

# QUE HACER ACADÉMICO



# **EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO DEL ALTO MAGDALENA EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**ING. QCO. JAIME ROJAS P, ESP.**  
**BIO. ALFREDO OLAYA AMAYA, M.Sc.**  
**BIO. MARIO SÁNCHEZ R, PHD.**  
**ING. GEO. HUGO I. ZAMBRANO S, ESP.**  
*Facultad de Ingeniería*  
*Universidad Surcolombiana*

## **RESUMEN**

El río Magdalena se reconoce como el más importante de Colombia, tanto por su extensión (1550 km) y caudal (6700 m<sup>3</sup>/s), como por su gran significado histórico-cultural, socioeconómico y ambiental. En el Departamento del Huila, su cauce de 315 km constituye el eje hidrográfico regional y la mayor fuente hídrica con un caudal de 722 m<sup>3</sup>/s en su extremo norte. En el presente trabajo se investigaron aspectos poco conocidos sobre el Alto Magdalena en el Huila, tales como características climáticas e hidrológicas de la cuenca, parámetros y alteraciones de la calidad de agua del río, la composición del ecosistema acuático en organismos predominantes como invertebrados, peces y la actividad pesquera en el río. Además se efectuó una evaluación de la problemática ambiental del ecosistema. En general, se estableció en el agua del río una contaminación aún tolerable pero con síntomas de deterioro en algunos aspectos que comprometen sus usos. Se encontró una elevada abundancia de invertebrados, aunque esta comunidad sufre alteraciones importantes en la zona norte del Huila. Los peces nativos del río constituyen un valioso recurso pesquero, pero reducido en la zona alta, debido a la barrera causada por el embalse de Betanía. Finalmente, se identificaron los principales productos o beneficios; las amenazas o perjuicios del río, los principales fenómenos o condiciones naturales y las actividades generadoras de impactos ambientales y, por último, los principales impactos, positivos y negativos, tanto de origen antrópico como natural, generados sobre el río; con base en lo cual se propuso un Plan de Gestión Integrada para el manejo ambiental del Alto Magdalena en el Huila.



## INTRODUCCIÓN

La problemática del río Magdalena constituye un aspecto prioritario para el sistema ambiental colombiano, por las necesidades de conocimiento, recuperación del río y de su cuenca hidrográfica. El Alto Magdalena, en los Departamentos del Huila y Tolima, adquiere una proyección nacional, en virtud de los efectos y repercusiones aguas abajo que son inherentes a la dinámica fluvial. Sobre la problemática de este sector se reconoce la responsabilidad ambiental por parte de la Corporación Autónoma del Río Grande de la Magdalena "CORMAGDALENA", entidad que mediante un convenio con la Universidad Surcolombiana ha respaldado la investigación cuyos resultados iniciales se sintetizan en este documento.

El sistema del río y sus afluentes en este sector, aportan recursos irremplazables para la dinámica ecológica y para las necesidades de la población regional, tales como el aprovisionamiento de agua, la irrigación, la generación hidroeléctrica, la pesca tradicional y la piscicultura y, por último, el uso recreativo y cultural que se arraiga en costumbres populares y constituye un significativo elemento dentro del conjunto de valores ambientales en la región. Sin embargo, el conocimiento sobre los componentes fisicoquímicos y biológicos del río es aún bastante limitado, aunque existen registros hidrológicos y de calidad de agua relacionados con el embalse de Betania y los riesgos de origen volcánico y geológico en la zona (Universidad Nacional 1985; Olaya et al. 1992; HIDROTEC-CAM, 1996). En cuanto a los organismos vivos, algunos estudios recientes incluyen descripción y análisis de especies importantes, como los peces de valor comercial existentes en el embalse y corrientes regionales (Sánchez y Perea 1990; Cala y Guillot 1992; Alvarado 1998); pero otros grupos biológicos como invertebrados y algas no han sido estudiados y se desconocen funciones esenciales en el ecosistema acuático (Benke 1993; Allan 1995).

El presente trabajo se orientó a iniciar procesos de investigación en tramos representativos del Alto Magdalena en el Huila, que permitieran evaluar la calidad y cantidad del recurso hídrico, establecer la composición predominante de organismos del río, e interpretar relaciones de estructura y función del ecosistema que inciden en la problemática; en la gestión ambiental del

río y sus recursos. Los objetivos generales de la investigación fueron los de caracterizar los aspectos hidrológicos y fisicoquímicos del río, establecer la composición del ecosistema acuático con énfasis en la producción pesquera, y evaluar los impactos ambientales en diversos componentes de las relaciones del río con la población del Huila.

