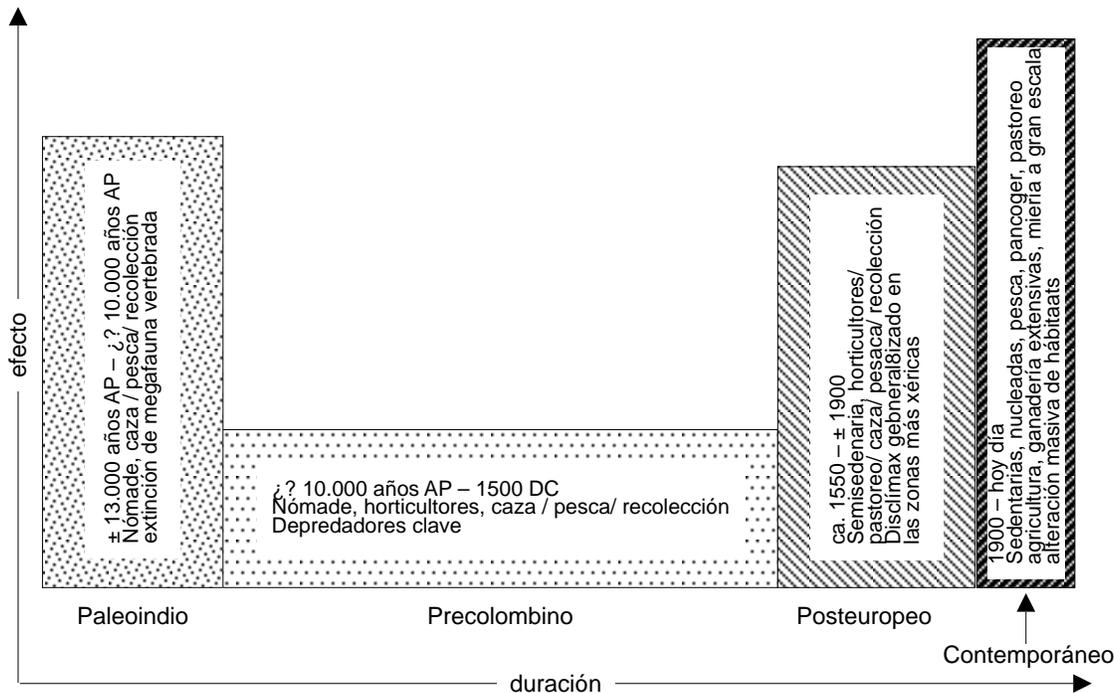


Fig. 2. Representación esquemática de la secuencia de escenarios en la relación hombre–ambiente en el valle del Magdalena. La ordenada sugiere la magnitud relativa del efecto antropogénico sobre el medio, mientras que la abscisa representa la duración relativa del escenario. Las coordenadas carecen de precisión dimensional.

A pesar de no contar con documentación adecuada para el escenario *Precolombino*, se ha podido establecer que a la llegada de los europeos al continente la familia Karib concluía la conquista del territorio Arawak desplazando a ésta desde las llanuras aluviales y áreas planas costeras hacia las zonas montañosas (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1969, 1973). Estas dos familias, con amplia distribución en otras partes del continente sudamericano, diferían en cuanto a su esquema básico de explotación del medio, siendo los primeros predominantemente guerreros nómades, cazadores y pescadores; mientras que los últimos, más sedentarios, poseían técnicas hortícolas avanzadas (Steward y Faron, 1959; Sternberg, 1968; Hester, 1973), entre las cuales descolla la técnica de campos de cultivo elevados (*ridged fields*) de la cultura Zenú en la planicie aluvial del San Jorge (Parsons, 1966).

Hacia el 1500, el valle medio–bajo alojaba diferentes tribus con predominancia Karib que generalmente recibieron de los españoles el nombre de la región donde se asentaban (Chimila, Zenú, Sondagua...), aunque no hay evidencia clara de diferencias culturales. Para esta época los grupos Karib se habían hecho menos nómades y habían incorporado –vía exogénesis con mujeres Arawak– muchas de las características culturales de este grupo (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1973). El efecto antropogénico predominante en este período puede circunscribirse al papel de depredadores clave (sensu Paine, 1966), mediado por la repetitividad de perturbaciones de pequeña escala (cacería y pesca selectiva, parcelas de agricultura itinerante) que liberan recursos críticos, favoreciendo la coexistencia de especies florísticas y faunísticas marginales con dominantes, i.e., permitiendo una mayor biodiversidad.

⁶ La secuencia de escenarios prehistóricos descrita –en forma hipotética– no difiere de la ocurrida, presumiblemente, en hábitats geográfica o ecológicamente análogos en otras zonas neotropicales.

La conquista, cuyos propósitos fueron sometimiento y esclavización inicialmente y posteriormente además conversión al cristianismo, destruyó las culturas nativas mediante tres procesos simultáneos: aniquilación física, entrecruzamientos obligados por desplazamientos o dominación y mestizaje y diezmación por introducción de enfermedades europeas (Sternberg, 1968); con ellas desaparecieron además tecnologías de explotación del medio⁷. Durante este período (*Posteuropeo*) los ríos de la cuenca Caribe constituyeron la ruta natural hacia el interior; por otra parte en las riberas, particularmente en los tramos xéricos se establecieron poblaciones pequeñas para administración de plantaciones y ganaderías. Las zonas húmedas permanecieron relativamente intactas –hasta fechas muy recientes– aunque perdieron sus pobladores originales, situación similar por demás a la ocurrida en otras regiones del Caribe. El desplazamiento de los herbívoros nativos (danta, venados, chigüiro...) por la introducción de ganados, la extracción selectiva de maderas finas, el leñateo para alimentación de las calderas de los barcos fluviales de vapor, la cacería indiscriminada para pieles, trofeos, plumas, la introducción de plantas cultivadas de las regiones paleártica y paleotropical (trigo, cebada, caña de azúcar, arroz, plátano, etc.) y de técnicas agrícolas europeas (monocultivos, dehesas) (Mendoza, 1980) resultó en el establecimiento de un disclimax generalizado, particularmente en las zonas xéricas del extremo norte del valle con la consecuente extinción –por lo menos local– de un gran número de especies de plantas y de su fauna asociada. (Sternberg, 1968; Montaldo, 1985; Castiblanco, 1988).

La gran mayoría de las actuales poblaciones del valle medio–bajo estaba fundada para la época de la independencia (1810–20). Aquellas ubicadas directamente sobre el río fueron hasta hace poco puertos fluviales importantes, venidos a menos durante los últimos años, como consecuencia del desarrollo de vías alternas –ferrocarril y recientemente carreteras– (Currie, 1960; Castro, 1986; Torres, 1986). Por otra parte, a causa de la deforestación y erosión aceleradas en las vertientes del valle alto, se estima que el río ha alterado durante los últimos años su régimen hidrológico, de tal manera que los períodos de estiaje son más prolongados y drásticos, reduciendo las posibilidades de navegación (Bermúdez, 1986).

Actualmente, la gran cuenca del Magdalena aloja el 80% de la población del país, 60 % de la tierra agrícola y en sus subcuencas transversales se genera el 75 % de la hidroelectricidad. Una gran población, ca. 5 millones, habitan en su cuenca media–baja, de los cuales 600.000 lo hacen en los 35.000 km² de llanura aluvial. La riqueza de los suelos –relativamente alta desde el punto de vista tropical– (Cortés, 1980; Cortés y Guevara, 1982) ha estimulado en los últimos 30 años el desarrollo amplio de agricultura mecanizada (palma africana, algodón, ajonjolí, arroz, ...) y, especialmente, del levante y engorde extensivos de ganado, actividades frecuentemente asociadas con obras –muchas veces improvisadas– de drenaje, avulsión y protección contra las inundaciones y con el uso indiscriminado de biocidas. Estas tendencias por tanto, arrinconan los remanentes de bosque natural con consecuencias deletéreas sobre la economía familiar local; pastos y cultivos desplazan recursos naturales importantes (madera y leña, caza, playones y sabanas riparias comunales para pastoreo durante la estación seca y hábitats de peces) y erradican así las formas tradicionales –culturas anfíbias– de utilización de recursos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1975; Torres, 1986). Este escenario *Contemporáneo*, es similar en muchos aspectos al que se desarrolla en otras partes del subcontinente, los efectos se pueden sintetizar en la alteración y aún destrucción masiva de hábitats para los emprendimientos agropecuarios, industriales, mineros y de desarrollo de infraestructura y contaminación de acuíferos y cuerpos de agua superficiales (Forero et al., 1989; Pacheco et al., 1989).

El medio físico del río Magdalena

El río Magdalena discurre dos tercios de sus 1.550 km de longitud, por un valle angosto entre las Cordilleras Central y Oriental, cuyas rocas de diferentes orígenes (ígneo–metamórfico en la Central y sedimentario en la Oriental) causan los contrastes en la cantidad de materiales transportados por los tributarios de una y otra margen (Stille, 1935; Scheibe, 1935; Weiske, 1935); sin embargo, el valle mismo está conformado casi exclusivamente por elementos del terciario superior y por depósitos aluviales del cuaternario. Este valle se amplía en dirección S–N y forma una planicie aluvial desarrollada de 35.000 km² en los últimos 800 km de su recorrido. (fig. 3.).

⁷ Dos hechos deben ser tenidos en cuenta para entender los motivos de la conquista. Por una parte, la existencia generalizada entre las tribus de las áreas costeras y de los tramos bajos de los ríos (Atrato, Magdalena, Cauca, San Jorge, Sinú, etc.) de técnicas avanzadas de orfebrería para producción de objetos decorativos o ceremoniales y la carencia de grandes yacimientos de oro en las regiones donde ésas se encontraban; de tal manera que los españoles presumían y los aborígenes así se lo confirmaron, el oro era explotado aguas arriba, en alguna parte, y ellos lo obtenían por canje. Así que las grandes expediciones de la conquista tuvieron como incentivo fundamental la búsqueda de oro (Hemming, 1983). En las áreas de producción aurífera se fundaron los asentamientos más antiguos del interior de la actual Colombia (Marmato–1525, Remedios–1560, Zaragoza–1581, Andagoya–1586, Quibdó–1654). Aquellos sobre las planicies aluviales tuvieron en general un origen diferente: para algunos lo fué netamente de índole comercial aprovechando la ubicación sobre la confluencia de un tributario con el Magdalena de poblados indígenas antiguos (El Banco –confluencia del Cesar, Magangué–río San Jorge, Pinillos–río Cauca); mientras que otros, de frontera, fueron centros para el acopio de la producción y para la administración de grandes haciendas agrícolas y ganaderas que aprovechaban los suelos más ricos y el clima estacional benéfico. (v.gr. Cerro de San Antonio–1525, Mompos–1537, San Martín de Loba–1538, Tamalameque–1544).

⁸ Este término, acuñado por el sociólogo O. Fals Borda (1983), hace referencia al carácter mixto de las actividades de explotación de los recursos en el valle del Magdalena, particularmente en la Depresión Momposina. El campesino es simultáneamente pescador, agricultor y pastor, afinando sus actividades a las fases de un sistema hidrológico y ecológico pulsante.

Zonificación

La fig. 4. muestra el perfil esquemático del río desde su nacimiento hasta la desembocadura, al igual que los cambios en área tributaria, caudal y el comportamiento de la precipitación media anual en las zonas del valle propiamente dicho (excluye obviamente el comportamiento de la lluvia en las vertientes montañosas a lo largo de la cuenca). El río maduro, i.e., no torrencial, ha sido tradicionalmente dividido en tres grandes zonas (valles alto, medio y bajo) con diferencias marcadas en clima, vegetación, uso del suelo y patrones culturales, cuyos límites varían dependiendo del objetivo de la caracterización (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1975; Dister y García, 1984). Los escogidos aquí son los más adecuados desde el punto de vista ecológico.

