

**VARIACIONES INTRA-ANUALES DE LA ICTIOFAUNA DEL BRAZO DE  
MOMPOS DEL RÍO MAGDALENA, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA,  
COLOMBIA**

**EWDUIN JESÚS CUELLO ALFARO**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA C. E. R. H.  
SANTA MARTA, D.T.C.H.**

**2003**

**VARIACIONES INTRA-ANUALES DE LA ICTIOFAUNA DEL BRAZO DE  
MOMPOS DEL RÍO MAGDALENA, DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA,  
COLOMBIA**

**EWDUIN JESÚS CUELLO ALFARO**

**Trabajo de grado para optar el título de Biólogo**

**DIRECTOR**

**JACOBO BLANCO RACEDO**

**MSc. Biología Marina**

**ASESORES**

**JUAN CARLOS NARVÁEZ B. Lic BSc.**

**MARISOL SANTOS A. BSc.**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA C. E. R. H.  
SANTA MARTA, D.T.C.H.**

**2003**

BB  
00009  
y2

## DEDICATORIA

*A mis padres, Luis Cuello y Ruby Alfaro*

*A mis Hermanos, Alberto y Cristian*

*A mi sobrino Luis Manuel y mi cuñada  
Piedad....*

*Por la magia que significa compartir la vida  
con ellos...*



## AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser el eje de mi vida y haberme permitido culminar mis estudios.

A mis padres, Luis Cuello y Ruby Alfaro, por el apoyo y colaboración brindada en la realización de mis estudios.

Al profesor Jacobo Blanco, por la orientación y opiniones acertadas en la realización de esta investigación.

A Juan Carlos Narváz B. por sus sugerencias en el planteamiento y desarrollo de este trabajo.

A Marisol Santos por su ayuda en la identificación de los peces.

A Paul Gómez por su colaboración y apoyo en el tratamiento estadístico.

A Ramiro Rodríguez y William Alfaro por su colaboración en el trabajo de campo.

Al profesor Walberto Pineda por los reactivos prestados para el análisis de las variables fisicoquímicas.

A Juan Carlos Diez, funcionario del Centro de Documentación del INVEMAR, por haber facilitado el material bibliográfico.

A Elaine Cancio por la edición del documento.

A todo el grupo de profesores del programa de Biología por la colaboración brindada durante toda la carrera.

## CONTENIDO

	Pag.
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>6</b>
<b>1. ÁREA DE ESTUDIO.</b>	<b>16</b>
<b>2. METODOLOGÍA.</b>	<b>20</b>
2.1. FASE DE CAMPO.	20
2.1.1 Variables Físico-Químicas.	20
2.1.2 Captura y Procesamiento de Peces.	21
2.2 FASE DE LABORATORIO.	22
2.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	22
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	<b>24</b>
3.1 VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS.	24
3.1.1 Épocas climáticas.	31
3.2 COMPONENTE BIÓTICO.	33
3.2.1 Características de la comunidad en cada uno de los meses.	35
3.2.2 Diversidad y riqueza.	39
3.2.3 Relación del patrón biológico con las variables físico- químicas.	44

CONCLUSIONES.	52
RECOMENDACIONES.	54
BIBLIOGRAFÍA.	55

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Variables Físicas y Químicas medidas en el brazo de Mompós.	20
Tabla 2. Matriz de correlación de Spearman de las variables físico- químicas del Brazo de Mompós del río Magdalena medidas entre agosto de 2001 y abril de 2002. $r$ es el coeficiente de correlación resaltando en negrilla el mayor valor.	31
Tabla 3. Número de individuos y permanencia de las especies ícticas del Brazo de Mompós del río Magdalena entre agosto de 2001 y abril de 2002. P = permanente, A = accesoria.	36
Tabla 4. Principales especies ícticas y su composición porcentual en el Brazo de Mompós del río Magdalena entre agosto de 2001 y abril de 2002.	37
Tabla 5. Relación de las variables ambientales y bióticas (BIO – ENV) para el Brazo de Mompós del río Magdalena.	45



## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Figura 1. Descripción del área. Depresión Momposina (Tomado y modificado de Arquéz, 1996).	16
Figura 2. Área de estudio. Departamentos del Magdalena y Bolívar. (tomado y modificado de IGAC, 1978)	17
Figura 3. Valores mensuales de las variables físico-químicas medidas en el Brazo de Mompós del río Magdalena: a. oxígeno disuelto, b. temperatura, c. Dureza.	27
Figura 4. Valores mensuales de las variables físico-químicas medidas en el Brazo de Mompós del río Magdalena: a. conductividad, b. Caudal.	29
Figura 5. Dendrograma de similaridad de Bray – Curtis para los meses de muestreo en el Brazo de Mompós del río Magdalena entre agosto de 2001 y abril de 2002.	32
Figura 6. Ordenamiento MDS para los meses de muestreo en el Brazo de Mompós del río Magdalena entre agosto de 2001 y abril de 2002.	33

Figura 7. Diversidad de Shannon Weaver en la Ictiofauna del Brazo de Mompós del río Magdalena entre agosto de 2001 y abril de 2002.	40
Figura 8. Comparación de la diversidad íctica entre épocas climáticas en el brazo de Mompós.	40
Figura 9. Riqueza de especies de Margalef en la ictiofauna del Brazo de Mompós del río Magdalena entre agosto de 2001 y abril de 2002.	41
Figura 10. Comparación de la riqueza íctica entre épocas climáticas en el brazo de Mompós.	42

## RESUMEN

Con el fin de conocer los cambios en la comunidad íctica del Brazo de Mompós del río Magdalena, se tomaron muestras mensuales de las capturas artesanales de agosto de 2001 a abril de 2002. Adicionalmente se tomaron datos mensuales de temperatura, oxígeno disuelto, dureza, conductividad y caudal. Se definieron las estaciones hidroclimáticas según el análisis de las variables ambientales, mostrando tendencias de agrupamiento por épocas climáticas. Las correlaciones entre las variables abióticas y las bióticas fueron bajas, indicando: a) una gran tolerancia de las especies a los cambios en las variables medidas, y b) la probable influencia de variables no medidas, que expliquen mejor el patrón biológico observado, tales como el alimento, efectos de la pesca y las relaciones inter específicas. Se capturaron 21 especies pertenecientes a 12 familias. Por su abundancia las principales especies fueron *Triportheus magdalenae*, *Astyanax fasciatus*, *Pimelodus grosskopfii*, *Pimelodus blochii*, *Trachelyopterus insignis*, *Rhamdia quelen*, y *Cyphocharax magdalenae*; pero *Prochilodus magdalenae*, *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Sorubim lima* mostraron un incremento en sus abundancias en épocas de bajo nivel de agua, debido aparentemente a que son especies migratorias estimuladas por este factor. Todos los peces capturados están dentro de la categoría de especies permanentes, excepto *Aequidens pulcher*, que es especie accesorio. La diversidad y la riqueza presentan su mayor valor en época de creciente y su variación puede deberse a factores como la temperatura y el caudal que presentaron mayor correlación, aunque su valor fue bajo. Pudo determinarse que la diversidad ( $H'$ ) y la riqueza de especies ( $R1$ ) no difieren entre épocas climáticas.