## ÁREA DE ESTUDIO

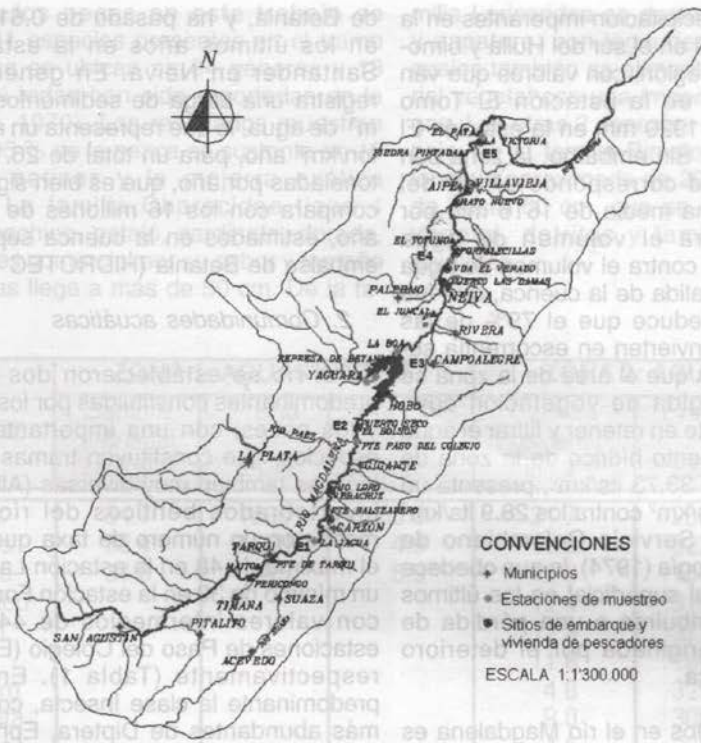
El río Magdalena en el Huila fluye desde su nacimiento en la Laguna de la Magdalena a 3.350 m.s.n.m. hasta los límites entre Huila y Tolima con una altitud de 400 m aproximadamente. En el centro de este tramo se halla el embalse de Betania, construido entre 1980 y 1987, en la confluencia de los ríos Yaguará y Magdalena, que generó la inundación de un área de 7.400 hectáreas, con un volumen de 1971 millones de m<sup>3</sup> de agua, que en el brazo mayor del Magdalena, circula con un periodo de residencia de 28 días (Universidad Nacional, 1985).

El trabajo se desarrolló sobre casi todo el tramo del río Magdalena en el Huila, cuya cuenca de drenaje ocupa un área de 21413.28 km<sup>2</sup>, aunque con diferentes sitios de estudio, de acuerdo a los tres aspectos principales analizados. Para la caracterización hidrológica y fisicoquímica se usaron estaciones climatológicas e hidrométricas de toda la cuenca del río en el Huila, pero para el análisis fisicoquímico se ubicaron cinco puntos de muestreo, que también fueron usados para recolección de invertebrados acuáticos, para el estudio de peces se definieron dos zonas, una aguas arriba desde la población de Tarqui hasta el embalse de Betania, y la segunda aguas abajo desde el embalse hasta la zona de Patá. Finalmente, para el análisis de impactos ambientales asociados con el río, se efectuaron recorridos de campo para obtener información de los habitantes, y visitas a los municipios ribereños, a instituciones regionales y nacionales con actividad en el área (Ver Figura 1).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización hidrológica del tramo estudiado del río Magdalena, con las características morfológicas de su cuenca en el Huila, se realizó mediante los datos de 12 estaciones pluviométricas, 9 climatológicas y 12 hidrométricas, que permitieron una elevada cobertura sobre los regímenes climáticos del área, las variaciones





**CONVENCIONES**

- + Municipios
- Estaciones de muestreo
- Sitios de embarque y vivienda de pescadores

ESCALA 1:1'300'000

**Figura 1. Mapa del Departamento del Huila con las principales poblaciones, sitios de actividad pesquera y estaciones de muestreo fisicoquímico y biológico.**

del caudal y los sedimentos transportados (IDEAM 1999); este proceso fue complementado con recorridos de campo sobre los aspectos geomorfológicos.

El análisis fisicoquímico incluyó determinaciones de campo y recolección de muestras para laboratorio, mediante técnicas estandarizadas descritas en Rodier (1981) y APHA – AWWA (1992). En total se analizaron 26 parámetros de calidad de agua y se determinaron los índices de calidad general y de Horton (PHA – AWWA 1992); además de los índices de contaminación por mineralización, por materia orgánica, por sólidos suspendidos y de contaminación trófica (Ramírez y Viña 1998).