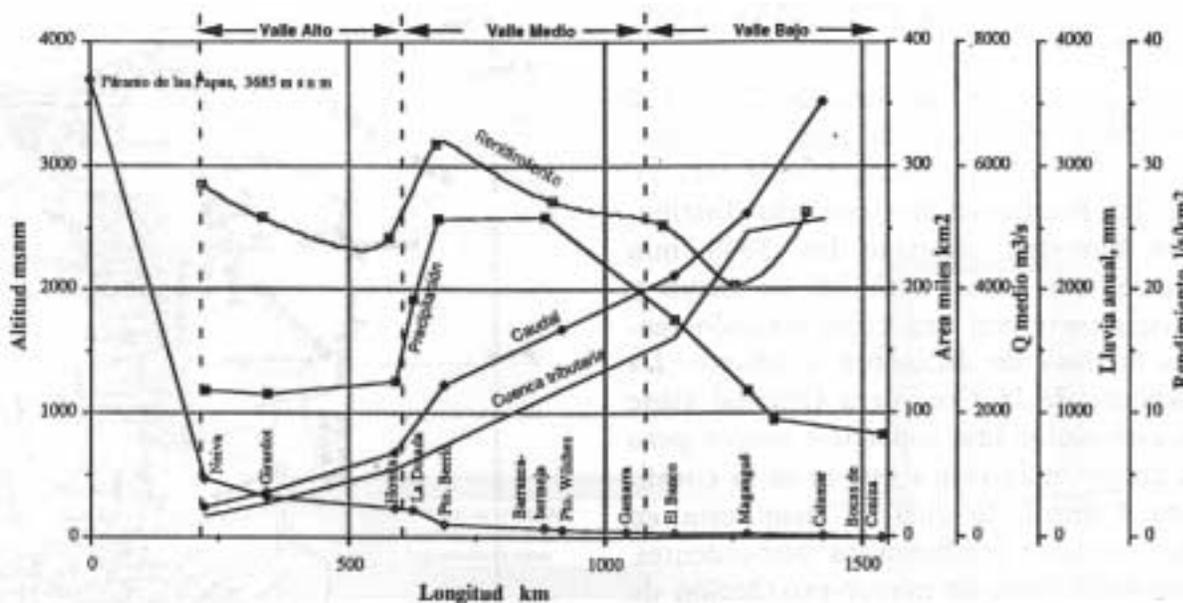


Fig. 4. Perfil longitudinal del río Magdalena y variación de la precipitación, los caudales, el área tributaria y los rendimientos. Datos tomados de Marín, 1986.

a. El Valle Alto –300 km, desde Neiva hasta Honda– está caracterizado por precipitaciones bajas, menores de 1.100 mm anuales, con picos en abril–mayo y septiembre. La curva de rendimientos es descendente, indicando vertientes más secas al final del tramo. El valle alto no presenta una llanura aluvial actual, aunque existen terrazas amplias del cuaternario y terciario superior, profundamente disectadas por el río y sus afluentes en algunos sitios, sobre las cuales se ha desarrollado una agricultura intensiva, mecanizada, la cual reemplazó completamente los bosques caducifolios existentes en la época precolombina.

b. El Valle Medio –500 km, desde Honda hasta Tamalameque– es mucho más lluvioso y menos estacional; las precipitaciones con una distribución bimodal, alcanzan los 3.000 mm anuales con picos a finales de mayo y noviembre y con una corta estación menos lluviosa de diciembre a febrero. La vertiente de la Cordillera Oriental tiene en este sector una superficie mayor pero es mucho más xérica que la de la Cordillera Central, lo cual se manifiesta en una curva de rendimientos descendente. Esta es la zona de mayor producción de sedimentos, particularmente en la vertiente xérica de la Cordillera Oriental.

La transición entre los valles alto y medio consiste en un cañón estrecho y relativamente empinado entre Honda y La Dorada, aguas abajo del cual el río posee una planicie de inundación actual que se ensancha hacia el norte, flanqueada por terrazas cuaternarias y terciarias poco disectadas. El valle constituye por sí mismo una provincia biogeográfica (Magdalenense) de la subregión Brasileña, refugio sudamericano del Pleistoceno, con un nivel de endemismo relativamente alto y aloja uno de los más grandes relictos de selva pluvial caribeña del continente (Forero, 1988). Muchas especies de vertebrados (caimán, babilla, iguana, tortugas, aves acuáticas residentes y migratorias, manatí, varias especies de venados, chigüiro, danta, grandes gatos, primates, etc.) –algunas con amplias distribuciones– han desaparecido localmente o poseen pequeñas poblaciones en las áreas más intervenidas, en un proceso que como se indicó anteriormente, está en expansión. No se encuentran áreas con status protegido dentro de la región, la Reserva Forestal del Magdalena Medio (uso restringido de áreas de propiedad privada o estatal) se ve reducida anualmente para acomodar y legalizar cambios de facto (Torres, 1986).

c. El valle bajo –500 km, El Banco hasta la desembocadura en Bocas de Ceniza– corresponde a la Llanura del Caribe. Este tramo presenta precipitaciones decrecientes desde 1.800, antes de la confluencia con el Magdalena de los ríos Cauca y Cesar, hasta 800

mm anuales en la desembocadura y presenta una transición entre las formaciones pluviales del valle medio y los hábitats xerofíticos litorales del cinturón árido pericaribeño (Espinal, 1977; Instituto Geográfico Agustín Codazzi et al., 1984).

A la planicie aluvial del valle bajo tributan tres subcuencas principales (ver Tabla 2. y fig. 3.) además del Magdalena propiamente. La del río Cauca, su principal afluente, separado del Magdalena por la Cordillera Central y de la vertiente del Pacífico por la Cordillera Occidental; la del río San Jorge, entre las Serranías de San Jerónimo y Ayapel, los tramos bajos de estos dos ríos discurren en dirección S-NE antes de su confluencia con el Magdalena; y la del Cesar, que nace en el flanco SE de la Sierra Nevada de Santa Marta y corre en dirección N-SO⁹ por un valle amplio flanqueado por ésta y la Serranía de los Motilones.

Tabla 2. Características de los principales afluentes del Magdalena en la llanura aluvial del valle bajo

subcuencas	área km ²	longitud km	caudal m ³ /s	rendimiento l/s/km ²	nacimiento m s.n.m.	dirección de flujo
Cesar	23587	280	212	9	1500	NE-SE
Cauca	63300	1350	2372	37,47	3587	S-N, SO-NE
San Jorge	14880	368	266	17,85	3200	SO-NE
Depresión Momposina*	101767	—	2850	28	—	—
– aguas arriba	137636	1160	4121	29,94	—	S-N
– aguas abajo	17219	238	47	2,73	—	S-N
Magdalena	256622	1540	7018	27,35	3685	S-N

* Esta fila muestra el área tributaria, los caudales y rendimientos medios en la Depresión Momposina, excluyendo los del Magdalena propiamente (fila Aguas arriba). Los mismos parámetros para la cuenca del Magdalena entre la salida de la Depresión Momposina y la desembocadura se muestran en la fila Aguas abajo.

Hidrología

La magnitud de las fluctuaciones absolutas de nivel del río evidentemente varían a lo largo de su recorrido y tienden a ser, en promedio, ligeramente mayores en el valle bajo, del orden de 7,5 m mientras que en el valle alto, con algunas excepciones en los sectores entallados¹⁰, no superan los 6 m. Sin embargo, debido a la dirección general S-N del Magdalena y del Cauca, su principal afluente y a que la distribución de las lluvias es gobernada por los movimientos de la ZCIT¹¹, el comportamiento del río de año a año es un evento relativamente impredecible.

La fig. 5. presenta la variación del caudal medio mensual para 12 años, medidos en Puerto Berrío, al inicio del valle medio. Es notoria la gran variación de los hidrogramas, especialmente cuando períodos consecutivos son analizados (obsérvese v.gr., los años 1969-1971); tanto la magnitud absoluta de los caudales máximos o mínimos como el mes de ocurrencia varían de año a año. El hidrograma medio es irrelevante para el entendimiento de procesos que involucren organismos del río o de la llanura aluvial asociada.

⁹ Esta oposición en la dirección de flujo del Cesar en relación con el Magdalena, aunada al hecho de que los ríos Cauca y Magdalena se "re-cuestan" sobre el flanco occidental de la cordillera Central y oriental de la cordillera Occidental, respectivamente, se han tomado como indicación de que el Cesar discurre por lo que fué un antiguo lecho del Magdalena, antes del levantamiento de la Cordillera Oriental. (Tribiño, 1983)

¹⁰ El entalle del río al final del valle alto, en Honda, presenta fluctuaciones absolutas del orden de 11 m (Dister y García, 1984)

¹¹ ZCIT = Zona de convergencia intertropical. Desplazamiento del Ecuador Térmico entre los trópicos de Cáncer y Capricornio originando tiempo lluvioso a su paso.

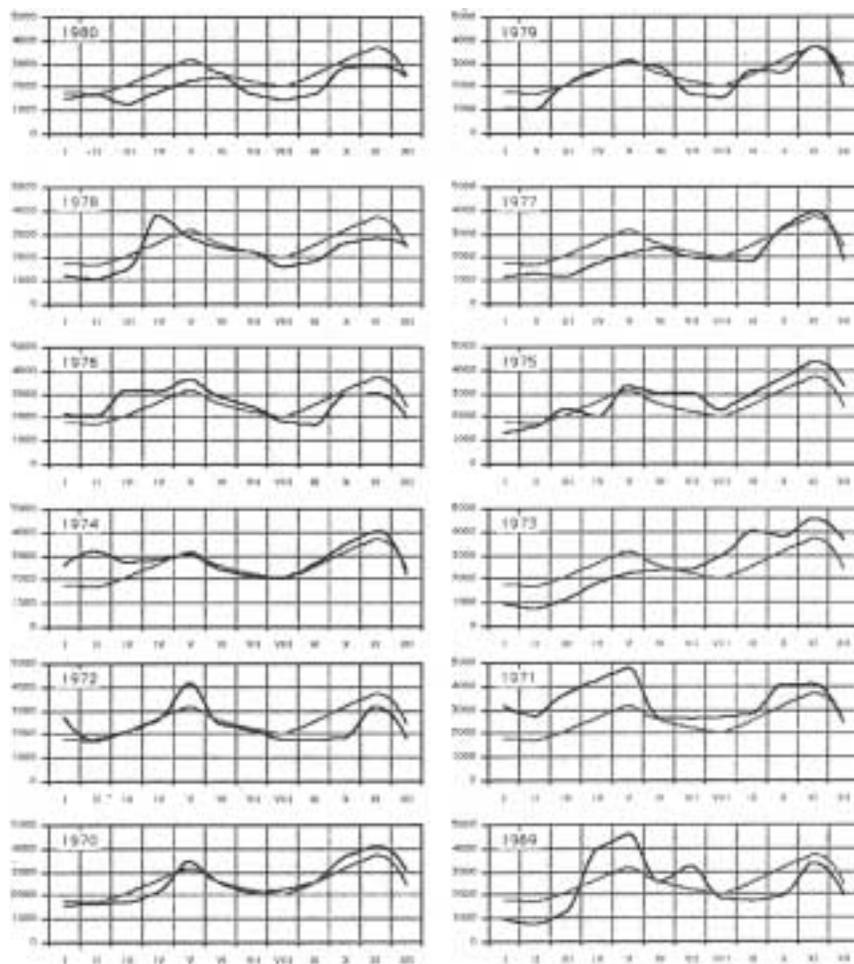


Fig. 5. Caudales medios mensuales del río Magdalena en Puerto Berrío (altitud 108 msnm) de 1969 a 1980. La curva gris representa la media multianual del período 1957–1980. Datos suministrados por HIMAT (Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras).

Las características de producción, transporte y depósito de sedimentos son parámetros singularmente importantes en la definición de las propiedades estructurales y dinámicas de la planicie aluvial del Magdalena. Este, y su afluente el Cauca, difieren de otros grandes ríos sudamericanos en cuanto a la cantidad de sedimentos transportados y en cuanto a la capacidad sedimentógena de sus hoyas. La Tabla 3. muestra como las relaciones de carga anual por unidad de área y por unidad de caudal superan en más de un orden de magnitud las de otros ríos tropicales sudamericanos, a pesar de tener rendimientos semejantes; por sus altas concentraciones el Cauca y el Magdalena se asemejan más a los ríos monsonicos de Asia, que drenan áreas extremadamente estacionales.

Tabla 3. Comparación del transporte y concentración de sedimentos del Magdalena y Cauca con otros grandes ríos del mundo. Valores medios calculados cerca de la desembocadura.

río	carga/caudal (cientos t/año/m ³ /s)	carga/area (miles t/año/km ²)	rendimiento (l/s/km ²)	concentración g/l	fuentes
Magdalena	245	716	29	0,78	Marín, 1986
Cauca	281	1111	40	0,89	Marín, 1986
Amazonas	19	71	37	0,06	Welcomme, 1985
Orinoco	61	118	20	0,19	Welcomme, 1985
Paraná	61	40	7	0,19	Welcomme, 1985
Missouri/Mississippi	179	97	5	0,57	Welcomme, 1985
Vistula	15	9	6	0,05	Welcomme, 1985
Rin	11	18	16	0,04	DGJB*
Danubio	35	27	8	0,11	Welcomme, 1985
Nilo	442	42	1	1,4	Welcomme, 1985
Niger	8	4	5	0,03	Welcomme, 1985
Zaire	18	15	8	0,06	Saldarriaga, 1986
Ganges	829	1481	18	2,63	Saldarriaga, 1986
Hwang Ho	4222	2468	6	13,39	Saldarriaga, 1986

* Deutsches Gewässerkartejahrbuch, 1980

La fig. 6. muestra la variación longitudinal de la concentración y de la carga de sólidos en suspensión en el Magdalena. Se distinguen dos áreas, una predominantemente sedimentógena –aproximadamente el valle alto– donde la concentración y el transporte aumentan con el área y una segunda donde estos dos parámetros disminuyen, siendo los procesos de depósito más importantes. Esta segunda zona corresponde a los valles medio y bajo donde el río ha desarrollado una planicie aluvial.