## ABSTRACT

In order to understand those changes taking place in the fish community of Brazo de Mompós in the Magdalena river, monthly samples from artisanal catches were taken from August, 2001 to April, 2002. In addition, monthly data from water temperature, dissolved oxygen, hardness, conductivity and stream flow were recorded. Hydroclimatic seasons were defined after the analysis of environmental variables, showing grouping trends with climatic periods. Correlations between abiotic and biotic variables were low, indicating a) a high tolerance of the species to changes in measured variables, and b) the likely influence of non-measured variables, explaining better the observed biotic pattern, such as feeding, fishing effects, and interspecific relations. 21 fish species belonging to 12 families were caught. Because of their abundance, main species were: *Triportheus magdalenae*, *Astyanax fasciatus*, *Pimelodus grosskopfii*, *Pimelodus blochii*, *Trachelyopterus insignis*, *Rhamdia quelen*, and *Cyphocharax magdalenae*; but *Prochilodus magdalenae*, *Pseudoplatystoma fasciatum* and *Sorubim lima* showed an abundance increase in low water periods, apparently because they are migratory species stimulated by this factor. All fish caught fell in the permanent species category, except *Aequidens pulcher*, an accessory species. Diversity and species richness showed their highest values in flood periods and their variation could be due to factors such as temperature and stream flow, with higher correlation, even though these values were low. It was determined that fish diversity ( $H'$ ) and the Richness species ( $R1$ ) is not different between climatic seasons.

## INTRODUCCIÓN

La cuenca del Magdalena con 256.000 Km<sup>2</sup> de superficie, es drenada por tres grandes ríos, el Magdalena (1.538 Km de longitud), el Cauca (con un recorrido de 1.350 Km) y el San Jorge (338 Km de longitud). Posee una planicie de inundación máxima (en épocas de aguas altas) de dos millones de hectáreas, de las cuales 326 mil las componen ciénagas permanentes (Beltrán *et al.*, 2000).

Dentro de esta cuenca se encuentra la Depresión Momposina, que es una franja de tierra ribereña del río Magdalena de poca altura y de unos 15 – 20 Km de ancho. Esta depresión se extiende desde la Ciénaga de Zapatosa hasta confundirse con el delta del río Magdalena. Es un área colectora de aguas, pues allí confluyen los ríos Cauca, San Jorge y Cesar, este último por medio de la Ciénaga de Zapatosa (IGAC, 1993).

La cuenca magdalénica ha sido el escenario de las principales pesquerías de aguas continentales en el país, en consecuencia es donde se realiza el mayor esfuerzo o intensidad pesquera. Sin duda todas las actividades pesqueras tienen incidencia sobre los ecosistemas al reducir la abundancia de especies, su capacidad reproductiva y alterar sus hábitats. Este parece ser el caso del río Magdalena y sus ecosistemas amortiguadores y reguladores distribuidos en el plano inundable de su cuenca (Beltrán *et al.*, 2000). Por eso, es importante conocer como se comporta la comunidad íctica del brazo de Mompós ya que es influenciada por todas las actividades que ocurren en el río Magdalena.

Los peces son animales vertebrados de sangre fría, acuáticos, provistos de respiración branquial, aunque un grupo, el de los Dipnoos o pulmonados, puede respirar también por medio de pulmones. Todos son poiquiloterms o sea carecen de mecanismo para mantener constante la temperatura del cuerpo, la cual varía dentro de amplios límites, de acuerdo al ambiente que los rodea. (Lagler *et al.*, 1984).

La comunidad se define como "la reunión de poblaciones de un área determinada, una unidad laxamente organizada, hasta el punto que posee características complementarias a la de sus componentes individuales" (Odum, 1971). La ecología de comunidades comprende los estudios teóricos y empíricos del comportamiento de los ensamblajes de especies en el espacio y en el tiempo (Evans *et al.*, 1987).

La comunidad posee propiedades que la hacen independiente de sus especies componentes, como son las de ser unidades discretas que pueden ser manejadas independientemente del sistema del que forman parte y poseer mecanismos homeostáticos (de autorregulación) (Evans *et al.*, 1987). Este nivel de organización es utilizado con preferencia por ejemplo, en estudios de impacto ambiental, como señala Warwick (1993), porque los métodos que utilizan niveles de organización más bajos, requieren técnicas experimentales que explican la condición exacta del organismo al momento de muestreo, mientras que la estructura de una comunidad de organismos reflejan condiciones integradas sobre un periodo de tiempo.

Así, se parte de la hipótesis de que el estudio de los cambios temporales de la comunidad de peces, puede reflejar lo que está sucediendo en el sistema estudiado, dada la estrecha relación que existe entre la comunidad íctica y su entorno (Yáñez-Arancibia, 1975).

Un aprovechamiento estructural del estudio de un sistema (de una comunidad) enfatiza en sus componentes, examinando su naturaleza, distribución y patrones de interacción. El término estructura se refiere a un conjunto de elementos solidarios entre sí, a organismos cuyos componentes no son meros fragmentos, independientes y arbitrariamente desintegrables, sino que poseen interdependencia entre ellos y con respecto a la totalidad (Ferrater, 1958). La estructura de una comunidad abarca entonces la diversidad, la riqueza de especies y las asociaciones entre ellas (Galacatos, 1994).

Hay controversia a cerca de los factores que determinan la estructura. Algunos autores señalan que es determinada por el medio ambiente. Así, la presencia o ausencia de un grupo taxonómico está dada por una colonización al azar y la variabilidad en el medio. Otros creen que las interrelaciones bióticas son las claves que determinan la estructura, y otros que es determinada por estados de desequilibrio y que la comunidad siempre se está recuperando de la perturbación anterior (Reice, 1994).

La franja tropical se caracteriza por la falta de estaciones definidas y la elevada temperatura a lo largo de todo el año, sólo modificada por la altitud sobre el nivel del mar. A pesar de ello, se presentan temporadas definidas de creciente y estiaje que dictaminan las condiciones regionales en los ecosistemas acuáticos. Los ecosistemas tropicales son referidos en la literatura como de mayor diversidad por su mayor estabilidad climática, que ha permitido una mayor especialización ambiental; pero muestra variaciones notables con la localización de unas y otras cuencas. De modo que el levantamiento de las cordilleras y con ello las menores temperaturas, impusieron una barrera ambiental en la distribución altitudinal de los peces, a la vez que dieron lugar a las barreras geográficas contundentes al separar las vertientes (Ramírez y Viña., 1998).

En lo que respecta a los gradientes espaciales, Roldan (1992) anota que es en la cuenca baja donde, gracias a la proximidad con los sistemas cenagosos, las aguas resultan más productivas y se favorece la fauna íctica. Pero sus mayores respuestas fisiológicas y variaciones estructurales dependen de los ciclos estacionales representados en las temporadas de creciente y estiaje (Ramírez y Viña., 1998). Las migraciones para la reproducción en peces son claras evidencias de este fenómeno, las cuales se inician con las crecientes, hacia los meses de abril- mayo aprovechando así, el pulso que ocasiona los desbordes en la productividad general de los ecosistemas de planos inundables (Galvis *et al.*, 1997). De este modo, la precipitación, su cantidad (variación en el caudal), distribución a lo largo del año y la temperatura, constituyen los principales componentes que enmarcan los ecosistemas dulceacuícolas tropicales de Colombia (Ramírez y Viña, 1998).

Welch (1996) destaca a la temperatura como una variable de alta connotación con la ictiofauna; la normatividad en esta variable está por lo tanto claramente definida, máxime cuando incrementos de la temperatura dan lugar a una mayor toxicidad de los contaminantes, a la vez que reducen la solubilidad del oxígeno. La temperatura del agua puede tener una influencia directa importante en la migración y en los movimientos de los peces (Lagler *et al.*, 1984).

El oxígeno constituye uno de los elementos de mayor importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que su presencia y concentración define el tipo de especies de peces que se presentan de acuerdo con sus tolerancias y rangos de adaptación, y por ende establecen toda la estructura y funcionamiento biótico de estos sistemas, y ha sido referida por la literatura como la variable de mayor limitación para el desarrollo de la ictiofauna. En Estados Unidos la legislación señala 4 y 5 mg/L como concentraciones mínimas para aguas cálidas y frías respectivamente (mayores y menores a 25°C) (Welch, 1996), en atención no

solamente a la supervivencia de las especies, sino a su alimentación, reproducción y crecimiento.