La recolección de invertebrados se efectuó mediante el muestreador Surber, en cuatro de las estaciones ubicadas. Los invertebrados se separaron de la muestra mediante microscopio estereoscópico, para después identificarlos con aplicación de claves generales (Merritt y Cummins, 1984; Roldán, 1988). También se

establecieron atributos de la comunidad béntica, mediante determinaciones como abundancia, diversidad, biomasa y ubicación de los taxa en categorías funcionales. La evaluación de peces nativos y de la actividad pesquera incluyó consultas en entidades y de los estudios previos sobre la pesca en la región (Cala y Guillot 1992; Alvarado 1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Caracterización hidrológica y fisicoquímica

El sector de la cuenca del Alto Magdalena que corresponde al departamento del Huila, presenta unas características climáticas que abarcan las tres clases de climas dominantes: el cálido con temperaturas superiores a 22 °C que se presenta en el 26% del área de la cuenca; el clima medio extendido en el 57% del área con temperaturas entre 13 y 22 °C y el clima frío en las zonas de mayores pendientes y temperaturas menores a 13 °C, que comprende el 17% de la superficie (IGAC 1995).



Los regímenes de precipitación imperantes en la zona son: monomodal en el sur del Huila y bimodal en el resto de la región, con valores que van desde los 951 mm en la estación El Tomo (Villavieja), hasta los 1920 mm en la estación El Totumo en Palermo. Sin embargo, la zona con más alta pluviosidad corresponde al sur del departamento con una media de 1616 mm por año. Si se compara el volumen de agua precipitada en el año contra el volumen de agua del Magdalena a la salida de la cuenca, que fue de 722.2 m<sup>3</sup>/s, se deduce que el 79% de las precipitaciones se convierten en escorrentía superficial, lo que indica que el área de la zona se encuentra desprotegida de vegetación cuyo papel principal consiste en retener y filtrar el agua meteórica. El rendimiento hídrico de la zona de estudio, calculado en 33.73 lts/km<sup>2</sup>, presenta un incremento de 4.83 lts/km<sup>2</sup> contra los 28.9 lts/km<sup>2</sup> encontrados por el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología (1974), lo que obedece al aumento del caudal superficial en los últimos años, que puede atribuirse a una pérdida de regulación hídrica originada por el deterioro paulatino de la cuenca.

La carga de sedimentos en el río Magdalena es alta y viene registrando aumentos considerables año tras año, a pesar de existir una zona de deposición de sedimentos como lo es la Represa

de Betania, y ha pasado de 0.61 a 0.82 kg/m<sup>3</sup> en los últimos años en la estación Puente Santander en Neiva. En general la cuenca registra una carga de sedimentos de 1.15 kgs/m<sup>3</sup> de agua, lo que representa un aporte de 1223 ton/km<sup>2</sup> año, para un total de 26.19 millones de toneladas por año, que es bien significativo si se compara con los 16 millones de toneladas por año, estimados en la cuenca superior hasta el embalse de Betania (HIDROTEC – CAM 1996).

## 2. Comunidades acuáticas

En el río se establecieron dos comunidades predominantes constituidas por los invertebrados y los peces, con una importante variedad de especies, que constituyen tramas de relaciones bióticas también muy diversas (Allan 1995). Los invertebrados bénticos del río Magdalena, mostraron un número de taxa que fluctúa entre el máximo de 48 en la estación La Jagua (E1), a un mínimo de 30 en la estación Fortalecillas (E4), con valores intermedios de 44 y 40 en las estaciones de Paso del Colegio (E2) y Patá (E5) respectivamente (Tabla 1). Entre ellos, es predominante la clase Insecta, con los órdenes más abundantes de Diptera, Ephemeroptera y Trichoptera, predominio que es típico en corrientes intermedias y que tienen aún condiciones de flujo torrencial.

CARACTERISTICAS	ESTACION			
	La Jagua	Paso del Colegio	Fortalecillas	Patá
Número de taxa	48	44	30	40
Abundancia (Individuos/m <sup>2</sup> )	4509.9	8567.9	437.0	1609.3
Índice de Diversidad	3.51	2.26	4.03	4.02
Biomasa estimada (mg/m <sup>2</sup> )	657.8	1037.5	125.9	1010.2

Tabla 1. Características o atributos de la comunidad de invertebrados bénticos del río Magdalena en cuatro estaciones de muestreo (Mayo de 1999 a Marzo del 2000).