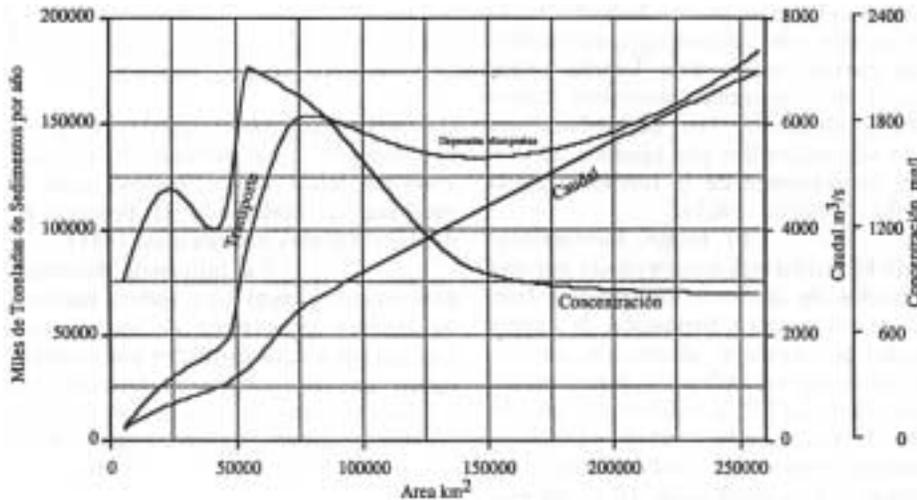


Fig. 6. Sedimentos transportados (miles de toneladas por año), concentración (mg/l) y caudal m^3/s del río Magdalena en función del área de la hoya (km^2).

El depósito de sedimentos formando sendos albardones en las riberas ha dado origen a grandes extensiones de aguas permanentes, someras –ciénagas– que acumulan la escorrentía lateral de la planicie. Estas pueden estar conectadas temporal o permanentemente, entre sí y directamente con el río, mediante un caño sinuoso o indirectamente a través de un afluente; algunas menores (ciegas) carecen de comunicación, mientras que otras forman complejos e intercambian agua tanto con un afluente como con el Magdalena (Dister y García, 1984). De acuerdo con el Inventario Nacional de Cuerpos de Agua realizado por HIMAT (Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras) en 1984 y reportado por Marín, 1986, la planicie aluvial del Magdalena (incluyendo los valles inferiores del Cauca, San Jorge y Cesar) posee 8.278 ciénagas y lagunas menores con un área permanente de $4.695 km^2$ y con capacidad para almacenar 129.428 millones de m^3 de agua, el 41% del cual ocurre en sólo 8 de estos cuerpos.

Geomorfología y dinámica fluvial en la llanura aluvial

El valle aluvial medio–bajo del Magdalena es joven desde el punto de vista geomorfológico, además, como consecuencia principalmente de la alta carga de fondo transportada, no ha desarrollado plenamente el patrón meándrico clásico de otros ríos (Martínez, 1981). El valle medio–bajo presenta tramos trenzados (entre Barrancabermeja y la confluencia del río Lebrija donde la pendiente y la carga aluvial de fondo son particularmente importantes, ocasionando una inestabilidad de cauce muy grande) alternados con tramos de meandros desarrollados activos (El Banco hasta Tacaloa por el Brazo de Mompo, Pedraza a Bocas de Ceniza) y con algunos sectores de entalle que confinan el río (Magangué–Yatí y Zambrano–Pedraza) causando el desborde del mismo aguas arriba del estrechamiento. Es transicional entre trenzado y meándrico en el sector Gamarra–El Banco y Yatí–Plato. El río es recto, de poca energía, en sectores que cruzan basines (Río Lebrija–Gamarra) o las depresiones tectónicas activas (Brazo Quitasol). Los acomodamientos sólo son requeridos por cambios de caudal, consecuencia de la furcación aguas arriba (Khobzi, 1985).

El tramo Barrancabermeja–El Banco está caracterizado por una dinámica de desborde, divagación lateral de los cauces y formación de nuevos cauces por avulsión (desviación, cambio de curso por vertimiento y abandono del cauce anterior). Los paleocauces son objeto de reactivación total o parcial en muchos puntos. La avulsión está controlada por la ampliación del cauce mayor y elevación de lecho como consecuencia del depósito de sedimentos. La sinuosidad aumenta en el cauce parcialmente avulsionado (v.gr., en el Brazo de Mompo, cuyo proceso de avulsión comenzó hacia 1850), disminuyendo la pendiente y acelerando el proceso de avulsión (Rivera y Granados, 1981).

La influencia neotectónica, evidente en el área, induce cambios de curso y orientación de los mismos. Los nuevos brazos formados por avulsión tienen una orientación preferencial NE y coinciden con el marco tectónico sobre las márgenes del valle (Robertson, 1985).

La Depresión Momposina

Dataciones con ^{14}C y análisis palinológicos en la ciénaga de Morrocoyal han evidenciado que la zona de confluencia de los ríos San Jorge, Cauca y Cesar con el Magdalena (Depresión Momposina) es un área de equilibrio dinámico entre los procesos de sedimentación por una parte y de hundimiento y compactación por otra (fig. 7.). Los estudios con radio-carbono indican que entre 40 y 50 m de sedimentos superficiales han sido depositados en los últimos 11.000 años. Las tasas de hundimiento parecen muy altas al compararlas con otros sitios del mundo, pero el levantamiento de la Cordillera Oriental de los Andes fué un proceso igualmente muy rápido, de tal manera que estas altas tasas son viables. La tasa promedio de sedimentación es del orden de 3–4,5 mm/año. Sin embargo, existen diferencias espaciales y temporales en éstas; durante los últimos 1.500 años promedian 2,9 mm/año, substancialmente menores que en épocas anteriores. (Martínez, 1981)

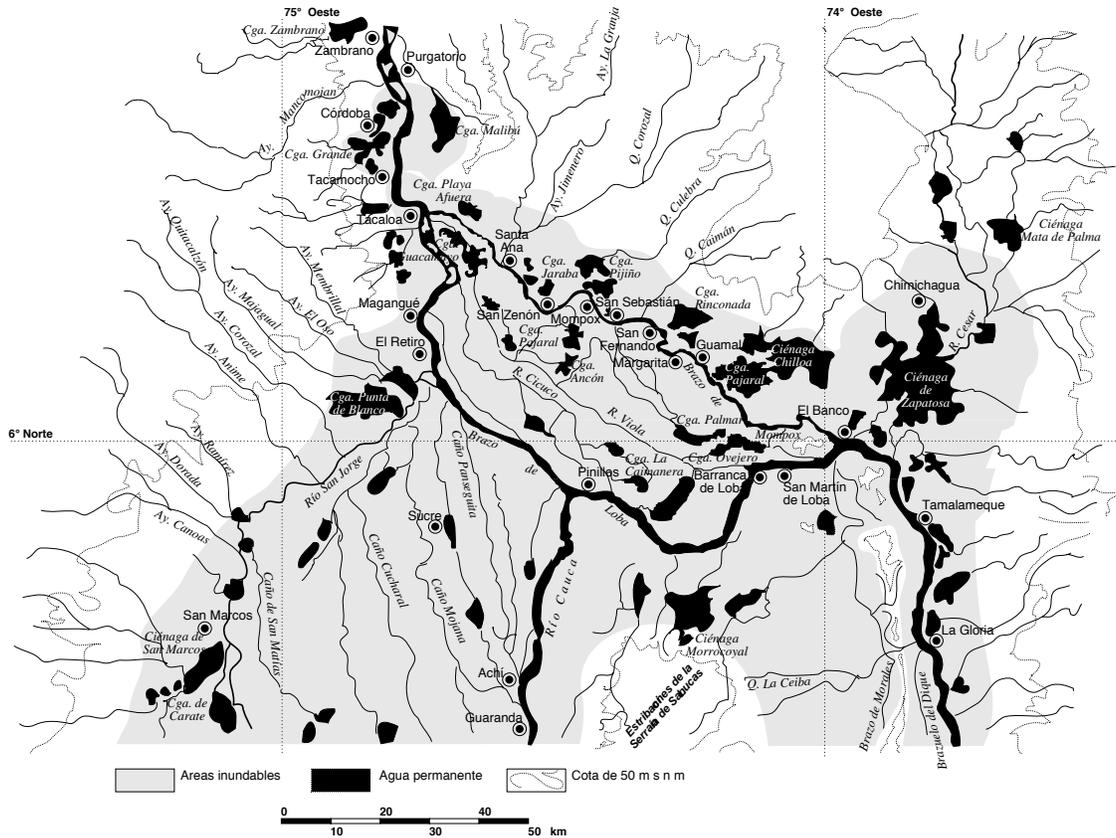


Fig. 7. La Depresión Momposina. Mapa elaborado a partir de cartas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a escala 1:400.000.

La isla Margarita y la margen izquierda del río (brazo de Mompos) poseen un dique natural bien desarrollado sobre restos de colinas terciarias que lo hacen más resistente. La gran depresión es originada por fallas periféricas longitudinales y transversales formando un foso con subsidencia activa en la actualidad. Se pueden distinguir cuatro grandes unidades geomorfológicas en la planicie inundable (Martínez, 1981).

1. El estrechamiento Plato–Calamar. Aquí el río es angosto (0,5–0,7 km) y confinado por diques naturales ininterrumpidos, los que causan un remanso y originan el desborde y sedimentación sobre la llanura aguas arriba (anchura 20–25 km) y por efecto venturi, una alta tasa de depósito en el delta.
2. La isla Margarita. Formada por la avulsión en los últimos 140 años del Brazo de Mompos y el desarrollo del Brazo de Loba–Brazo Quitasol.
3. El cono del río Cauca. Zona plano-convexa de acumulación de sedimentos (100 x 75 km) pivotada sobre el N y NO, atravesada por río Cauca de S a N, con albardones desarrollados. Los desbordamientos ocurren por rompederos hacia el San Jorge y el Magdalena, dando al paisaje una apariencia digitada y limitando la inundación a las márgenes del cono.
4. La depresión cenagosa del río San Jorge–río Magdalena, es una concavidad de 4–6 m de profundidad aloja el mayor porcentaje de ciénagas (80% del área) y es la mayor trampa de sedimentos de la Depresión Momposina.

La fig. 8. muestra dos secciones transversales típicas de la planicie aluvial del Magdalena en dos sectores diferentes, a la altura de la Depresión Momposina y aguas arriba de ésta por el Magdalena, a la altura de Tamalameque. Esta última presenta una mayor diversidad de hábitats por unidad de área, debido a la relativa estrechez del valle y a las mayores pluviosidades, tanto en el valle como en las vertientes, en esta zona. Por el contrario, la Depresión Momposina presenta una mayor uniformidad espacial, pero globalmente se encuentra un mayor número de hábitats acuáticos, semiacuáticos y terrestres, mediados por la mayor dinámica fluvial, por la mayor impredecibilidad del comportamiento hidrológico (particularmente de los niveles) y por la transición húmeda a xérica de la zona, en dirección S–N por el Magdalena y SO–NE por los valles del San Jorge y Cauca. Los diferentes hábitats de la planicie aluvial son definidos por la concurrencia de cuatro factores principales, no totalmente independientes:

1. La permeabilidad relativa de los horizontes subsuperficiales. Terrenos bajos impermeables acumulan agua de desborde si son cercanos al río o de escorrentía dando origen a ciénagas o pantanos respectivamente.
2. La posición en la toposecuencia determina la duración de la inundación; los terrenos más altos raramente son inundados mientras que los terrenos más bajos alojan aguas permanentes.
3. Las magnitudes relativas y frecuencia de las fluctuaciones de nivel del agua. Inundaciones periódicas de corta duración permiten el desarrollo de vegetación arbórea, mientras que inundaciones prolongadas sólo permiten la colonización de los sedimentos expuestos por plantas colonizadoras de vida corta y rápido crecimiento.
4. La estabilidad del paisaje del lecho fluvial, asociada parcialmente por la cercanía del río, se manifiesta en la existencia de hábitats climáticos o de estadios sucesionales en secuencias topográficas no siempre continuas, que dan a la zona una apariencia de mosaico de unidades de diferente edad.

Las secciones de la fig. 8. muestran la posición en la toposecuencia de los diferentes hábitats acuáticos (canales principal y secundario del Magdalena y sus afluentes, caños, ciénagas), terrestres (albardones, paleocauces y terrazas actuales o heredadas –sujetas a diferentes grados de inundación– y laderas de colinas y de las estribaciones de las cordilleras, sabanas edáficas –producto de la existencia de horizontes resistentes en el subsuelo que impiden la penetración radicular y la percolación del agua) y semiterrestres (playones de estiaje –franjas periféricas de las ciénagas, desprovistas de vegetación arbórea y colonizadas por hierbas– y pantanos).¹²

¹² No se conocen estudios detallados de la vegetación de la planicie aluvial del Magdalena, de tal manera que los hábitats mencionados no pueden ser caracterizados florísticamente en la actualidad. Los estudios adelantados son generales y se han limitado a colecciones botánicas ocasionales (v. gr., Romero, 1966, 1969, 1971; Espinal, 1977; Instituto Geográfico Agustín Codazzi et al., 1984; Mahecha et al., 1984; Forero, 1988). La revisión reciente de los catálogos de los herbarios del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá) y de la Universidad de Antioquia (Medellín) arrojó un total de 794 especies de plantas vasculares pertenecientes a 325 géneros y 94 familias (195 árboles, 117 arbustos, 89 lianas y bejucos, 393 hierbas y pastos) colectadas en la Depresión Momposina hasta 1988, sin embargo la información consignada en los registros no permite determinar con precisión el hábitat donde los especímenes fueron obtenidos, excepto para las plantas acuáticas flotantes (32 especies). La lista es indudablemente muy incompleta y será ampliada en el futuro como resultado de Operación El Dorado.