La dureza está formada por la totalidad de los iones alcalinotérreos como calcio, magnesio, estroncio, y bario. En la naturaleza, los iones de calcio y, con un poco menos de importancia, los del magnesio, son los que principalmente determinan los valores de la dureza total. La importancia de ésta en el agua para los procesos biológicos es el de su influencia en el valor osmótico. Mientras en un agua con dureza mediana no existen problemas para los animales, en aguas con dureza alta los peces pueden ser afectados en su epidermis y branquias. Muchas especies de peces tropicales se reproducen preferiblemente en aguas blandas (Wedler, 1998)

La conductividad es la capacidad que tiene el agua para transportar la corriente eléctrica, debido a la concentración de iones disueltos (contenido electrolítico) en el agua. Los gradientes en ésta sirven como orientación en la migración de los peces en aguas continentales. La temperatura influye mucho sobre la conductividad; aguas más frías son de menor conductividad (Wedler, 1998).

Con relación a los aspectos bióticos se tiene que la diversidad es la variedad de especies que se presentan en una dimensión espacio temporal definida, resultante del conjunto de interacción entre especies que se integran en un proceso de selección, adaptación mutua y evolución (Dobben y Lowe-Mc Connel, 1980). Presenta dos componentes principales la riqueza entendida como el número de especies que se encuentran en un área determinada y la uniformidad que corresponde a la forma en que los individuos están distribuidos entre las especies (Cole, 1988) A menudo la diversidad se mide en bits (Margalef, 1991).

Algunos de los índices usados en la ecología cuantitativa son:  
Índices de diversidad de especie:

**Shannon – Weaver H’;**

$$H' = -\sum P_i \text{Log}_2(P_i)$$

Donde:

$$P_i = \text{probabilidad de importancia de cada especie} = \frac{n_i}{N}$$

$n_i$  = número de individuos de cada especie

$N$  = número total de especie

El índice de Shannon–Weaver es uno de los más utilizados y de los mejores para efectuar comparaciones cuando no se está interesado en separar componentes de diversidad; porque es razonablemente independiente del tamaño de la muestra. Está además distribuido normalmente, lo que significa que pueden utilizarse métodos estadísticos convencionales para evaluar la significancia de diferencias entre medianas (Odum, 1982).

**Índice de riqueza de especies**

Margalef  $R_1$

$$R_1 = \frac{S-1}{\text{Ln}(n)}$$

Donde:

$S$  = número de especies

$n$  = número de individuos total

Sin duda la extensión de la cuenca es un factor determinante en la cantidad de especies de una región biogeográfica. Existe una relación directa entre el área de las cuencas suramericanas y su número de especies de peces. Esto se debe a que a mayor tamaño de la cuenca, mayor variedad de ambientes y menor posibilidad de sequías generalizadas. Uno de los casos es el de la cuenca magdalénica, en donde por su gran extensión, se pueden presentar simultáneamente los dos regímenes de lluvia, tanto el del hemisferio norte como el del sur y el período de estiaje en un hemisferio coincide con el de creciente en el otro. De esta forma la mayor extensión confiere una mayor capacidad homeostática a los sistemas acuáticos, particularmente sensible a eventos de sequía (Galvis *et. al.*, 1997).

En los endemismos del Magdalena predominan las especies del orden Characiformes de tallas pequeñas, a pesar de tratarse de un río bastante grande. Para Lundberg *et. al.* (1986) en Galvis *et. al.* (1997) la cuenca del Magdalena perdió mucho de los Siluriformes debido a eventos volcánicos catastróficos. Pero resulta dudosa la ocurrencia de un vulcanismo simultáneo de tal envergadura, y aun, en caso de ocurrir, la extinción habría afectado por igual tanto a especies grandes como pequeñas. (Galvis *et. al.*, 1997)

En el Magdalena el descenso del nivel del mar no debió incrementar la extensión de la cuenca, pues la cota de 200m de profundidad está muy cerca de su desembocadura actual y el río al profundizar su cauce buscando el nivel de equilibrio, disectaría en gargantas de erosión, su planicie de inundación, actualmente la Depresión Momposina. Todo esto puede incidir negativamente tanto en la productividad, como en la diversidad de especies de peces de la cuenca, particularmente en las de mayor tamaño (Galvis *et. al.*, 1997).

Las comunidades de peces de agua dulce han sido estudiadas en diversas partes del mundo. Cabe resaltar los trabajos en Venezuela, durante varias décadas

(Machado-Allison, 1993; Machado-Allison y Moreno, 1993; Nebiolo, 1987), así como trabajos realizados en España (Muus y Dahlstrom, 1970; Doadrio, 1989; Garcia de Jalon *et al.*, 1989), Brasil (Parma de Croux, 1994), Perú (Ortega *et al.*, 1977), Costa Rica (Bussing, 1993), México (Gamboa, 1994), entre muchos otros.

La investigación pesquera de aguas continentales se inicio de una forma estructurada en el país a partir de los trabajos desarrollados por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú (CVM) en la década de los años 60 (INDERENA, 1986).

Los trabajos sobre los peces del río Magdalena de Steindachner y los de la CVM, (INDERENA, 1986), permitieron identificar de una forma completa el recurso pesquero en las cuencas de Sinú y Magdalena, lo mismo que aportaron los primeros diagnósticos de la actividad pesquera en los ríos y ciénagas de estas cuencas, además del conocimiento biológico preciso de la especie de mayor importancia para la pesca en esas regiones, como el bocachico (*Prochilodus reticulatus*).

En 1979 se inicio el proyecto INDERENA- FAO para el desarrollo de la pesca continental. Sus acciones se centraron en la evaluación de la potencialidad y determinación de la producción y las características de la actividad extractiva en la cuenca magdalénica. Se estableció la cuantificación de la biomasa íctica durante aguas bajas. En forma paralela, se realizaron caracterizaciones con énfasis en la determinación de la dinámica ecológica ciénaga-río identificando las variables de calidad y composición de las aguas con la dependencia del régimen hidrológico en el sistema (INDERENA, 1986).

Fowler (1942) y Mojica (1999) presentan para Colombia un listado de peces de agua dulce. Otero *et al.* (1986) estudiaron la migración de peces del río Sinú y la

incidencia de los factores abióticos en la migración de las principales especies reofilicas del río como son: *Prochilodus magdalenae*, *Brycon moorei* y *Sorubim lima*.

Son muchos los trabajos que se han realizado en Colombia sobre la ictiofauna de sus ríos, entre los que tenemos: Para la cuenca de Alto Cauca (Román *et al.*, 1999; Román, 1995), Putumayo (Castro, 1994), Cesar (Díaz del Basto, 1970), Catatumbo (Galvis *et al.*, 1997), Atlántico (Ardila, 1994), Norte de Colombia (Dahl, 1971) y Miles (1971), para el río Magdalena, entre otros.

Este estudio se justifica debido a que los ríos y ciénagas se hallan en un deterioro constante y de alteración de los hábitat a causa de la contaminación por desechos y residuos domésticos, industriales, agroquímicos y derivados de la explotación minera y petrolera, a lo cual se suma la forestación, erosión y sedimentación. Elementos que alteran el medio esencial para el crecimiento, reproducción y demás procesos biológicos que ofrezcan las condiciones necesarias para el desarrollo y supervivencia de las diferentes poblaciones acuáticas (Beltrán *et al.*, 2000).

El deterioro ambiental en que se encuentra la región del brazo de Mompós del río Magdalena es consecuencia de las actividades inapropiadas e ilícitas realizadas por el hombre. Esto ha traído una alta tasa de sedimentación del río variando el cauce de este, impidiendo la migración de los peces y la oxigenación (González, 1994). La explotación indebida y la ausencia de autoridades en el control de la explotación del recurso a conllevado una significativa disminución de las especies ícticas presente en esta zona (González, 1994).