Los resultados de abundancia obtenidos son difíciles de comparar, ya que no se encuentran referencias sobre poblaciones de invertebrados en ríos neotropicales similares, pero estos números están en los mismos órdenes de magnitud de ríos de tamaño similar en otras regiones, aunque superan ampliamente los valores de abundancia en corrientes menores o

quebradas, tanto de la región como de regiones templadas u otras zonas tropicales (Sánchez y Hendricks 1997; Ramírez y Pringle 1998). Por lo anterior, estas poblaciones pueden considerarse representativas de un río de orden intermedio como el Magdalena, aunque es notable la reducción taxonómica y poblacional en la zona norte, lo que probablemente puede atribuirse a los impactos y alteraciones sobre el ecosistema.



En cuanto a los peces en este trabajo se identificaron 41 especies presentes en el tramo estudiado, que se ubican en 34 géneros y 13 familias. Casi todas han sido reportadas en la cuenca (Dahl, 1970). Los resultados muestran que más del 95 % de la pesca se sustenta en 10 especies, 9 nativas y la mojarra exótica introducida. La familia Characidae tiene 4 especies: bocachico, pataló, sardinata, dorada, todas de interés comercial por su sabor y tamaño que en algunas llega a más de 50 cm. De la fa-

milia Loricaridae se destacan 2 especies cucha y zapatero, con longitudes de 20 a 40 cm, las cuales también se alimentan de detritus y material vegetal con una importante presencia de algas. Las otras 2 especies nativas son el capaz y peje, de la familia Pimelodidae, la primera con longitud aproximada de 20 cm y la segunda que de hasta 60 cm, que se alimentan de material vegetal, detritus y también fragmentos de animales.

ESPECIE	ZONA 1: AGUAS ARRIBA			ZONA 2: AGUAS ABAJO		
	Captura semanal $\bar{x}$ lb/UEP	Precio $\bar{x}$ \$/lb	Pesca anual Ton.	Captura semanal $\bar{x}$ lb/UEP	Precio $\bar{x}$ \$/lb	Pesca anual Ton.
Capaz	64.7	1980	60.8	21.7	2380	36.8
Cuchas	38.4	1760	4.8	19.8	3225	22.6
Mojarra	37.8	845	5.9	12.0	1500	5.1
Bocachico				12.4	3190	19.9
Pataló				12.3	3720	18.7
Peje				11.8	3800	10.9
Zapatero				4.8	3250	6.9
Sardinata				9.0	3000	3.8
Dorada				4.5	3000	0.8
<b>TOTAL PESCA ANUAL</b>			<b>71.5</b>			<b>125.5</b>

Tabla 2. Pesca anual estimada en el río Magdalena, Departamento del Huila, 1999.

### 3. Problemática y gestión ambiental

La complejidad de la problemática ambiental del río Magdalena en el Huila condujo, en este trabajo, a identificar sus elementos en los seis tipos o categorías que se presentan en la Tabla 3, junto con la jerarquización de los mismos por orden de importancia, establecido a partir de la presencia de ese elemento en los tramos del río y por la importancia atribuida de acuerdo a los métodos de identificación y evaluación utilizados. En la primera categoría se identificaron 21 productos, funciones y beneficios que ofrece el Río Magdalena en el área, aunque algunos se localizan principalmente en algunos tramos y no son detectables en otros. En sentido contrario a los beneficios para la población, procedentes del Magdalena, la dinámica de la corriente genera

efectos sobre estructuras, actividades y sobre los seres vivos, por lo que se identificaron 15 amenazas, desastres o perjuicios en esta categoría. En el área se manifiesta una gran variedad de actividades antrópicas, relacionadas con la producción agropecuaria e industrial, al igual que con la estructura y crecimiento desordenados de los núcleos urbanos, por lo que se reconocieron 23 actividades generadoras de impactos negativos sobre el río y 18 que pueden generar impactos positivos. Igualmente, también se identificaron 18 condiciones y fenómenos naturales que intervienen sobre los impactos ambientales en el río.