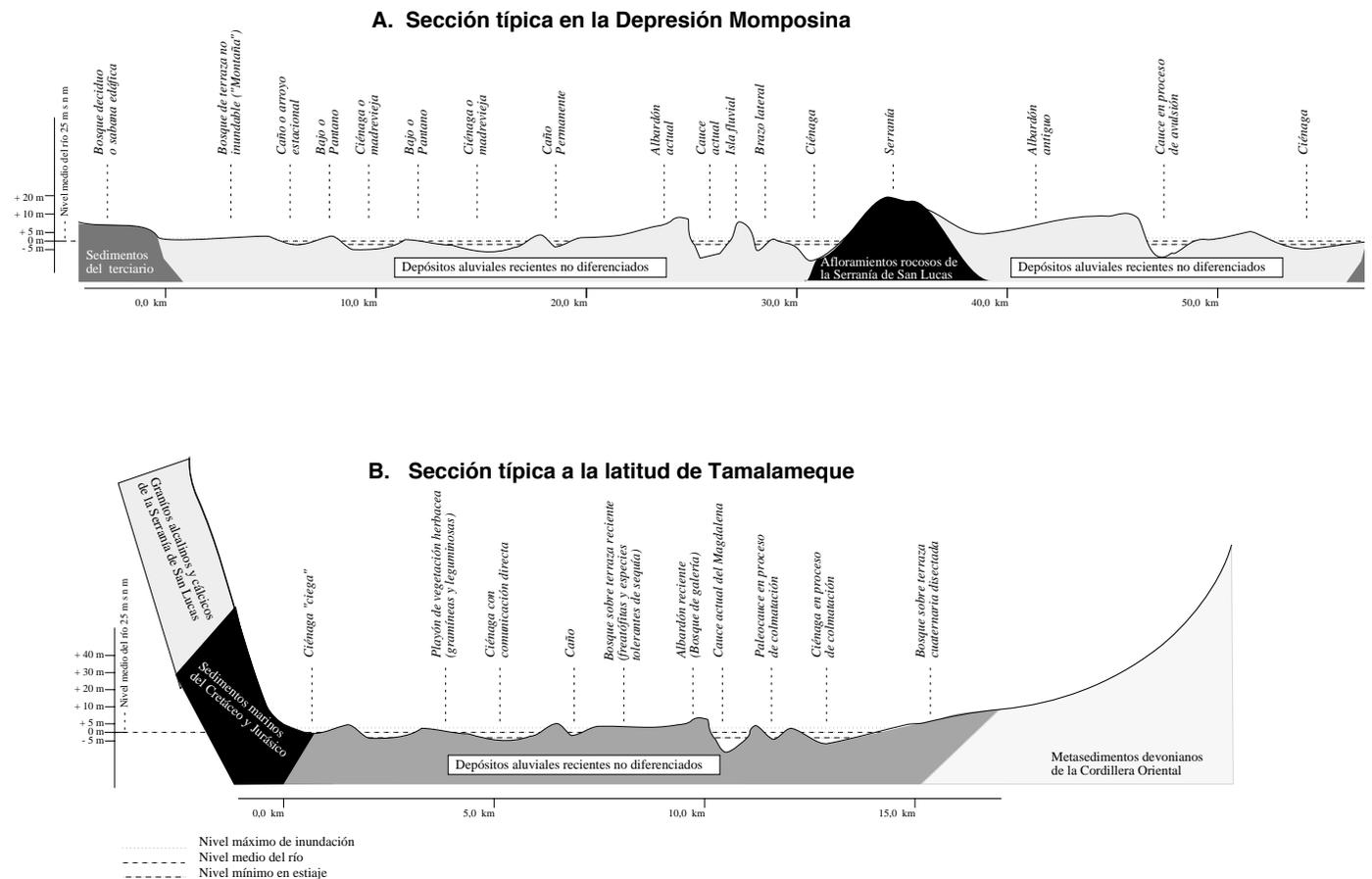


Fig. 8. Secciones típicas de la planicie aluvial del Magdalena en la Depresión Momposina (A.) y aguas arriba de ésta (B.). No se p topomía por ser éstas un mosaico artificial de situaciones reales. Las escalas horizontal y vertical son aproximadas.

La relación río–ciénaga

La importancia de las ciénagas, tanto ecológica (gran productividad primaria y secundaria; refugio y hábitat de alimentación o reproducción de aves y otros organismos migratorios y residentes; alta diversidad de microhábitats y organismos; trampa de nutrientes; autopurificación del río...), como socioeconómica (pesquerías; cacería; cultivos y pastoreo en zonas riparias; retención de avenidas y control de inundaciones; etc.) ha sido reconocida ampliamente (Currie, 1960; Lowe–McConnell, 1975; Bermúdez, 1986; Pacheco et al., 1989 y referencias). Sin embargo, aún estamos lejos de tener claridad sobre la estructura y funcionamiento de este hábitat, hoy en día amenazado como se dijo anteriormente por los desarrollos agrícolas, industriales y mineros. A continuación se presenta una síntesis de la dinámica ecológica de las ciénagas del Magdalena medio, conocimiento por demás incipiente. (Dister y García, 1984; Victoria y García, 1984 y Moreno, García y Márquez, 1987).¹³

¹³ Entre 1981 y 1984 los autores, en cooperación con el Departamento Ecológico de Interconexión Eléctrica S.A. (ISA), desarrollaron para esta entidad gubernamental una evaluación de varios complejos de ciénagas (Opón, Tabacorú, Cantagallo, Bija, San Pablo, y otras menores) localizadas entre Barrancabermeja y San Pablo, en el valle medio del Magdalena. El complejo Chucurí–Aguas Negras, al sur de Barrancabermeja fué estudiado en mayor detalle. Algunos aspectos de estas investigaciones han sido publicados, ver referencias arriba; con el permiso de ISA se presentan aquí datos inéditos. La interpretación de estos, sin embargo, es enteramente personal y no compromete a ISA.

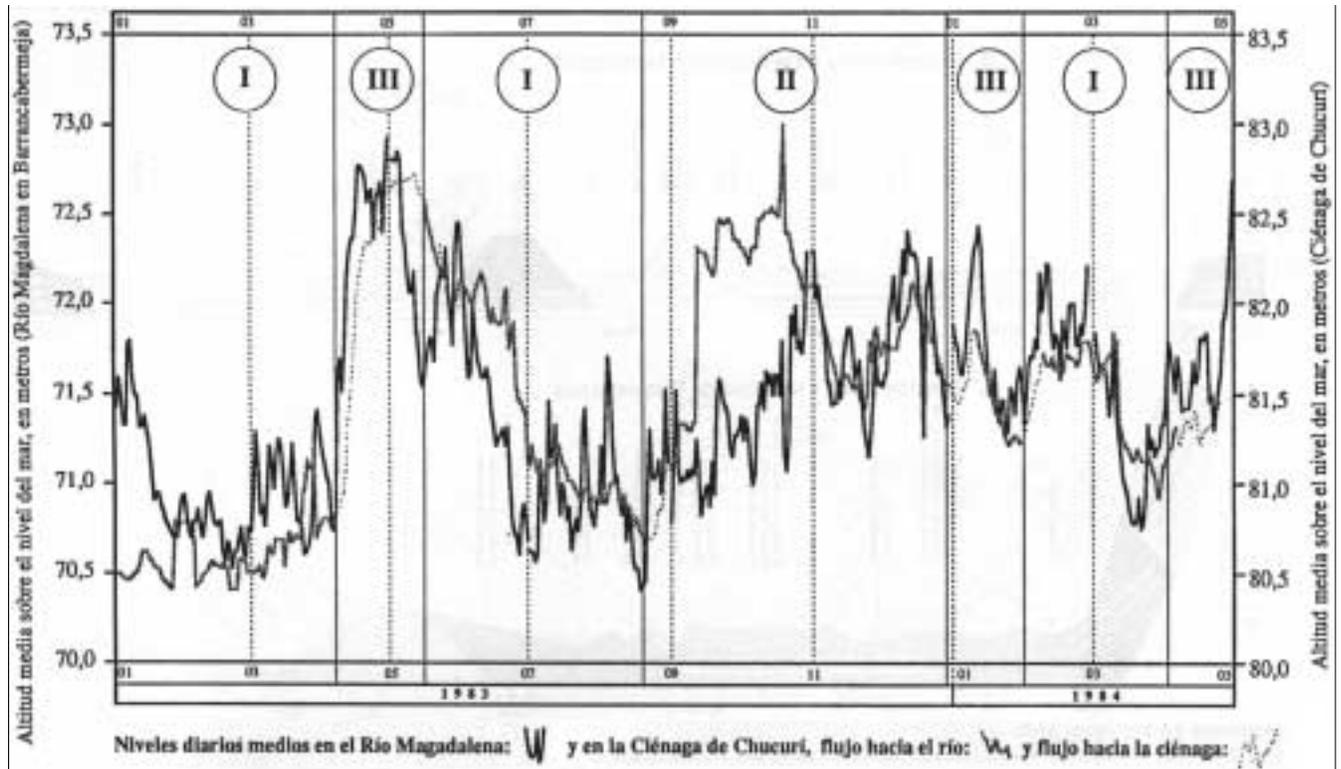


Fig. 9. Niveles diarios medios del río Magdalena en Barrancabermeja (nivel medio multianual 72,13 m; 71,44 m durante el período de observación), línea negra y del complejo de ciénagas Chucurí-Aguas Negras (localizada 38 km al S de Barrancabermeja, nivel medio 81,52 m durante el período de observación) línea gris. Los episodios de flujo del caño en dirección de la ciénaga (río Magdalena aportando agua, < 20% del tiempo) se indican por los tramos punteados de la línea gris. Período de observación 01.83 a 05.84. Los numerales romanos indican los diferentes estadios de la relación río-ciénaga, ver detalles en texto. Los datos de Barrancabermeja son de la mira aleadaña a la captación de agua de la planta eléctrica Termobarranca y fueron suministrados por Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL). Los datos de la ciénaga corresponden a lecturas de miras instaladas por los autores. Ver nota 6.

La fig. 9. muestra la variación temporal de los niveles del río Magdalena en Barrancabermeja, 38 km aguas abajo del complejo de ciénagas¹⁴ de Chucurí-Aguas Negras (superficie media de aguas permanentes ca. 1500 ha, ver fig. 10.), comunicado con el río Magdalena por un canal meándrico (caño Chucurí) de 4,2 km de longitud a través del cual se efectúan los intercambios de agua. Cabe resaltar tres aspectos sobresalientes:

- El flujo fué predominantemente de la ciénaga al río -340 de 491 días, ca. 70%- durante el período observado. Los cambios de dirección del flujo dependen de las diferencias entre el nivel del río y el de la ciénaga y no de los valores absolutos de estos parámetros, por tanto, pueden ocurrir en cualquier época del año.
- Aumentos rápidos en el nivel de la ciénaga (> 0,75 m en < 48 horas) ocurrieron cuando el flujo era en dirección del río (v. gr., 09.12.83, 22.11.83), causados por episodios de precipitación fuerte en la cuenca tributaria de la ciénaga. Estos picos se estabilizaron rápidamente en niveles un poco más bajos, los que se mantuvieron durante algunas semanas.
- Se pueden definir tres estadios para el complejo con base en los niveles y en los cambios de dirección del flujo. Estadio I, caracterizado por niveles bajos en el complejo, flujo del caño hacia el río (03.83., 07.-08.83, 03.84). Estadio II, niveles altos en la ciénaga, flujo hacia el río (09.-10.83). Estadio III, niveles ascendentes en la ciénaga y el río, flujo del caño hacia la ciénaga (04.-05.83, 04.84).

¹⁴ El término complejo de ciénagas hace referencia tanto a los cuerpos de agua temporales y permanentes como a los hábitats riparios asociados a ambos.