La producción pesquera en la cuenca del Magdalena ha disminuido en forma vertiginosa en los últimos 21 años, pasando de 63.700 toneladas en 1978 a 7.580 toneladas en 1998. (Beltrán *et al.*, 2000) coincidiendo con la disminución

progresiva de la producción pesquera en la cuenca, la composición por especies de las capturas también presentan variabilidad a través del tiempo. Es así como la producción de las principales especies bocachico (*Prochilodus magdalenae*), bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), blanquillo (*Sorubim lima*) que caracterizaba en el mercado han disminuido y otras especies como la pacora (*Plagioscion surinamensis*), dorada (*Brycon moorei*), doncella (*Ageneiosus pardalis*), moncholo (*Hoplias malabaricus*), que anteriormente no tenían tanta importancia económica y eran destinada para el autoconsumo, son actualmente capturadas y comercializadas (Beltrán *et al.*, 2000).

En los últimos años se han desarrollado técnicas para analizar e interpretar datos de comunidades que se caracterizan por las muchas variables que se deben tener en cuenta (Clarke, 1993; Field *et al.*, 1982; Warwick, 1993). En este trabajo se han utilizado estas técnicas que poco a poco han tomado fuerza y han sido utilizadas en estudios con peces (Potter *et al.*, 1996; Greenstreet y Hall, 1996; Mejía, 1997) mostrando su gran utilidad.

El objetivo principal de este trabajo fue determinar la variación intra-anual de la estructura de la comunidad íctica del Brazo de Mompós del río Magdalena en términos de diversidad y riqueza durante las épocas de creciente y estiaje, así como la permanencia de las especies y su relación con las variables físico – químicas del agua (temperatura, oxígeno disuelto, dureza, conductividad y caudal).



El Brazo de Mompós constituyó anteriormente el cauce principal del río Magdalena. Recibe las aguas de numerosos caños y ciénagas que se encuentran a lo largo de su curso. En toda su longitud sirve de límite a los departamentos del Magdalena y Bolívar (IGAC, 1996).

El área del Brazo de Mompós del río Magdalena se ha delimitado desde el corregimiento de San Roque Magdalena ubicado a  $9^{\circ} 4'$  de latitud norte y  $74^{\circ} 8'$  de longitud oeste hasta el corregimiento de Pampam Magdalena ubicado a  $9^{\circ} 10'$  de latitud norte y  $74^{\circ} 17'$  de longitud oeste (IGAC, 1996) ( figura 2).

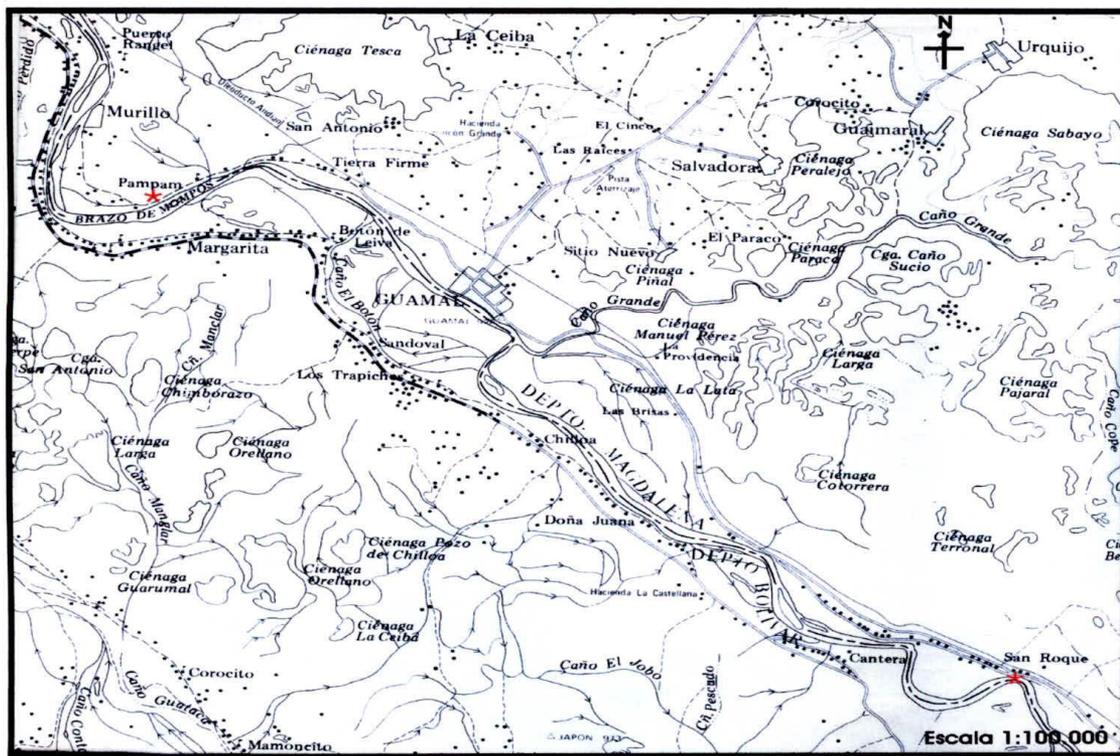


Figura 2. Área de estudio. Departamentos del Magdalena y Bolívar (Tomado y modificado de IGAC, 1978).

Este territorio se encuentra ubicado en la Depresión Momposina y está situado topológicamente en la parte más baja del departamento, por lo que es la más inundable del país; el área está sujeta a los desbordamientos de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Cesar, que alimentan gran cantidad de caños y brazos que se comunican entre sí (IGAC, 1993). La altura de la cordillera de los Andes disminuye hasta terminar en esta depresión formada por tierra de aluvión. En épocas de máximas lluvias los caños y ciénagas se saturan e inundan todo a su alrededor (IGAC, 1996). La morfología aluvial de la Depresión Momposina está en continua evolución (Pearsons, 1966 en IGAC, 1973), prueba de ello es la gran cantidad de cursos abandonados y caños completamente secos que se observan en el área (IGAC, 1993).

El sistema hidrográfico está constituido por numerosos caños, arroyos, charcos y ciénagas, siendo la de mayor importancia y tamaño la ciénaga de Chilloa, de gran preponderancia para la pesca artesanal (IGAC, 1993).

El clima se caracteriza por poseer dos estaciones, una seca y la otra lluviosa. Toda la zona tiene un clima cálido con temperaturas promedio cerca a los 29°C y se sostiene casi constantemente a lo largo y ancho de la Depresión Momposina (HIMAT, 1977).

Se presentan condiciones climáticas especiales, debido a que la superficie acuática se encuentra expuesta permanentemente a los rayos solares, situación que origina las lluvias dominantes en toda la región (HIMAT, 1977); las lluvias que se presentan son de tipo convectivo (IGAC, 1993). Presenta índice de variación de lluvias entre 1500 – 2000 mm/año y los regímenes de lluvias aparecen bien diferenciados por periodos definidos así: de diciembre a mediados de abril, es la época de sequía donde la precipitación llega a su límite más bajo; mediados de abril a julio, aparecen lluvias de mediana intensidad;



desde julio a agosto aparece el llamado veranillo; de mediados de agosto a noviembre abundantes lluvias de intensa duración, lo que trae como consecuencia el desbordamiento de los ríos (HIMAT, 1977).

Los valores de humedad para la zona son del 70% para los meses de menor precipitación, que corresponden desde diciembre a abril y 80% para el resto de el año, que son los meses de mayor precipitación (IGAC, 1973).

El tipo de suelo presente en esta área corresponde a la clase VIII. Pertenecen a los misceláneos rocosos, suelos esqueléticos y pantanosos (IGAC, 1973).