CATEGORIA	ORDEN	ELEMENTOS O IMPACTOS AMBIENTALES
Productos, funciones y beneficios del río Magdalena en el Huila	1	Agua para riego
	2	Peces para autoconsumo y comercialización
	3	Agua para uso doméstico
	3	Escenario para actividades recreativas y turísticas
	4	Agua para ganadería
Amenazas, desastres y perjuicios que ocasiona el río Magdalena	5	Recepción y depuración de aguas residuales
	1	Deterioro y pérdida de áreas de uso agropecuario
	2	Socavación y deterioro de la infraestructura vial
	3	Enfermedades de origen hídrico
	4	Pérdida de vidas humanas y animales por inundaciones
Condiciones y fenómenos naturales generadores de impactos sobre el río Magdalena	5	Inundación y deterioro de viviendas urbanas y rurales
	1	Fenómeno El Niño – Oscilación del Sur (ENOS)
	2	Lluvias bien distribuidas
	3	Crecientes y avalanchas de cuencas tributarias
	4	Periodos climáticos sin extremos
Actividades humanas generadoras de impactos ambientales sobre el río Magdalena en el Huila	5	Remoción en masa
	1	Vertimiento de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales
	2	Explotación de bosque ribereño y deforestación en laderas
	3	Vertimiento de residuos sólidos domésticos, agrícolas e industriales
	4	Quemas de residuos, incendios forestales y quemas en actividad agropecuaria
	5	Reforestación de microcuencas y subcuencas tributarias del río Magdalena
	6	Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales
Impactos negativos de origen antrópico y natural sobre el río Magdalena en el Huila	7	Ejecución de proyectos sobre gestión de residuos sólidos
	1	Aumento de la contaminación hídrica
	2	Incremento de sólidos en suspensión y sobredimentación en el cauce
	3	Disminución de la biodiversidad acuática
	4	Reducción de la vegetación nativa protectora
	5	Cambios geomorfológicos del cauce
	6	Disminución drástica del caudal
7	Deterioro y disminución del bosque protector de cauces	
Impactos positivos de origen antrópico y natural sobre el río Magdalena en el Huila	1	Aumento de actividades para el control de la contaminación acuática
	2	Mejoramiento de las actividades de protección y conservación de bosques en riberas y nacimientos de agua
	3	Incremento en las actividades de protección de recursos hidrobiológicos
	4	Regulación anual e incrementos moderados de caudal
	5	Estabilidad de capacidad autodepuradora del río
	6	Fertilización de suelos aluviales

**Tabla 3. Síntesis de los principales elementos identificados en la evaluación de la problemática ambiental del río Magdalena en el Huila.**





La localización de impactos muestra ciertas diferencias en cuanto a los elementos que se pueden considerar predominantes en sectores del río. La zona sur, ubicada en las estribaciones del Macizo Colombiano, se ve afectada principalmente por los impactos de la deforestación y el deterioro de cuencas hidrográficas que acentúan procesos de remoción en masa y arrastre de sedimentos a los cauces, e igualmente por algunos efectos de vertimientos urbanos y agrícolas. En la zona central del Huila, el Magdalena se encuentra afectado por un mayor desarrollo de cultivos tecnificados, lo mismo que por la actividad ganadera tradicional, lo cual se traduce en procesos erosivos que de nuevo generan el aporte de sedimentos al río; y también por los núcleos urbanos que descargan aguas residuales sobre el río o afluentes, lo que se suma a los cambios importantes en el ecosistema acuático, positivos y negativos, causados por la Central Hidroeléctrica de Betania (Universidad Nacional 1985; Olaya et al. 1992). Por último, en el norte del Huila los impactos ambientales esta asociados con la actividad agropecuaria de los valles, con la mayor concentración urbana e industrial en la ciudad de Neiva y con el desarrollo de explotaciones de minerales e hidrocarburos. El mayor impacto directo sobre el Magdalena lo constituye el elevado vertimiento de aguas residuales del alcantarillado de Neiva, cuya población supera la tercera parte de la población

total del Huila, y en donde se concentra el relativo desarrollo industrial de la región; para cuyo control apenas se han dado los pasos iniciales con el prediseño de sistemas de tratamiento.

## CONCLUSIONES

1. En términos generales, la calidad de agua del Magdalena en el Huila presenta aún un nivel de contaminación tolerable, pero con síntomas preocupantes de deterioro en algunos aspectos como el elevado transporte de sólidos que se registró en varios puntos y que se agrava ante la ocurrencia de fenómenos invernales; y las descargas de materia orgánica, principalmente causadas por los vertimientos de aguas urbanas y de viviendas adyacentes, que se reflejan en parámetros como la DBO y los coliformes que indican un incremento de contaminación en el norte del tramo estudiado.