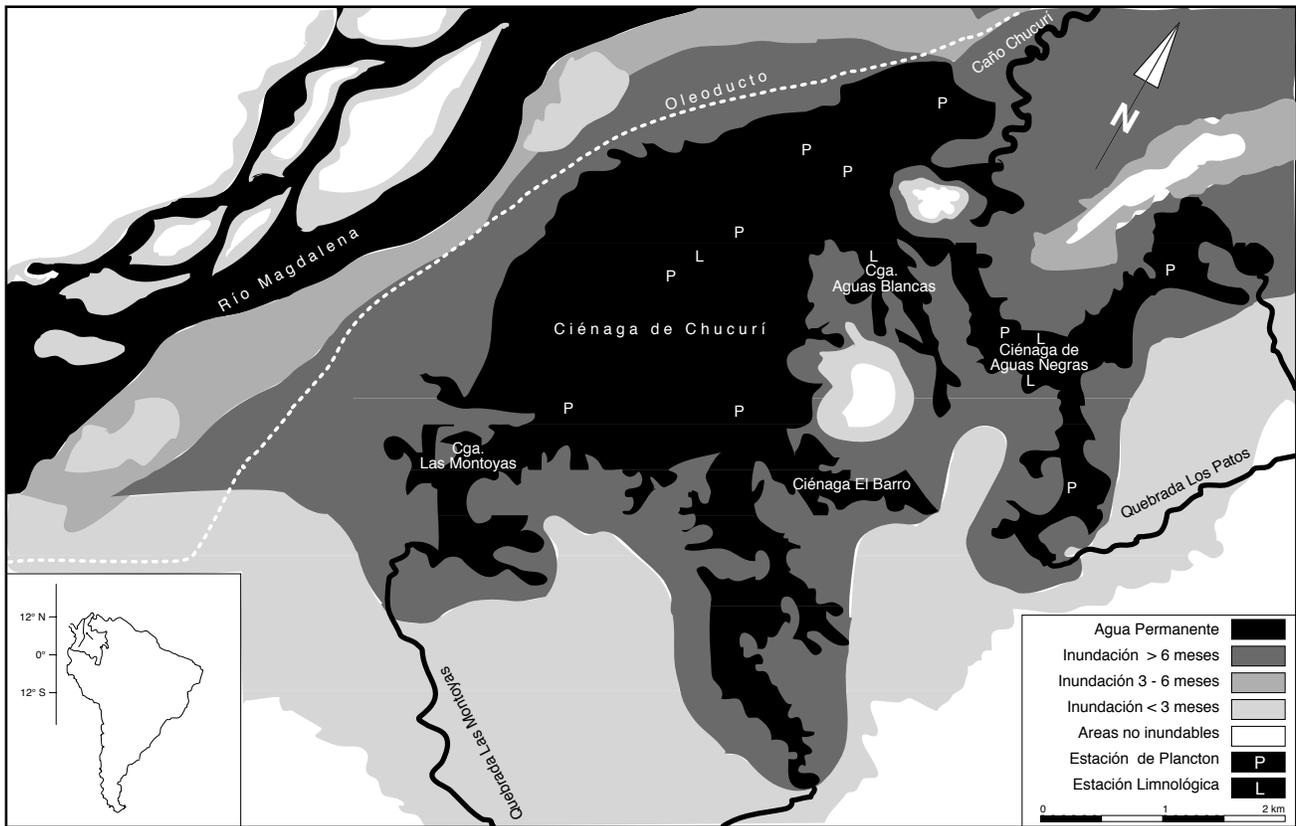


Fig. 10. Mapa del complejo de ciénagas de Chucurí-Aguas Negras, indicando las áreas de diferente período de inundación. Elaborado con base a fotos aéreas a escala 1:33000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi tomadas en 1976.

Los estudios citados¹⁵ mostraron cómo el funcionamiento limnológico del complejo de ciénagas es una reflexión de la hidrología del sistema descrita arriba, particularmente de la duración y magnitud de los cambios de nivel que determinan la importancia de los materiales alóctonos, con consecuencias en la estructura y dinámica de las cadenas tróficas. La tabla 4. sintetiza la caracterización de las ciénagas del complejo Chucurí-Aguas Negras, según los diferentes estadios hidrológicos descritos. Los valores para el río corresponden a la media a lo largo del período de estudio. Para el complejo se muestran rangos de los valores medios, puesto que se presentaron diferencias espaciales entre las dos ciénagas principales –Chucurí y Aguas Negras– siendo esta última más aislada del efecto del río por su posición distal del caño y más susceptible de influjos por poseer una cuenca tributaria mayor en relación con su superficie y volumen. Para el Estadio III (eventos de ingreso de agua del río a la ciénaga, de corta duración) se muestran dos rangos de conductividad, temperatura y pH. El rango S corresponde a los valores de superficie –masas de agua típicas de ciénaga– y el rango F corresponde a los valores de fondo –masas de agua del río que por poseer temperaturas menores ingresan por el fondo de las ciénagas, sin mezclarse con estas.

¹⁵ En Chucurí-Aguas Negras se estableció un campamento permanente desde el cual se realizaron observaciones diarias de niveles y direcciones de flujo; mediciones mensuales de parámetros físicos del agua en 6 estaciones, incluyendo el Magdalena y el caño, en dos profundidades (superficie y fondo), durante tres períodos diarios (4–7, 11–15, 17–20 horas) durante tres días no consecutivos; mediciones mensuales de parámetros químicos en las mismas estaciones anteriores, con la misma intensidad, de fito-, zooplancton y productividad primaria en 4 estaciones adicionales y de aporte de mantillo en 4 parcelas de bosques riparios inundables, mediante varios colectores por sitio. Estas mediciones fueron complementadas con observaciones menos intensas sobre actividad de aves, sucesión y fitomasa en playones de estiaje recién abandonados por el agua, contenidos estomacales de peces y actividades de los pobladores de la región, entre otras.

Tabla 4. Características limnológicas del complejo Chucurí-Aguas Negras, Magdalena Medio, para diferentes estadios hidrológicos¹

parametro ²	Estadio I	Estadio II	Estadio III	río
conductividad (μS/cm) [2882]	10–60	8–40	S 10–60 F 140–200	178,6
temperatura del agua (°C) [1894]	30–36	26–30	S 30–36 F 25–28	26,9
pH del agua [1894]	4–7	3,5–9+	S 4,1–6,9 F ≈ 7	7,13
oxígeno disuelto (% de saturación) [1819]	30–165	≈100	≈100	96,6
transparencia secchi (cm) [1234]	65–120	75–160	10–35	—
alcalinidad (ppm) [294]	21,4–47,9	5,23–17,9	25,2–61,2	42,91
dureza (ppm) [234]	24,6–63,7	6,4–22,5	56,9–83,5	65,6
nitratos (ppm) [173]	0,41–0,94	0,19–0,66	0,52–0,87	0,96
sulfatos (ppm) [89]	19,3–34,1	2,42–7,68	9,29–23,61	48,6
fosfatos (ppm) [77]	0,09–0,21	0,09–0,11	0,17–0,28	0,94

¹ Ver detalles en texto.

² El número de observaciones para cada parámetro es la sumatoria del producto del número de visitas (variable para los tres tipos de estadio) por el número de estaciones visitadas, por el número de mediciones por estación y se muestra entre corchetes [], después de la unidad de medida del parámetro.

La productividad primaria neta (PPN) por algas fitoplanctónicas 16 en general fué baja ($< 0,25 \text{ mg O}_2/\text{m}^2/\text{h}$), pero fué mayor durante los estadios I ($0,17\text{--}0,21 \text{ mg O}_2/\text{m}^2/\text{h}$), a pesar de que durante los estadios III ($0,07\text{--}0,19 \text{ mg O}_2/\text{m}^2/\text{h}$) había una disponibilidad mayor de nutrientes. Estos no son utilizables, presumiblemente, porque la mayor turbidez del agua impide la penetración de la luz. Durante el estadio II, la PPN presentó los menores valores ($0,01\text{--}0,13 \text{ mg O}_2/\text{m}^2/\text{h}$), particularmente en la ciénaga de Aguas Negras.

Por el contrario, la producción de fitomasa por el cinturón ripario de bosque (en forma de mantillo) y por herbáceas efímeras y pastos anuales del playón de estiaje (*Sphenoclea zylanica*, *Hymenachne amplexicalis*, *Echinochloa polystachya*, *Paspalum fasciculatum*, *Andropogon bicornis*, etc.) es muy alta, del orden de 54–86 ton/ha/año, peso seco. Este material es rápidamente descompuesto una vez las aguas suben (vida media 63,7 días) según se evaluó en experimentos de descomposición in situ.

En síntesis, existe para las ciénagas del Magdalena medio una estrecha relación entre el comportamiento hidrológico del sistema río-ciénaga y la dinámica limnológica y de los hábitats terrestres asociados, ver fig. 11. El río indudablemente aporta a las ciénagas junto con el agua, gran cantidad de sedimentos y nutrientes, pero estos en general no son fácilmente asimilables y se requiere una fase terrestre (durante el estiaje) para transformarlos en materia orgánica, la cual en forma de mantillo o de restos de plantas anuales entra en descomposición bacteriana, siendo así utilizable por los organismos acuáticos¹⁷.

¹⁶ Estimada por el método de botellas clara y oscura.

¹⁷ De 23 especies de peces grandes investigadas (*Pimelodus clarias*, *Pimelodus* sp., *Sorubim lima*, *Hoplias malabaricus*, *Curimata mivartii*, *Anguilla caucanus*, *Prochilodus reticulatus magdalenae*, *Pterigoplichthys undecimalis*, *Roeboides dayi dayi*, *Pseudoplatystoma fasciatum* y otras, todas importantes en pesquerías comerciales locales) en el complejo Chucurí-Aguas Negras, 10 se alimentan de perifiton y detritos y solamente una de estas –*Centrochir crocodilii*– lo hace exclusivamente de perifiton. Las especies carnívoras (piscívoras, insectívoras) fueron numéricamente tan importantes como las planctívoras. En términos de biomasa las especies de la cadena detritica fueron hasta 20 veces más importantes. ¿Quién se alimenta del plancton? Obviamente bacterias y hongos, cuando aquel muere. Pero los insectos también comen plancton. La cadena plancton–insectos–pequeños peces–aves acuáticas (muchas especies migratorias), puesto que no es importante en términos económicos directos, no ha sido investigada. (Bowen, 1983, enfatiza la importancia de las cadenas detriticas en sistemas neotropicales, particularmente de la cuenca amazónica)

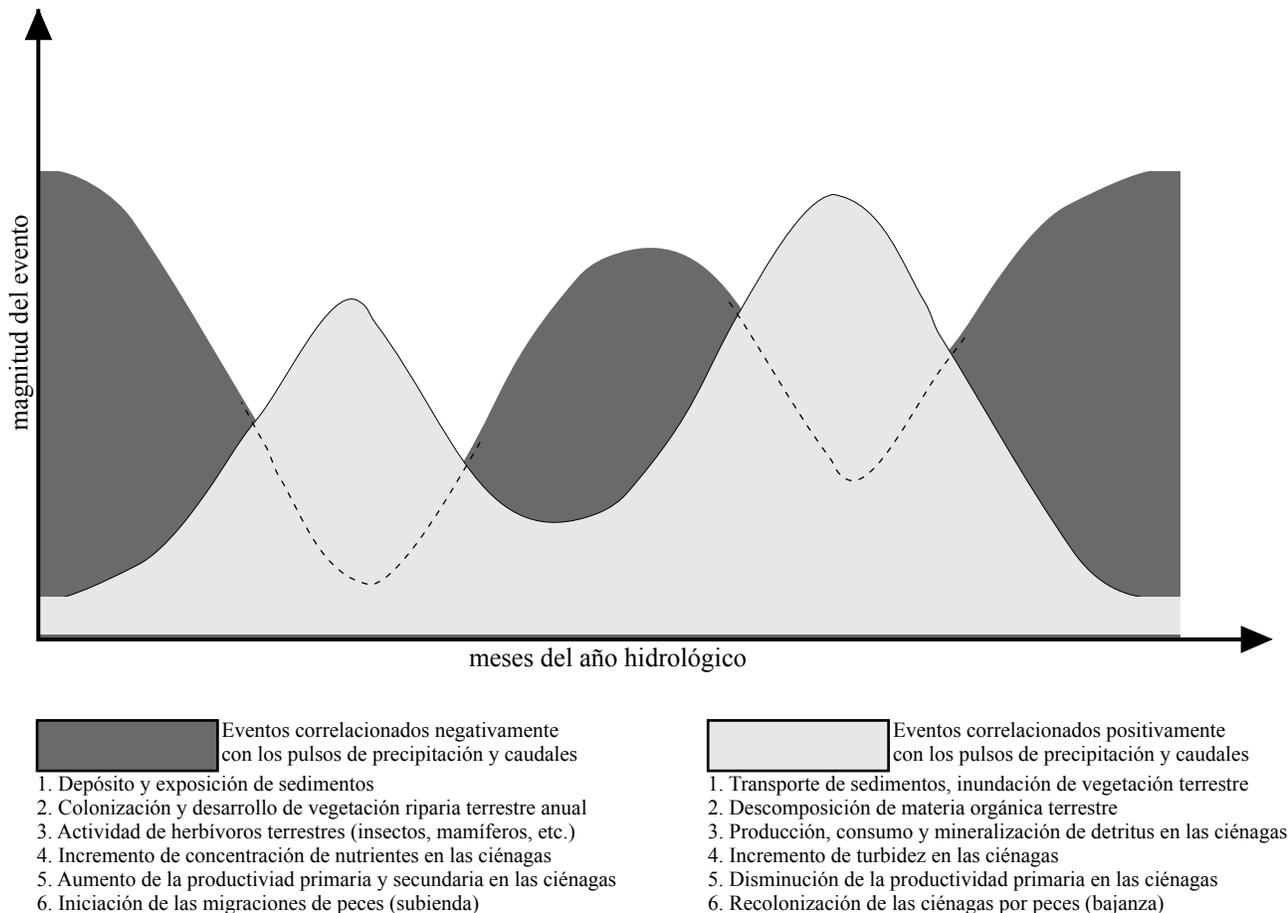


Fig. 11. Representación esquemática de las relaciones entre los ciclos de precipitación y caudales de las ciénagas del Magdalena Medio y los fenómenos ecológicos de los hábitats de vega asociados. Ver nota 6.

La amplia variabilidad espacial y temporal de las características limnológicas de las ciénagas, la relativa impredecibilidad de las fluctuaciones de nivel en el río y en la ciénaga, particularmente desde el punto de vista de organismos de longevidad corta (plantas anuales, insectos, peces, anfibios, pequeños reptiles y mamíferos) hacen que el sistema no se pueda enmarcar fácilmente dentro de los esquemas tradicionales.