Debido a la extremada reducción de la penetración lumínica, no existe una verdadera vegetación sumergida. La vegetación flotante, tales como: taruya (*Eichhornia crassipes*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), parecen crecer generalmente formando colonias en los caños, en los remansos del río o a la deriva de la corriente. Todos los demás tipos de vegetación enraizada son emergentes (Ducharme, 1975).

## 2. METODOLOGÍA

El área del Brazo de Mompós del río Magdalena, se delimitó desde el corregimiento de San Roque hasta el corregimiento de Pampam. Los muestreos de las variables físico-químicas y bióticas se realizaron entre los meses de agosto de 2001 y abril de 2002, con una periodicidad de un muestreo mensual. La metodología de trabajo se realizó en las siguientes fases:

### 2.1 FASE DE CAMPO.

#### 2.1.1 Variables Físico-Químicas.

Se tomaron datos de las variables físico-químicas del agua como temperatura, oxígeno disuelto, dureza y conductividad (tabla 1) en los sitios San Roque, Guamal y Pampam, promediando sus medidas para obtener un valor por mes de cada una de las variables para todo el área de estudio.

**Tabla 1.** Variables física y químicas medidas.

<b>Variables</b>	<b>Unidad</b>	<b>Método</b>
Temperatura	°C	Termómetro mercurio 0 -50°C
Oxígeno disuelto	mg/L O <sub>2</sub>	Winkler
Dureza	mmol/L	Complexometría
Conductividad	Ms/cm	Conductímetro

Los valores de caudal fueron suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, seccional Barranquilla, tomados del corregimiento de San Roque Magdalena.

### **2.1.2 Captura y Procesamiento de Peces.**

Las artes pesqueras más utilizadas en las capturas de peces en el área de estudio son el trasmallo y la atarraya. Las diferentes dimensiones de los artes reducen el factor de error debido a la selectividad en la captura (Blanco, 1980). La atarraya es un arte activo poco selectivo (Gallo, 1988) que permite capturar peces de diferentes tamaños no solo del fondo sino también de la columna del agua. No obstante lo anterior, el trasmallo, por ser un arte pasivo cada vez que un pescador extiende varios de estos aparejos, el tiempo de operación con este arte es mayor y el esfuerzo del pescador menor; mientras que la efectividad de cada lance de atarraya depende de la pericia y energía del pescador, razón por la cual el tiempo de operación con este arte es menor que con el trasmallo (Blanco, 1980).

Los peces se capturaron por medio de una red de enmalle (trasmallo) de multifilamento con las siguientes dimensiones: longitud entre 60–300 metros, altura 2.5 metros, y ojo de malla 6-8 centímetros; también se utilizaron atarrayas con dimensiones de 4-5 metros de alto, diámetro de apertura 5-7 metros, y ojo de malla de 3.5 – 6 centímetros. Las faenas de pesca contaron con un número de veinte pescadores, de los cuales once utilizaron cinco atarrayas efectuando lances diurnos por un tiempo aproximado de tres horas y nueve utilizaron dos trasmallos, en horas de la noche. Durante la jornada de pesca el trasmallo fue revisado una tres veces. Los datos de número de individuos capturados mensualmente con ambas artes de pesca fueron consignados en tablas. Para la identificación taxonómica se tomaron cinco muestras de cada especie preservándolas en formol al 10% y en forma definitiva en alcohol al 70%.

## **2.2 FASE DE LABORATORIO.**

Se utilizaron claves y publicaciones de diferentes autores para la identificación de las diferentes especies capturadas como Dahl (1971), Miles (1971), Nelson (1994).

En el área de estudio se analizó la permanencia de cada especie, considerando el período total de muestreo, según el criterio de que las especies permanentes son aquellas que están presentes en más del 50% de los meses muestreados; accesorias, presentes entre el 25 y el 50%; y accidentales aquellas con porcentajes inferior al 25% (Román *et al.*, 1999).

## **2.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.**

Ludwing y Reynolds (1988) señalan que en los estudios ecológicos existen dos tipos de matrices, dependiendo de los propósitos del estudio: (1) Estudios que trabajan con dinámica temporal (las especies a través del tiempo) y (2) Aquellos que tratan con unidades distribuidas sobre el espacio. En este caso se trabajó con el primer tipo de matriz (las especies a través de los meses de estudio).

Para identificar las épocas de creciente y estiaje se realizó un análisis de clasificación (dendrograma) y un análisis de ordenación (MDS).

Para analizar la estructura en términos de diversidad y riqueza de la ictiofauna durante las épocas de creciente y estiaje, se aplicó el índice de diversidad de Shannon-Weaver y el de riqueza de especies de Margalef para cada uno de los meses de estudio. Para conocer si el índice de diversidad de Shannon-Weaver y el de riqueza de especies de Margalef diferían entre épocas climáticas se aplicó un análisis de varianza de una vía.

Para relacionar la permanencia, diversidad y riqueza de la ictiofauna con las variables físico– químicas medidas y saber que tan bien es explicada la estructura de la comunidad por el grupo de variables físico – químicas, se utilizó la rutina BIO–ENV, dentro del programa de ecología comunitaria PRIMER, la cual relaciona la matriz biótica con la abiótica (en la que se utilizó la distancia euclidiana como medida de similaridad) por medio de rangos de correlación (Clarke y Warwick, 2001).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS.

El oxígeno (Figura 3a) fue variable en los meses de estudio, donde se obtuvieron valores para los que es difícil establecer un patrón en el tiempo, tal vez por la mezcla que se produce en el agua debido a los vientos hace que esta variable fluctuó con facilidad. Hay meses con concentraciones de oxígeno disuelto inferiores a otros, como es el caso de agosto, cuya concentración fue 3.8 mg/L. El máximo valor correspondió al mes de marzo con 5.6 mg/L, estos valores aunque un poco bajos pueden ser comparados con los registrados por Ducharme (1975) para el río Magdalena en los cursos, alto, medio y bajo, donde se encuentran valores en superficie de 6.8, 7.3 y 5.6 mg/L respectivamente. Igualmente informa para el río Cauca, en su parte media y baja, valores de 5.5 y 7.6 mg/L, y para los ríos San Jorge y Sinú registra valores de 8.2 y 13 mg/L respectivamente.

Arias (1975) encontró en la parte media del río Magdalena valores de oxígeno disuelto que oscilaron entre 6 y 11 mg/L. Quirós (1999) registra datos para el bajo Sinú que oscilan entre 5.4 y 6.2 mg/L, para las épocas de estiaje y creciente respectivamente. Cardona *et al*, (1998) informaron valores de oxígeno disuelto para la quebrada San Pablo en el Alto Cauca de 5.5 y 6.7 mg/L para las épocas de estiaje y creciente respectivamente. Estos valores contrastan con los resultados obtenidos en este estudio, en el cual se observó una mínima disminución de los niveles de oxígeno disuelto de la época de estiaje a la de creciente de 4.8 a 4.7 mg/L respectivamente, probablemente por la alta carga de materia orgánica produciéndose el fenómeno de oxidación de esta, trayendo consigo un alto consumo de oxígeno. Esto se corrobora con lo encontrado por Galvis *et al*.

(1989) en un estudio ecológico en la laguna de desborde del río Meticá, encontrando en este una disminución del oxígeno disuelto en la época de creciente, debido al proceso de oxidación de la materia orgánica capturada.

La temperatura (Figura 3b) varió entre 29.3 y 30.3°C presentándose los menores valores en noviembre y diciembre y los mayores en octubre y abril. Ducharme (1975) informa para los cursos altos, medio y bajo del río Magdalena temperaturas de 23.4, 25.3 y 30°C, igualmente para el río Cauca en sus tramos medio y bajo registra 21.8 y 26.5 °C, también para el río San Jorge y Sinú, informa temperaturas de 30.2 y 27.3°C respectivamente. Arias (1975) registra para el sector medio del río Magdalena temperaturas que oscilan entre 26.9 y 27.6°C.