2. Las comunidades acuáticas del río Magdalena en el Huila muestran una importante diversidad de organismos que, sin embargo, son afectados en su desarrollo poblacional y quizás en la disminución de especies, por los procesos de contaminación hídrica, lo mismo que por la alteración de condiciones del cauce y de los ecosistemas terrestres de la cuenca. Es posible generalizar un estado de perturbación moderado en el ecosistema del río, aunque se observa su alteración y deterioro, en relación con factores que se manifiestan en toda su cuenca y que generan tendencias como la disminución general de la pesca, aunque algunos de esos factores son específicos en el Huila, como ocurre con la alteración generada por el embalse.

3. La evaluación ambiental efectuada en este estudio estableció los aspectos asociados con el río Magdalena, relativos a productos, amenazas, actividades e impactos ambientales de origen tanto natural como antrópico. Para el manejo de esta problemática, las acciones de gestión ambiental requieren la cooperación y la asignación de todo tipo de recursos por parte de entidades nacionales con injerencia en el Magdalena, y la gestión ante entidades internacionales con el fin de ejecutar los programas y proyectos planteados. Solamente con una amplia participación institucional y de la comunidad regional, será posible revertir la tendencia de deterioro y orientar el desarrollo regional hacia la preservación y sustentabilidad de los invaluable recursos del Alto Magdalena en el Huila.





#### LITERATURA CITADA

1. ALLAN, J.D. 1995. Stream ecology: structure and BLAIR, Enrique. Manual de Riego y Avenamientos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. OEA. Zona Andina. Lima. 132 p.
2. ALVARADO, H. 1998. Evaluación biológico pesquera del embalse de Betania (Huila). INPA, Santafé de Bogotá. 35 p.
3. BENKE, A.C. 1993. Concepts and patterns of invertebrate production in running waters. Verh. Internat. Verein. Limnol. 25: 15-38.
4. CALA, P. y G. GUILLOT. 1992. Estudio piscícola y plan de desarrollo pesquero del embalse de Betania. Universidad Nacional, Bogotá.
5. COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO. 1998. Reglamento de agua potable y saneamiento básico RAS/98. Bogotá.
6. DAHL, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogotá.
7. ECOPETROL, Bogotá. 118 p.
8. HIDROTEC - CAM. 1996. Plan de ordenación y manejo de la cuenca alta del Río Magdalena. HIDROTEC, Bogotá. 5 vol.
9. IDEAM. 1999. Estadísticas de estaciones climatológicas e hidrométricas del Huila. Banco de Datos, IDEAM, Neiva.
10. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. 1991. Análisis físicoquímico de aguas. Manual de procedimientos. Bogotá: Instituto Nacional de Salud. 55 p.
11. MERRITT, R.W. y K.W. CUMMINS. 1984. An introduction to the aquatic insects of North America, 2<sup>nd</sup>, edn. Kendall Hunt, Dubuque, Iowa. 22 p.
12. MILES, C. 1947. Los peces del Río Magdalena. Ministerio de Economía, Sección de Piscicultura, Bogotá. 214 p.
13. MOLANO, J. 1993. La vida del río y la contaminación. Revista La Tadeo VIII (36): 18-25.
14. OLAYA, A., M. SÁNCHEZ, G. SÁNCHEZ, A. TORRENTE, D. PLATA, C. MONJE, J. MAYORGA y J. CAMARGO, 1992. Evaluación puntual de los efectos socioeconómicos generados por la construcción y operación de la CHB y alternativas de desarrollo en su área de influencia. Universidad Surcolombiana, Neiva. 3 Vol.
15. RAMÍREZ A. y V. VIÑA. 1998. Limnología Colombiana. Impresión Panamericana, Bogotá. 293 p.
16. RAMIREZ, A. y C.M. PRINGLE. 1998. Structure and production of a benthic insect assemblage in a neotropical stream. J. NABS 17: 443-463.
17. ROLDÁN, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo FEN - COLCIENCIAS -U. de Antioquia. Bogotá. 217 p.
18. SÁNCHEZ, M. y J. PEREA, 1990. Calidad de agua y relaciones ecológicas en quebradas del sur del Huila. Rev. Entorno. No. 4: 26 - 34.
19. SERVICIO COLOMBIANO DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 1974. Reconstrucción de series de caudales medios de los ríos Magdalena y Cauca. Serie aperiódica No. 32. Bogotá.
20. UNIVERSIDAD NACIONAL, 1985. Declaración de efecto ambiental y plan de ordenamiento y manejo del Proyecto Hidroeléctrico de Betania. Univ. Nacional, Bogotá. 7 vol.