Se sabe, por mediciones frecuentes, aunque menos intensas, en otras ciénagas del Magdalena medio (Opón, Bija, Tabacorú, Cantagallo, San Pablo) que los cambios arriba esbozados pueden ser generalizados; pero no sabemos si esta generalización es válida también para los complejos cenagosos más grandes y dinámicos de la Depresión Momposina. Por una parte, los ríos Cesar y San Jorge presentan conductividades y concentraciones de sedimentos menores y temperaturas mayores que el Magdalena y el Cauca. Por otra parte, sus cuencas tributarias son más estacionales y los períodos de inundación de mayor duración. Las ciénagas de la Depresión Momposina ocupan áreas y poseen volúmenes mayores y en este sentido son menos influenciadas por los aportes del río, además de que forman sistemas interconectados más complejos debido a los menores gradientes altitudinales de la planicie.

Operación El Dorado

Las planicies inundables del Magdalena constituyen un ecosistema cultural y ecológicamente rico y complejo, hoy amenazado por los cambios sociales derivados de los desarrollos agrícolas e industriales. Es quizás de todas las regiones del país la más necesitada de atención —no sólo desde el punto de vista ecológico. La pesca, otrora fuente de sustento para miles de familias, empieza a escasear. Hoy en día es común que gran número de pescadores se desplacen durante los meses de subienda¹⁸ hacia los ríos Arauca, Casanare y otros de los Llanos Orientales, para mejorar sus ingresos. La navegación que hasta hace unos años podía hacerse en embarcaciones de más de 2.000 toneladas de capacidad, en un tramo de casi 900 km durante todo el año, está en la actualidad reduci-

¹⁸ Migración masiva, sincrónica, de muchas especies de peces habitantes de las ciénagas, hacia los sectores altos de los ríos, durante el estiaje, diciembre a marzo. El fenómeno normalmente se asocia con los eventos reproductivos.

da a unos 500 km del curso inferior y se ve complicada en épocas de aguas bajas. La deforestación predominante en las vertientes altas, con la consecuente producción de sedimentos que se depositan en algunos tramos de la planicie aluvial, lo hace alejarse de las poblaciones que una vez se sirvieron de él. La contaminación bacterial y tóxica alcanza niveles alarmantes aún en Barranquilla, cerca de la desembocadura.

Los hábitats de planicie aluvial del Magdalena son únicos en el contexto del neotrópico y sólo ocurren en los ríos tributarios del Caribe en Colombia (Atrato, Sinú, el complejo Magdalena–Cauca–San Jorge–Cesar, y el Catatumbo, éste último drena al golfo de Venezuela). Sin embargo, en ninguno de éstos se encuentran áreas con status de protección que garanticen la conservación del hábitat. Quizás la excepción sea la Ciénaga Grande de Santa Marta, ver fig. 1.,¹⁹ pero este es un hábitat diferente, por la influencia salina que lo hace más estuario que ciénaga per se y por estar ubicado en una zona mucha más seca.

Con el objeto de contribuir al conocimiento de las características estructurales y dinámicas de los hábitats de planicie aluvial, sus organismos y su relación con los patrones de uso actuales y en vías de desaparecer, el WWF–Auen–Institut y Neotrópicos²⁰ aunaron esfuerzos y actualmente ejecutan la fase preparatoria de un proyecto a largo plazo (*Operación El Dorado*) para la restauración, conservación y manejo de recursos naturales en las planicies aluviales de la transición Magdalena medio a bajo en la Depresión Momposina. Esta fase –de 36 meses de duración– consiste en la selección y adquisición de tierras, establecimiento de una estación de campo, diseño de un plan de manejo y aplicación de un programa piloto de restauración. El cronograma de El Dorado ha sido diseñado para que la terminación de la fase inicial coincida con la celebración del V Centenario del descubrimiento de América, buscando que el proyecto reciba por esa fecha un amplio cubrimiento periodístico que le permitirá ganar el apoyo –tanto social como financiero– necesario para las fases subsecuentes.²¹

El proyecto está localizado en un área particularmente diversa, transicional entre el bosque húmedo tropical caribeño al sur y los bosques estacionales, secos al norte²²; posee un amplio espectro de hábitats –complejos de ciénagas, pantanos, sabanas edáficas, playones, bosques deciduos y siempre verdes, riparios inundables, bosques sobre terrazas, premontanos y subandinos, estos últimos en las estribaciones de las cordilleras Oriental y Central– donde el río Magdalena entra a la Depresión Momposina. La relativa baja densidad de la población rural (< 10 habitantes/km²), el tamaño relativamente grande de las explotaciones (> 300 hasta 3.500 ha), la condición de "frontera" agrícola, entre otros factores, permiten la existencia de fragmentos de hábitat relativamente intactos y suficientemente grandes a partir de los cuales se puede iniciar la restauración.²³ El área es notable además por la existencia de formas tradicionales de utilización de recursos y por el orgullo en su herencia cultural lo que da al proyecto una alta receptividad social.

¿Qué se espera lograr? El Dorado es un proyecto específico, diseñado para un hábitat –la planicie aluvial del Magdalena– y para una cultura –las comunidades anfíbias. Por tanto, su evaluación global debe ser dentro del marco de referencia de las amenazas actuales a la existencia continuada de ambos y no en el contexto de su costo versus las posibilidades de llevar a cabo proyectos de conservación o restauración en otras regiones tropicales. Los objetivos a largo plazo de Operación El Dorado son:

¹⁹ Manglares, playones salinos y estuarios en el Santuario de Flora y Fauna y en el Parque Isla de Salamanca, en franco proceso de deterioro por interrupción del libre intercambio de agua dulce y marina desde la construcción de la carretera a La Guajira al final de la década de los años 50.

²⁰ El WWF–Auen–Institut localizado en Rastatt, República Federal Alemana, es una entidad para el fomento y desarrollo de la investigación, la restauración y conservación de las planicies aluviales de grandes ríos, adscrita al Worldwide Fund for Nature. Neotrópicos es una fundación colombiana, con sede en Medellín, comprometida con el rescate, conservación, estudio y utilización de los ecosistemas neotropicales

²¹ Las fases siguientes son en resumen: *Desarrollo* (5–8 años), implementación plena del programa piloto y monitoría de los procesos de restauración, articulación de las experiencias a los patrones regionales de utilización de planicies aluviales, adquisición adicional de tierras. *Operación*. (duración indefinida), perpetuación de las actividades de conservación, lo cual se puede lograr mediante, pero no requiere, la transferencia de Operación El Dorado a una organización gubernamental para su administración.

²² En la actualidad, como se dijo anteriormente, no se cuenta con inventarios detallados de la flora o la fauna del valle del Magdalena. Sin embargo, durante la fase preparatoria de Operación El Dorado se han compilado bases de datos sobre los organismos reportados para la Depresión Momposina, a partir de los catálogos del Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional y de la Universidad de Antioquia. Los resultados son los siguientes: Plantas: vasculares 794 especies de plantas pertenecientes a 325 géneros y 94 familias; aves: 217 especies, 178 géneros, 63 familias; anfíbios y reptiles: 146 especies, 89 géneros, 23 familias.

²³ Las experiencias en restauración de ecosistemas tropicales son limitadas (Janzen, 1986, 1988; Press, 1987) aunque los estudios de sucesión en campos de cultivo y pasturas son frecuentes (Beck, 1986; Dirzo, 1986; Guevara, et al., 1986). Unos y otros enfatizan la importancia de los reductos de hábitat –no solamente como fuentes de propágulos, sino como islas en el sentido biogeográfico– para la restauración de la diversidad orgánica. Varios autores con experiencias en diferentes ecosistemas boscosos (Janzen, 1986, en Costa Rica; Press, 1987, en Australia y Murphy y Lugo, en Puerto Rico, 1988) coinciden en afirmar que al menos para bosques estacionales tropicales, solamente una cuarta parte de las especies son anemócoras, otra cuarta parte endo– y exo–zoócoras, mientras que la mitad producen semillas que habitan en forma latente los suelos a la espera de condiciones propicias para la germinación. Así que los procesos naturales simplemente, no son suficientes para el reestablecimiento de coberturas boscosas similares a las originales en terrenos alterados pues probablemente falte un 50 % de la cohorte de especies originales. De ahí la necesidad de efectuar recolección y siembra artificial de propágulos, para ayudar el proceso natural y la importancia de las islas de hábitat en regiones a restaurar.

- Restauración y conservación de hábitats alterados de planicie de inundación (pantanos, ciénagas, playones, caños abandonados, bosques riparios y sobre terrazas sujetos a grados variables de inundación) mediante el uso extensivo de los fragmentos existentes de hábitat natural localizados dentro del área del proyecto y mediante el manejo de procesos tales como el fuego, el herbivorismo controlado y la recolección de semillas y propágulos y su dispersión artificial.
- Empleo de los hábitats así restaurados, y de los procesos tecnológicos y sociales requeridos para ello, como un modelo de utilización de las planicies de inundación, que incluya:
 - Demostración de técnicas de reforestación y de protección paisajística con especies nativas,
 - Manejo de vida silvestre y pesquerías,
 - Mantenimiento de bancos genéticos y de especímenes de plantas y animales para programas de restauración o repoblamiento,
 - Documentación científica de los ensayos y actividades del proyecto y divulgación amplia de información útil a los sectores agroforestales, de manejo de recursos y de conservación.
- Enriquecimiento de las posibilidades de recreación y turismo en la región mediante una divulgación amplia de sus valores naturales y culturales.
- Desarrollo de programas de educación ambiental e historia natural para niños, jóvenes y maestros de la región y estimulación de la investigación científica.
- Integración de las áreas restauradas y conservadas por Operación El Dorado como parte del patrimonio cultural de la región y garantía de su protección a perpetuidad gestionando su incorporación al Sistema Colombiano de Parques Nacionales y Áreas Protegidas.

A continuación se discuten en detalle algunos aspectos relacionados con el desarrollo de Operación El Dorado considerados de capital importancia para su implementación.

1. Selección del área del proyecto piloto de restauración.

Conviene enfatizar la distinción entre la gran región pre-seleccionada para Operación El Dorado –la Depresión Momposina– y la sede administrativa del proyecto, la ciudad de Mompox. En el distrito de Mompox, poblado desde comienzos del siglo XVI, la cobertura vegetal está muy modificada y la disponibilidad de áreas para restauración es baja, aunque otros componentes del paisaje permanecen relativamente intactos. Se escogió esta ciudad como sede administrativa de Operación El Dorado porque Mompox constituye el centro alrededor del cual gravitan la vida cultural y social de la Depresión Momposina –no así la económica, ligada a otras ciudades en el brazo principal del Magdalena como El Banco y Magangué.

El sitio definitivo del proyecto no ha sido seleccionado, su identificación y adquisición son actividades de la fase preparatoria actualmente en desarrollo²⁴. La especificidad del proyecto lo es en relación con la existencia de factores naturales que crean las condiciones de llanura aluvial por una parte y sus patrones de utilización cultural por otra. Estas dos condiciones prevalecen sobre un área muy grande del valle del Magdalena, ver fig. 1., incluyendo el curso bajo de muchos de sus tributarios (Cauca, San Jorge, Cesar, Lebrija, Sogamoso, Carare, Cimitarra...) y no están restringidas a un punto en particular. A continuación se citan los criterios ecológicos y sociales tenidos en cuenta para estrechar el amplio rango de posibilidades y seleccionar un área dentro la gran región que pueda suplir otros requerimientos del proyecto de restauración y conservación.

Los criterios ecológicos están orientados a la obtención de una máxima diversidad de hábitats²⁵ y a facilitar el proceso de restauración:

1. Existencia de parches grandes de hábitat en condiciones naturales o seminaturales,
2. Con áreas inundables, al menos tres meses por año,
3. Con alta variabilidad edáfica y topográfica,
4. Con accesibilidad por agua todo el año,
5. Con perímetro sobre aguas lénticas permanentes (ciénaga) y sobre el Magdalena o un tributario.

²⁴ Para la selección de tierras se partió de: a. elaboración de cartografía de unidades de paisaje de vega de la Depresión Momposina (ciénagas, caños, áreas inundables temporalmente, sabanas edáficas, playones de estiaje, terrazas, etc.) a escala 1:100.000, con base en imágenes de radar de 1974 y fotos aéreas recientes de algunos tramos y b. verificación de campo de sitios de interés identificados en la cartografía, esta última actividad aún en desarrollo.

²⁵ La literatura ecológica y biogeográfica, particularmente la relacionada con la aplicación de la biogeografía insular al diseño de reservas naturales, hace recomendaciones específicas acerca del tamaño, la forma y las características de las áreas aledañas de las reservas naturales (ver Diamond, 1975, Simberloff, 1976). Si bien éstas no se desconocen en este proyecto, debemos recordar que al inicio de éste, es más importante el proceso de restauración mismo que los resultados que de él se obtengan, considerando el carácter experimental y demostrativo que esta fase tiene y el interés en lograr la participación de la comunidad. Por otra parte, se espera que hacia el futuro el área a restaurar pueda ser ampliada, de tal manera que para entonces se puedan tener en cuenta dichos criterios.