Quirós (1999) para el bajo Sinú encontró datos de temperaturas en épocas de creciente y estiaje equivalentes a 27 y 25°C respectivamente. Cardona *et. al*, (1998) en la quebrada San Pablo en el Alto Cauca obtienen valores en creciente de 23.3 y estiaje de 25.5°C. Según Blanco y Álvarez (1985) en la temporada seca soplan los vientos alisios sobre toda la región disminuyendo la temperatura del agua, esto contrasta con los resultados obtenidos en este estudio en donde se registró las menores temperaturas en la temporada de creciente (noviembre-diciembre), esto pudo estar relacionado con la hora de muestreo, o algún tipo de vertimiento puntual.

La dureza (Figura 3c) presentó oscilaciones mostrando su menor y mayor valor en los meses de septiembre y abril con 0.53 y 1.01 mmol/L respectivamente; aunque mostró una tendencia a incrementarse a partir del mes de diciembre. Ducharme (1975) informa para el río Cauca en sus cursos medio y bajo valores de 0.58 y 0.60 mmol/L, en los ríos San Jorge y Sinú la dureza registrada fue de 0.45 y 0.58 mmol/L respectivamente.

Quirós (1999) para el río Sinú, Arias (1975) y Ducharme (1975) para el río Magdalena y, Galvis *et al.* (1989) para el río Metica, registraron valores de dureza para cada uno de los ríos en mención, en donde el comportamiento de esta variable fue diferente dependiendo de la época climática o niveles del río, presentando su mínimos valores en los meses de creciente (noviembre, diciembre y abril) y máximos en los meses de estiaje (febrero, marzo).

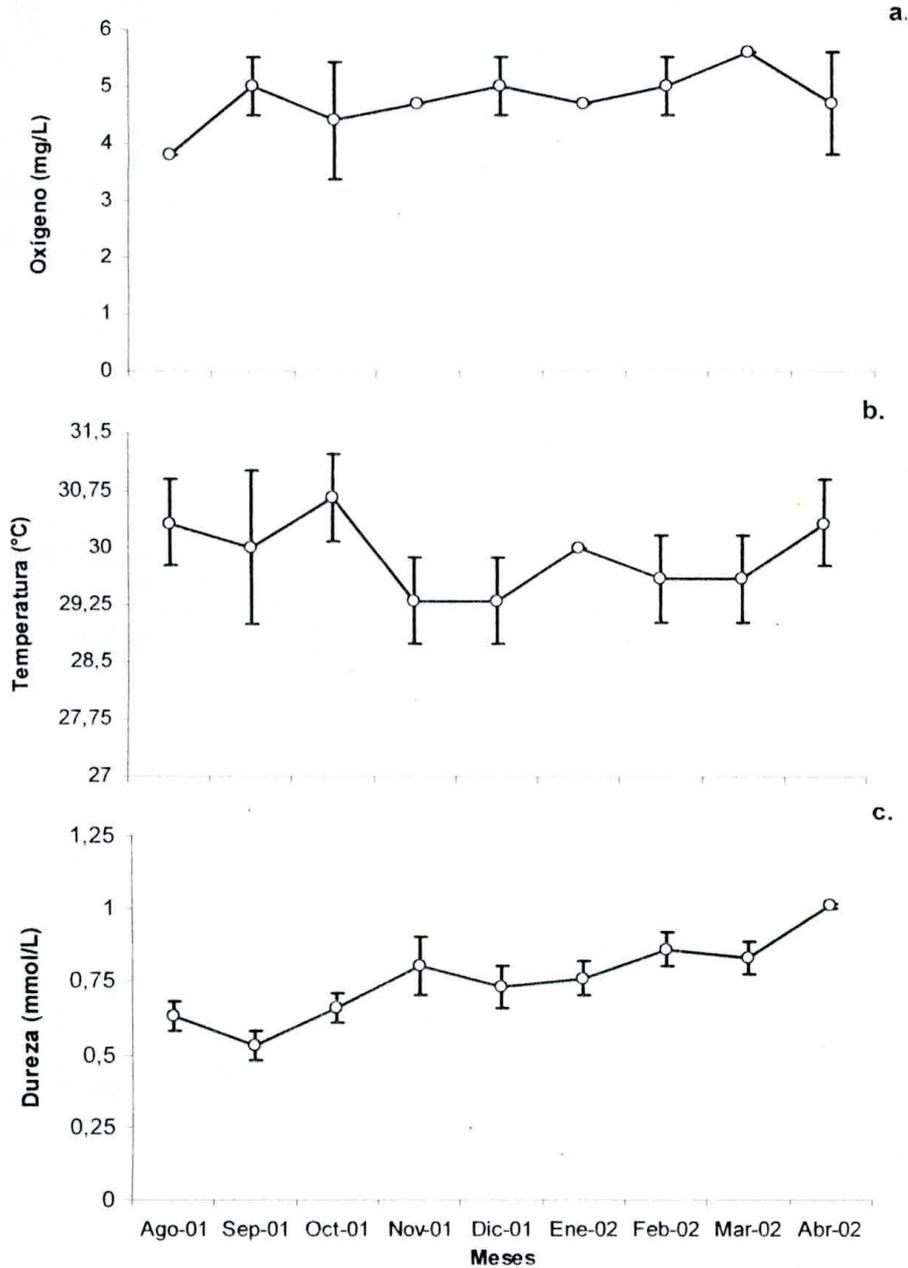
La revisión de datos de cinco años del acueducto de Barranquilla 1968–1973 sobre la alcalinidad y dureza medidos cerca de la desembocadura del río Magdalena, demuestra un correlación muy estrecha entre estas dos variables (Ducharme, 1975).

Galena (1973) en Escobar (1975), dice que la alcalinidad es causada por la presencia de carbonatos, bicarbonatos o hidróxidos. Juega papel importante en este parámetro los desechos industriales alcalinos. Sin embargo, la concentración de estos factores depende en gran parte de las precipitaciones, pues por dilución del agua, la concentración de carbonatos y bicarbonatos disminuye. En estas circunstancias es explicable los valores mínimos para la dureza total en la época de crecientes.

Según Quirós (1999) la disminución de la dureza en época de creciente se debe principalmente a los continuos procesos de mezcla río-ciénaga; mientras que los aumentos observados en sequía se deben a la concentración de los carbonatos.

A diferencia, del presente estudio en donde se registraron los mayores valores de dureza en época de creciente, lo cual se le puede atribuir a que en esta época, debido al alto nivel del agua del Brazo de Mompós del río Magdalena, los habitantes del área utilizan este para diversas actividades (recreativas como balnearios, descarga de basuras y desechos agrícolas, lavado de vehículos)

aumentado de esta manera los nutrientes y sales solubles, trayendo consigo el elevado valor de la dureza.



**Figura 3.** Valores mensuales de las variables físico químicas medidas en el Brazo de Mompós del río Magdalena; a) oxígeno disuelto, b) temperatura y c) dureza, entre agosto de 2001 y abril de 2002. Las barras indican las desviaciones estándar.

Variaciones intra-anales de la ictiofauna del Brazo de Mompos del rio Magdalena



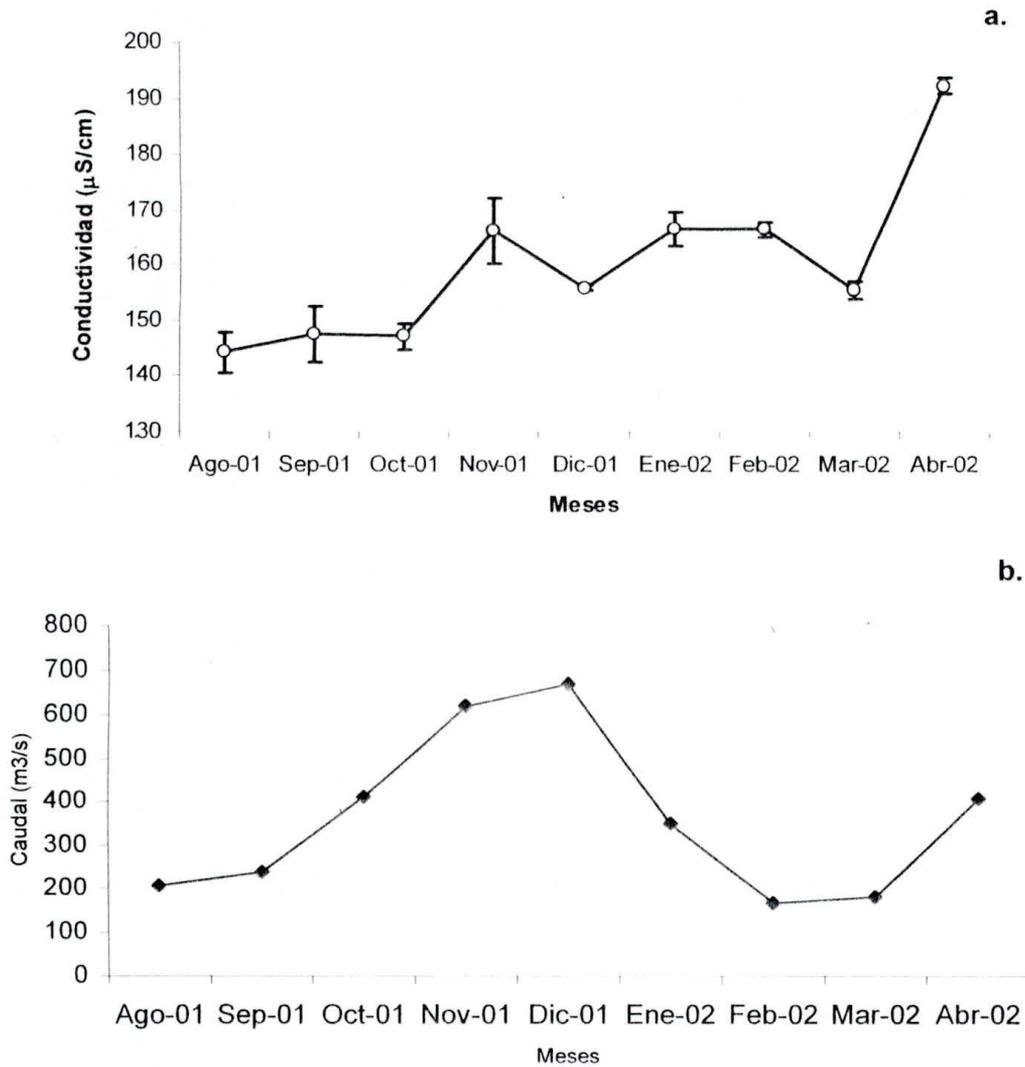
La conductividad (Figura 4a) presentó rangos de valores entre 144.1 y 192.2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , presentándose el menor y mayor valor en agosto y abril respectivamente. No se observó una variación tan notable entre cada uno de los meses muestreados. El registro de conductividad de Ducharme (1975) en los cursos altos y bajos del río Magdalena revelan valores de 110.4 y 225  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , informa de 119 y 396  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para el río Cauca en su curso medio y bajo. Para el río San Jorge registra una conductividad de 335  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Según Quirós (1999) para el sistema Sinú, la conductividad es relativamente baja con rango de variación entre 102 y 312  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . También anota que la amplitud de los valores es mucho mayor en el período de lluvias, y los rangos de oscilación parecen estar limitados por las épocas de altos o bajos niveles del agua, según el año hidrológico, aunque la relación no sea exacta. Como se observa, en la figura 4a los valores de conductividad en este estudio son inferiores comparados con los informados para los cursos bajos por los autores anteriormente mencionados.

En general las aguas del Brazo de Mompós del río Magdalena permiten apreciar fluctuaciones estacionales cortas directamente relacionadas con los volúmenes de agua inundable. Aunque faltan muchos datos, los valores de conductividad parecen ser mayores en el período de creciente.

El caudal (figura 4b) fue una de las variables medidas que mayor oscilación presentó en el período de estudio. El caudal del Brazo de Mompós del río Magdalena no depende de las precipitaciones locales, sino de las precipitaciones presentes en la cuenca alta y media del río Magdalena (Puertas, 1996). Se observaron los mayores caudales en los meses de octubre, noviembre, diciembre y abril con valores de 409.4, 619.3, 668.4 y 406.3  $\text{m}^3/\text{s}$  respectivamente. Los menores caudales se registraron para los meses de agosto, septiembre, enero,

febrero y marzo con 205.78, 237.58, 348.88, 165.18 y 179.68 m<sup>3</sup>/s respectivamente.



**Figura 4.** Valores mensuales de las variables físico químicas medidas en el Brazo de Mompós del río Magdalena a) conductividad b) caudal entre agosto de 2001 y abril de 2002

Según Puertas (1996), las curvas de distribución mensual de los caudales muestran el comportamiento estacional del río Magdalena y su régimen bimodal con dos períodos de aguas altas y dos de aguas bajas a lo largo del año. El primer

período de aguas altas es consecuencia de la época invernal marzo – junio de la zona andina. El río comienza a aumentar sus niveles en marzo y tiene un máximo a finales de abril. El segundo período empieza finales de septiembre y su pico máximo, ligeramente mayor que el de finales de abril ocurre en noviembre o principios de diciembre.

Las aguas bajas se presentan de finales de diciembre a principios de marzo y de junio a septiembre. Este último período suele ser menos prolongado y de mayores niveles que el primero.

Datos del IDEAM de valores medios mensuales de caudal  $m^3/s$  del río Magdalena en la estación Calamar desde los años de 1970 hasta 1996 (Bateman, 1998) muestran que los mayores valores se presentan en los meses de octubre a diciembre y los menores entre enero y marzo. Esto corrobora el comportamiento estacional del Brazo de Mompós del río Magdalena y su régimen bimodal con períodos de creciente y estiaje.

De las variables físico-químicas medidas en el Brazo de Mompós del río Magdalena las que mostraron mayor correlación fue la dureza y conductividad. Según Galvis *et. al.* (1989) en un estudio ecológico realizado en río Metica observaron que la dureza y la conductividad se correlacionaron disminuyendo o aumentando su valor dependiendo de la época climática. Esto se corrobora mediante el coeficiente de correlación de Spearman (tabla 2), observándose la menor correlación entre el oxígeno disuelto y caudal, la mayor entre la dureza y conductividad con un valor de 0.891.

Los datos obtenidos no permiten exponer conclusiones definitivas; sin embargo, esto puede indicar que el Brazo de Mompós del río Magdalena es enriquecido gradualmente por la considerable entrada de aguas domésticas y desechos agrícolas provenientes del río Magdalena, trayendo consigo una elevada

concentración de sales solubles (Ducharme, 1975). La alta turbidez del agua del Brazo de Mompós del río Magdalena es consecuencia de las actividades humanas y la deforestación. Posiblemente es el impacto más serio ejercido por el hombre sobre el río, desde el punto de vista de la sedimentación (Acevedo, 1981).

**Tabla 2.** Matriz de correlación de Spearman de las variables físico-químicas del Brazo de Mompós del río Magdalena entre agosto de 2001 y abril de 2002. *r* es el coeficiente de correlación resaltando en negrilla el mayor valor.