Por otra parte los criterios sociales buscan facilitar el proceso de aceptación del proyecto en la región y la integración de sus metas a las aspiraciones regionales; el sitio de El Dorado debe:

1. Estar rodeado por propiedades grandes con status ecológico semejante en términos de cobertura natural e inundabilidad, para facilitar posteriores expansiones,
2. Tener la situación jurídica de la tenencia definida y sin complicaciones (sucesiones, embargos, etc.),
3. Carecer de agricultura comercial a gran escala, sólo ganadería extensiva,
4. Estar por fuera de planes para tendido de líneas de transmisión, construcción de oleoductos o vías o cualquier otro tipo de infraestructura,
5. Tener propietarios oriundos de la región y vinculados activamente a ella.

2. La adquisición de tierras

La cultura e idiosincracia de los pobladores de los valles medio y bajo del Magdalena contrastan con de las de otros grupos en Colombia (Dister y García, 1984). Las familias son extensas, matriarcales, tienden a formar clanes y a vivir en pequeños grupos nucleados,²⁶ más que en el campo mismo. No es posible hablar de una actitud explotadora hacia los recursos naturales, aunque claramente no lo es contemplativa tampoco. La agricultura de subsistencia en pequeñas parcelas ("pan coger"), la pesquería en las ciénagas (una actividad cooperativa) y en el río durante la subienda y el pastoreo de pequeños rebaños de vacunos, son las principales ocupaciones. No hay especialización de las personas para la explotación de diferentes recursos naturales (Fals Borda, 1983) y grandes áreas –especialmente sabanas edáficas y playones– son comunales y destinadas, mediante acuerdos tácitos en ocasiones muy antiguos, al pastoreo y en menor grado a la agricultura de subsistencia. La gran variabilidad en el paisaje de estación en estación, la dinámica misma del río y la actitud de explotar el medio en la medida de las necesidades (facilitada por un hábitat rico en recursos que permite la supervivencia cotidiana a pesar de su estacionalidad) opuesta a los esquemas de acumulación de capital o de ganancias prevaletentes en otras regiones, hacen que los límites de las propiedades sean algo que ciertamente existe pero que no requiere ser demarcado (con el uso de cercas de alambre de púas, por ejemplo). El pastoreo –ramoneo de vacunos– que no es una actividad particularmente eficiente ni pretende serlo– en pastos naturales y manchas de bosque parcialmente entresacadas, con rotaciones frecuentes, es el uso predominante de la tierra. Esto significa, por una parte, que amplias extensiones están disponibles para restauración y más importante que los objetivos del proyecto no están en contravía con la actitud de los habitantes de la región hacia los recursos naturales, puesto que como se dijo, ésta no es explotadora.

Naturalmente que los precios de la tierra en todas partes están gobernados por las leyes de la demanda y la oferta, aún en Mompox. Sin embargo, el área es lo suficientemente grande para permitirnos escoger el mejor sitio desde el punto de vista ecológico y financiero. Es conveniente enfatizar que las tierras que mejor satisfacen los criterios ecológicos citados arriba son las más marginales en el sentido económico, i.e., inundables, con cobertura boscosa primaria o en varios estadios de sucesión y con pastizales estacionales, degradados, sin infraestructura (trochas, vías, casas, etc.). Estas son tierras con un valor comercial más bajo y difíciles de vender aisladamente de terrenos ubicados en mejores localidades. La condición de comprador único–muchos vendedores, dará a Operación El Dorado cierta ventaja para obtener precios justos por la tierra.²⁷

3. Expansión futura del proyecto

Aunque la adquisición de tierras no es suficiente para garantizar el éxito del proyecto en el largo plazo, es esencial para su iniciación. Muchos proyectos de "ecodesarrollo" han fracasado por carecer de sitios y medios para demostrar las ventajas esperadas. Es necesario recordar que las comunidades rurales, en todas partes, son básicamente conservadoras y tradicionalistas y no son dadas a adoptar cambios que conlleven inversiones onerosas de tiempo o de recursos financieros. Sin embargo, los cambios pueden ser inducidos cuando la comunidad cuenta con la referencia de ensayos exitosos libres de riesgo.²⁸

Las fases subsecuentes del Operación El Dorado necesariamente conllevan la adquisición de tierras adicionales para la expansión de las actividades de restauración y conservación por dos razones: primera, porque se requieren áreas más grandes para el objetivo central del proyecto, la preservación de la diversidad biológica de las planicies de inundación (Diamond, 1975; Simberloff, 1976; Janzen, 1988); y segunda, porque la meta a largo plazo es la adopción o reestablecimiento amplio de esquemas de utiliza-

²⁶ Muchos de los pueblos actuales en las llanuras del Caribe en Colombia se formaron a partir de estos pequeños conglomerados.

²⁷ Los recursos con que el proyecto cuenta actualmente permiten la compra inmediata de un corredor multi-hábitat unas 500 a 800 ha, de las cuales un 40–60% debe estar en condiciones naturales a seminaturales. Si bien esto es muy poco comparado con otros proyectos de restauración en Latinoamérica (Janzen, 1988), creemos que es suficiente para esta primera fase de aceptación y demostración y permitirá hacia el futuro obtener los recursos necesarios para su expansión.

²⁸ V. gr., algunas entidades de servicios públicos (acueductos e hidroenergía) en Colombia, han logrado la adopción –por parte de las comunidades vecinas a sus instalaciones– de esquemas de protección del suelo contra la erosión, una vez dichos esquemas fueron ensayados y demostrados sin costo alguno para la comunidad en tierras de propiedad de dichas empresas.

ción del medio que permitan el mantenimiento de dicha diversidad (Bennet, 1976). Una serie de posibilidades de expansión se han contemplado para las fases subsiguientes. Por una parte la obtención de tierras en donación o fideicomiso y por otra la obtención de canjes de deuda externa, aplicados con éxito a la conservación en otros países latinoamericanos (Umaña, 1990).

4. Participación comunitaria

Comportamientos deletéreos hacia la naturaleza o los recursos naturales, que no tienen en el presente un valor económico o de supervivencia particularmente claro y que están profundamente arraigados en la cultura, son consecuentemente muy difíciles de erradicar. En estos casos, tendencias de mejoramiento solamente pueden ser vistas después de años de constante refuerzo mediante demostración, asistencia y educación, siempre y cuando el insumo de las comunidades locales no llegue solamente en forma de trabajo gratuito, sino que se constituya en parte integral de todo el proceso, desde el estadio de planeación.

La práctica de "participación comunitaria" en manejo de recursos naturales en los países subdesarrollados ha sido criticada principalmente porque consiste en una imposición forzosa de esquemas de desarrollo que ignoran completamente los bagajes culturales y sociales (e. g., Siriwardene, 1989). Ellas han sido equiparadas a festivales esporádicos más que a procesos continuos. Las comunidades rurales en todas partes poseen una gran cantidad de conocimientos acerca de la ecología y economía de la explotación de los recursos, normalmente este conocimiento –porque no está sistemáticamente organizado– no está fácilmente disponible para los planificadores y ellos a sabiendas o involuntariamente lo ignoran. Pero esta práctica común se estrella contra las comunidades rurales porque simplemente subraya la actitud peyorativa –aunque no necesariamente consciente– de quienes, como agentes externos, promueven cambios en comunidades rurales.

Para evitar esta situación, se han planteado algunas estrategias diseñadas para inducir y estimular la participación comunitaria. Particularmente importantes son las estrategias económicas o financieras, porque en cualquier caso, cambios en los patrones de uso de la tierra (u otros recursos) –riesgosos desde el punto de vista de la comunidad– implican costos que las personas no desean o no pueden autofinanciar. Las diferentes estrategias consideradas conllevan la evaluación y promoción de:

- Aplicación de incentivos fiscales a la utilización de especies nativas para la reforestación y gestión con los gobiernos regional o central para promulgación de la legislación apropiada.
- Canalización de préstamos de bajo interés y largo plazo para planes tales como reforestación y acuacultura con especies nativas²⁹.
- Creación de fondos rotatorios y empresas cooperativas para la financiación de tecnologías nuevas de utilización de recursos.

Además se han contemplado algunas estrategias sociales para estimular la participación de las comunidades rurales:

- Discusión abierta de las metas y objetivos de Operación El Dorado.
- Constitución de grupos informales y comités para procesos de planeamiento y toma de decisiones con participación activa de la comunidad
- Documentación exhaustiva de las actividades técnicas, científicas y sociales de El Dorado y mantenimiento de un flujo permanente de información hacia la comunidad sobre los logros y fracasos del proyecto
- Montaje e implementación de programas de educación ambiental, historia natural, geografía regional, entre otros, para niños y jóvenes de la región y para maestros de primaria y secundaria
- Demostración hacia la comunidad de las actividades exitosas del programa piloto y asistencia en su duplicación por parte de los interesados.

Consideramos que la medida del éxito de este proyecto no puede ser una reducción inmediata en el ritmo de destrucción de bosques, ni debe ser medida demasiado pronto al inicio. Sin embargo, existen varios hechos medibles que pueden considerarse como indicadores positivos de mejoría:

- Reducción (o eliminación) de la caza, los fuegos y el ramoneo incontrolados de ganados, la extracción de maderas y otras prácticas deletéreas en las tierras de propiedad de Operación El Dorado y aledañas a éstas.
- Reemplazamiento paulatino de pastos africanos por coberturas de arbustos y hierbas nativas en las parcelas manejadas por el proyecto.
- Aceptación de las especies nativas para la reforestación, las cercas vivas, la protección de cursos de agua, etc.

²⁹ Esta línea de crédito se conoce en Colombia como "préstamos de Ley Quinta" en referencia al acto legislativo que los autorizó y tradicionalmente solo se han utilizado para programas de cría de ganado aunque la legislación contempla un mucho más amplio rango de posibilidades en el campo del manejo de los recursos naturales.

- Modificación de los currículos escolares del distrito de Mompos para incluir cursos de historia natural y de geografía regional desde un punto de vista ecológico.
- Reducción regional de la caza de especies amenazadas, y del uso de trasmallos y otros artes de pesca de ojo pequeño.

5. Reconocimiento del status de protección para las áreas de Operación El Dorado

Hemos afirmado que uno de los objetivos a largo plazo del proyecto es la "integración de las áreas restauradas y conservadas por Operación El Dorado como parte del patrimonio cultural de la región y garantía de su protección a perpetuidad gestionando su incorporación al Sistema Colombiano de Parques Naturales Nacionales y Areas Protegidas (SPNN)". Esto significa dos cosas diferentes pero complementarias.

En primer lugar, la mejor indicación del éxito del proyecto será su aceptación o más bien su apropiación por la comunidad como parte de su patrimonio material y espiritual. Un posible escenario futuro puede ser un área totalmente restaurada —en manos privadas— que debe ser permanentemente patrullada a un costo no despreciable para mantener alejados a los vecinos. Indudablemente tal área podría poseer valores tangibles: especies protegidas, paisajes escénicos, bancos genéticos, etc., pero el mero hecho de que deba ser patrullada es contrario a la filosofía de El Dorado. Otro escenario, igualmente posible, quizás más difícil de alcanzar, implica una comunidad consciente de los valores de los hábitats naturales, orgullosa de la posesión de uno y deseosa de luchar en su defensa si es necesario. Es el logro de este escenario una de las metas de Operación El Dorado.

Por otro lado, ser parte del SPNN en Colombia quiere decir que las áreas de El Dorado obtengan el status legal que garantice la perpetuidad de los objetivos de uso de la tierra: i.e., las mantenga por fuera de los esquemas de desarrollo tradicional. Con esto no significamos el entregar el proyecto a una entidad estatal para su administración. Como ejemplo podemos citar el caso de la Ciudad de Cartagena, a la cual el estado ha otorgado el status de Patrimonio Cultural de la Nación. Ciertamente que los edificios, no son propiedad del estado, pero el status impide cualquier desarrollo que implique la transformación de los valores urbanos, arquitectónicos o históricos que la ciudad aloja, desarrollos que en otra forma ocurrirían y que de facto han sido frenados por este status. Similarmente, El Dorado puede ser indefinidamente mantenido como un área de propiedad privada y como tal sujeta a las amenazas normales del desarrollo (proyectos de irrigación y drenaje, construcción de vías, explotación de petróleo u otros minerales, etc.) pero su existencia no estaría amenazada si hubiere un reconocimiento gubernamental explícito de estas áreas como patrimonio nacional, i.e., si a ellas les es otorgado el status de área protegida, sin detrimento de su condición de propiedad privada. El logro de este status para El Dorado, con la participación popular que su búsqueda conlleva, debe ser uno de los objetivos del proyecto.

Finalmente, se considera que en el futuro el estado (no necesariamente la nación) puede convertirse en el propietario y administrador del proyecto, apropiando los fondos necesarios. Esta es una meta razonable que puede lograrse mediante la creación de una corporación regional, por ejemplo, pero definitivamente es una meta distante en el tiempo y hay suficiente futuro por delante para tomar una decisión, la cual, incidentalmente, deberá ser objeto de consulta con la comunidad.

6. Investigación y desarrollo regional

Ciertamente que el valle del Magdalena es ecológica y geográficamente una de las regiones mejor conocidas de Colombia, sin embargo esta es una verdad muy relativa. En términos absolutos, muchos aspectos claves de la estructura y dinámica de los hábitats de vega y sus organismos son prácticamente desconocidos, por tanto la investigación ecológica es una piedra angular del proyecto y esencial para garantizar el objetivo de restauración. Por otra parte, se ha enfatizado, que no se trata de un proyecto de conservación de ecosistemas intactos sino de restauración de áreas alteradas a partir de reductos, con el doble objeto de preservarlos y desarrollar una tecnología que permita reconstruir humedales, bosques riparios, etc. en otras zonas, dentro de la cuenca del Magdalena mismo y en otras cuencas (Sinú, Catatumbo, Alto Cauca, San Jorge, etc.) que están en el mismo estado de deterioro. Algunos ejemplos de problemáticas ecológicas específicas de las llanuras aluviales:

- Dinámica de poblaciones, ontogenia, hábitos alimenticios de especies de peces valiosos como recursos para una gran población en Colombia.
- Dinámica de poblaciones, fenología, tasas de crecimiento, mecanismos de dispersión, tolerancia a la inundación, de especies de plantas herbáceas y leñosas de la llanura aluvial.
- Dinámica de la transferencia de nutrientes entre aguas, suelos y organismos.
- Fenología de eventos ecológicos hidrológicamente desencadenados y adaptaciones de organismos a estos sistemas pulsantes e impredecibles.

En el proceso de implementar un esquema de restauración de hábitats es inevitable acumular información pertinente a estos y otros aspectos de la ecología de la llanura aluvial; por esta razón, consideramos que El Dorado puede desempeñar un papel muy impor-

tante en organizar esta información y en ponerla a disposición de investigadores y planificadores. Tradicionalmente, por lo menos ha sido el caso en Colombia, un esquema de desarrollo no puede ser apropiadamente analizado, ni medidas complementarias o alternativas recomendadas, simplemente porque se carece de información básica sobre los hábitats potencialmente afectados. Si bien no pretendemos suplir estas deficiencias, debemos si reconocer el valor de la información que El Dorado puede generar si nos ceñimos a la meta de documentar objetivamente tanto nuestros logros como nuestros fracasos.

Por otra parte, Operación El Dorado y las actividades que se realicen no deben ser interpretadas como una propuesta de estrategia de desarrollo regional. Somos conscientes que esto conlleva muchas más actividades de las que el proyecto puede lograr; sin embargo, creemos firmemente que las experiencias de la implementación del proyecto deben ser exhaustivamente documentadas y que ello puede constituirse en un ingrediente valioso para la estructuración de tales planes.

REFERENCIAS

- Bermúdez Gómez, Fabio (1986): Cuenca del Magdalena, su situación actual y sus perspectivas. pp. 83-94. En: *Memoria del Foro sobre Contaminación del Río Magdalena y sus Alternativas de Solución*, Barranquilla, Junio 5-6. Ediciones Uninorte, Colección Archivo. Barranquilla.
- Bowen, Stephen H. (1983): Detritivory in neotropical fish communities. pp. 58-66. En: T. M. Zaret (ed.) *Evolutionary Ecology of Neotropical Freshwater Fishes*, Dr. W. Junk Publishers. The Hague.
- Castiblanco Cuervo, Antonio (1988): Distribución Altitudinal de las principales plantas culturales de Colombia. *Colombia Geográfica* 14 (1): 45-53.
- Castro Maldonado, Alfonso (1986): Desarrollo y proyección del río Magdalena como potencia socio-económica del país. pp. 1-39. En: *Memoria del Foro sobre Contaminación del Río Magdalena y sus Alternativas de Solución*. Barranquilla, Junio 5-6. Ediciones Uninorte, Colección Archivo. Barranquilla.
- Cortés Lombana, Abdón (1980): *Capacidad de uso de los suelos de la llanura del Caribe*. IGAC, Subdirección Agrícola. vii + 33 pp. Bogotá.

- Cortés Lombana, Abdón y Guervara Cruz, Jaime (1982): *Los suelos del valle del Magdalena-Sectores Alto y Medio*, IGAC, Subdirección Agrológica, iv + 31 pp. Bogotá.
- Currú, Lauchlin (1960): *Programa de desarrollo económico del Valle del Magdalena y Norte de Colombia*, Ministerio de Obras Públicas, Ferrocarriles Nacionales, Empresa Colombiana de Petróleos, 377 + xxiv pp. Bogotá.
- Díster, Emil y García, Luis Carlos (1984): *Ökologische Aspekte beim Ausbau des Río Magdalena / Kolombien*, *Biogeographica Band 19*: 41-56, Saarbrücken.
- Epinal, Sigifredo (1977): *Zonas de Vida o Formaciones Vegetales de Colombia/Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico*, ICA/ Subdirección Agrológica, 238 + xxviii p. Bogotá.
- Fals Borda, Orlando (1983): *Historia doble de la Costa: I, Mompoxy y Loba*, Carlos Valencia Editores, Bogotá.
- Forero de López, Graciela, Lara Figueroa, Edgar y Sánchez Sarmiento, Pablo (1986): Calidad de las aguas del río Magdalena, pp. 95-100. En: *Memoria del Foro sobre Contaminación del Río Magdalena y sus Alternativas de Solución*, Barranquilla, Junio 5-6. Ediciones Uninorte, Colección Archivo, Barranquilla.
- Forero, Enrique (1988): Botanical exploration and phytogeography of Colombia: Past, present and future. *Taxon 37 (3)*: 561-566.
- Hemming, John (1983): *En busca de El Dorado*, Ediciones del Serbal, 272 p. Barcelona.
- Hester, James J. (1973): Late Pleistocene Environments and Early Man in South America. En: *Peoples and Culture of Native South America. An Anthropological Reader*, Daniel R. Gross (Editor), pp. 4-16, Doubleday/ The Natural History Press, Garden City, New York.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, INDERENA, CONIF (1984): *Bosques de Colombia*, IGAC, 206 + xix pp. Bogotá + 25 mapas Extra-folia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1969): *Monografía del Departamento de Sucre*, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 61 + ix pp. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1973): *Monografía del Departamento del Magdalena*, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 164 + xi pp. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1975): *Aspectos geográficos de la cuenca Magdalena-Cauca*, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 104 + vi pp. Bogotá, 12 mapas xofolia (Contribución al XII Congreso Nacional de Ingeniería, Paipa, Boyacá: 20-23 de Febrero, 1975).
- Janzen, Daniel H. (1986): Mice, big mammals, and seeds: it matters who defecates what where, pp. 251-271. En: A. Estrada y T. H. Fleming (eds.), *Fragivores and seed dispersal*, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Janzen, Daniel H. (1988a): Tropical ecological and biocultural restoration. *Science*, 239: 243-244.
- Janzen, Daniel H. (1988b): There are differences between tropical and extra-tropical national parks. *Oikos 51*: 121-123, Copenhagen.
- Janzen, Daniel H. (1988c): Management of Habitat Fragments in a Tropical Dry Forest: Growth. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 105-116.
- Khobzi, Jack (1985): Evolución del río Magdalena entre 1923 y 1981 en relación con el contexto geomorfológico. *Revista CIAP 10 (1)*: 73-85.
- Lowe-McConnell, R. H. (1975): *Fish Communities in Tropical Freshwaters/Their Distribution, Ecology and Evolution*, Longman, xvii + 337 pp. London.
- Mahecha Vega, Gilberto, Rodríguez Soto, Roberto y Acero Duarte, Luis Enrique (1984): *Estudio Dendrológico de Colombia*, IGAC.
- Marín Ramírez, Rodrigo (1986): *Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia*, Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, 240 p. Bogotá.
- Martínez G., Aramis (1981): Subsistencia y geomorfología de la depresión inundable del río Magdalena. *Revista CIAP 6 (1-3)*: 319-328. Memoria del Primer Seminario sobre el Custerario en Colombia, Bogotá, Agosto 25-29 de 1980.
- Mendoza Noguera, Anibal (Editor y compilador) (1980): *Crónica grande del río de la Magdalena*, Ediciones Sol y Luna (Fondo Cultural Cafetero), Vol. 1, 529 p.; Vol. 2, 530 p. Bogotá.
- Montaldo, Patricio (1985): *Agroecología del trópico americano*, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Serie de Libros y Materiales Educativos Nº 51.205 + xii pp. San José, Costa Rica.
- Moreno, F., García, L. C. y Márquez, G. (1987): Productividad e importancia del bosque ripario del complejo de ciénagas de Chucurí. (Departamento de Santander, Colombia). *Actualidades Biológicas (Universidad de Antioquia) 16*: 93-102.
- Murphy, Peter G. y Lago, Ariel E. (1986a): Structure and Biomass of a Subtropical Dry Forest in Puerto Rico. *Biotropica 18 (2)*: 89-96.
- Murphy, Peter G. y Lago, Ariel E. (1986b): Ecology of tropical dry forest. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 17: 67-88.
- Ochsenius, Claudio (1980): *Cuaternario en Venezuela/Introducción a la Paleocología en el Norte de Sudamérica*, Universidad Francisco de Miranda/Cuadernos Falconianos 3, 68 pp. Coro, Venezuela.
- Ochsenius, Claudio (1983): Aridity and Biogeography in Northernmost South America during the Late Pleistocene (Peri-Caribbean Arid Belt, 62-74° W). *Zbl. Geol. Paläont. Teil Heft 3/4*: 264-278. Stuttgart.
- Pacheco, Isaac, Fals-Borda, Enrique y Teller, Víctor (1989): Estimación preliminar de la contaminación por pesticidas de varios cuerpos de agua superficial del departamento del Atlántico, pp. 233-243. En: *Memoria del Seminario Agua y Salud en el Caribe Colombiano*, Barranquilla, Colombia, Junio 29-Julio 1 de 1989, Ediciones Uninorte, Colección Archivo, Barranquilla.
- Paine, R. T. (1966): Food web complexity and species diversity. *Amer. Natur.* 100: 65-75.
- Parsons, James J. (1966): Ancient ridged fields of the San Jorge river floodplain, Colombia. *Geographical Review*, 56 (3):
- Rivera Pérez, Leonardo, Granados Charris, Luis Carlos (1981): Morfología fluvial del río Magdalena en el sector San Pablo-Badillo. *Revista CIAP 6 (1-3)*: 487-503. Memoria del Primer Seminario sobre el Custerario en Colombia, Bogotá, Agosto 25-29 de 1980.
- Robertson, Kim G. (1985): Dinámica fluvial y evolución del río Magdalena en el tramo Barrancabermeja-El Banco durante el holoceno superior. *Revista CIAP (10)*, 87-97.
- Romero Castañeda, Rafael (1966): *Plantas del Magdalena, I (Familia Zigoofiláceas)*, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, 32 p. Bogotá.
- Romero Castañeda, Rafael (1969): *Frutas silvestres de Colombia*, Volumen II, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, 384 p. Bogotá.
- Romero Castañeda, Rafael (1971): *Plantas del Magdalena, II (Flora de la isla de Salamanca)*, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, 299 p. Bogotá.
- Saldarrías, Juan y Alvarado, Manuel (1986): Esfuerzos para evitar el deterioro del último tramo del río Magdalena, pp. 51-65. En: *Memoria del Foro sobre Contaminación del Río Magdalena y sus Alternativas de Solución*, Barranquilla, Junio 5-6 de 1986. Ediciones Uninorte, Colección Archivo, Barranquilla.
- Schelte, Robert (1935): *La denudación anual en la región del Alto Magdalena*, Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, 1917-1933. (Ministerio de Industrias y Trabajo). Tomo IV, pp 11-14.
- Sternberg, Hilgard O'Reilly (1968): Man and Environmental Change in South America. En: E. J. Fittkau, J. Illies, H. Klinge, G. H. Schwabe, H. Sioli (eds.), *Biogeography and Ecology in South America*, Vol. 1 pp. 413-445. Dr. W. Junk N. V. Publishers. The Hague.
- Steward, Julian H. y Faron, Louis C. (1959): *Native Peoples of South America*, McGraw-Hill, 481 + 12 pp. New York.
- Stille, Hans (1935): *Estudios geológicos de la región del río Magdalena*, pp. 125-183 en: J. A. Perry, B. Alvarado (comps.) *Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, 1917-1933*, Tomo III. (Ministerio de Industrias y Trabajo, Dept. Minas), Bogotá, Imprenta Nacional, 454 p.
- Torres Conde, Arturo (1986): Potencial y problemas del río Magdalena como reactivo socioeconómico de la región, pp. 41-49 en: *Memoria del Foro sobre Contaminación del Río Magdalena y sus Alternativas de Solución*, Barranquilla, Junio 5-6 de 1986. Ediciones Uninorte, Colección Archivo, Barranquilla.
- Triñiño, Julio A. (1983): Estudio geomorfológico del río Magdalena, Sector Barrancabermeja-Bocas de Ceniza, Anexo Nº 1, Informe Geológico, Evolución de la depresión del río Magdalena, Compilación Geológica Bibliográfica, CIAP, Informe sin publicar, 83 pp. (para MOPC-Colombia, Dirección General de Navegación y Puertos) Bogotá.
- Victoria, C. y García, L. C. (1984): Efectos del desarrollo hidroeléctrico sobre poblaciones de peces de ríos con planicie aluvial en Colombia icsis. *Memorias Simposio de Acuicultura*, Manizales, 1983.
- Weiske, F. (1935): Estudio sobre las condiciones geológicas de la hoya del río Magdalena, pp. 15-124. En: J. A. Perry y B. Alvarado (comps.), *Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, 1917-1933*, Tomo III. (Ministerio de Industrias y Trabajo, Dept. Minas), Bogotá, Imprenta Nacional, 454 p.
- Welcomme, R. L. (1985): *River fisheries*, FAO Fish. Tech. Pap., (262): 330 p.