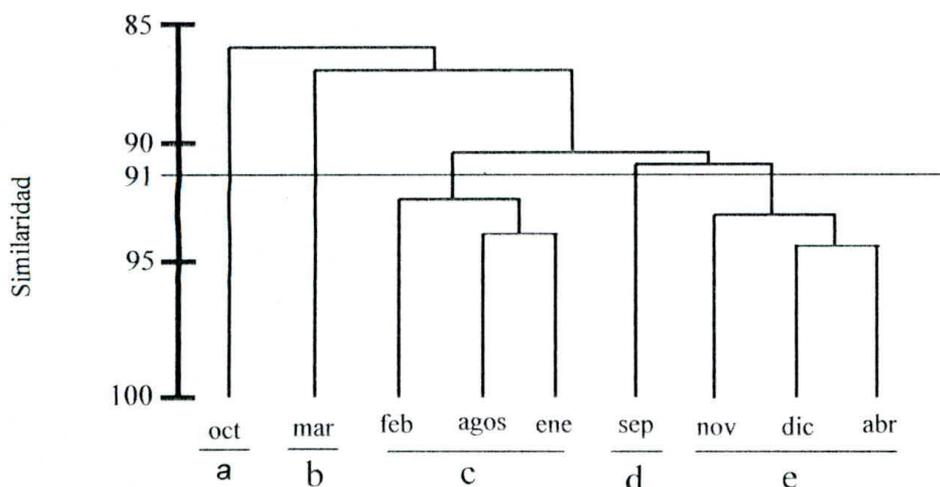
VARIABLE	VARIABLE	<i>r</i>
Oxígeno	Temperatura	- 0.592
Oxígeno	Dureza	0.259
Oxígeno	Conductividad	0.185
Oxígeno	Caudal	- 0.056
Temperatura	Dureza	- 0.191
Temperatura	Conductividad	- 0.091
Temperatura	Caudal	- 0.348
Dureza	Conductividad	<b>0.891</b>
Dureza	Caudal	0.114
Conductividad	Caudal	0.211

### 3.1.1 Épocas climáticas

Con el fin de definir las épocas climáticas en el Brazo de Mompós del río Magdalena en los meses de estudio, se realizó un análisis de clasificación (dendrograma, figura 5) que mostró a un nivel de corte de 91% la formación de cinco grupos.

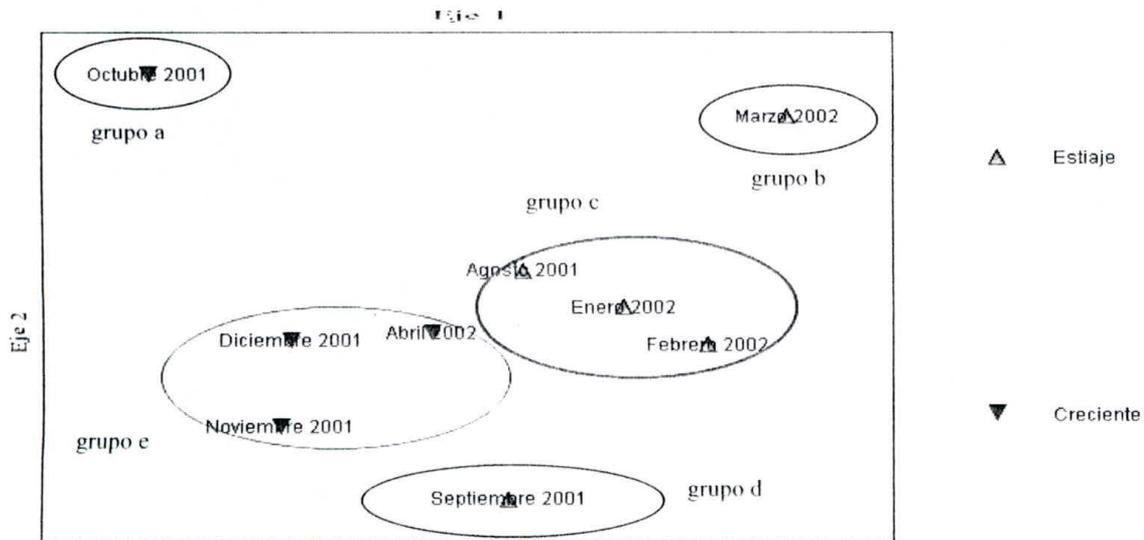
El alto valor de corte y la forma escalonada del dendrograma muestran una gran similitud entre los meses. Sin embargo, a pesar de la similitud, pueden notarse tendencias en donde se observa la formación de una época de estiaje (grupo c)

formado por los meses (enero, febrero, agosto) y una de creciente (grupo e) con los meses (noviembre, diciembre y abril).



**Figura 5.** Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis para los meses de muestreo en el Brazo de Mompós del río Magdalena, entre agosto de 2001 y abril de 2002.

En el análisis de ordenación MDS (figura 6) se observa la formación de cinco grupos. El grupo e formado por los meses (noviembre, diciembre y abril) en la época de creciente y grupo c (agosto, enero, febrero) en la época de estiaje. Esto corrobora y aclara los resultados del dendrograma, en donde se observan tendencias a formarse grupos de creciente y de estiaje.



**Figura 6.** Ordenamiento MDS para los meses de muestreo en el Brazo de Mompós del río Magdalena, entre agosto de 2001 y abril de 2002 (Valor de estrés: 0.03)

### 3.2 COMPONENTE BIÓTICO

Resultados generales de la ictiofauna del Brazo de Mompós del río Magdalena entre agosto de 2001 y abril de 2002. Se registraron veintiuna especies, representadas en doce familias pertenecientes a los ordenes Rajiformes, Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes y Perciformes. Las familias Pimelodidae y Characidae fueron las que presentaron mayor número de especies en total seis y tres, respectivamente.

Para la elaboración de la lista sistemática, se siguió Nelson (1994).

**Lista de especies**

Nombre científico	Nombre común
Phylum: Chordata	
Subphylum: Vertebrata	
Clase: Chondrichthyes	
Superorden: Euselachii	
<b>I</b> Orden: Rajiformes	
1 Familia: Dasyatidae	
<i>Potamotrygon magdalenae</i> (Valenciennes, 1865)	Raya
Clase: Teleostei	
Superorden: Ostariophysi	
<b>II</b> Orden: Characiformes	
2 Familia: Curimatidae	
<i>Cyphocharax magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	Pincho
<i>Prochilodus magdalenae</i> Steindachner, 1879	Bocachico
3 Familia: Anostomidae	
<i>Leporinus muyscorum</i> Steindachner, 1901	Comelón
4 Familia: Characidae	
<i>Triportheus magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	Sardina
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Tolomba
<i>Cynopotamus magdalenae</i> (Steindachner, 1879)	Chango
<b>III</b> Orden: Siluriformes	
5 Familia: Doradidae	
<i>Centrochir crocodili</i> (Humboldt, 1821)	Matacaiman
6 Familia: Ageneiosidae	
<i>Ageneiosus pardalis</i> Lutken, 1874	Doncella
7 Familia: Auchenipteridae	
<i>Trachelyopterus insignis</i> (Steindachner, 1878)	Garagara
8 Familia: Pimelodidae	
<i>Sorubim lima</i> (Bloch y Schneider, 1801)	Blanquillo
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	Bagre rayado
<i>Pseudopimelodus bufonius</i> (Valenciennes, 1840)	Bagre Sapo
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	Capitanejo
<i>Pimelodus blochii</i> Valenciennes, 1840	Barbul
<i>Pimelodus grosskopfii</i> Steindachner, 1879	Capaz
9 Familia: Loricariidae	
<i>Dasylicaria filamentosa</i> (Steindachner, 1878)	Alcalde
<b>IV</b> Orden: Gymnotiformes	
10 Familia: Sternopygidae	
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch y Schneider, 1801)	Chucho
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1842)	Amprea
Superorden: Acanthopterygii	
<b>V</b> Orden: Perciformes	
11 Familia: Sciaenidae	
<i>Plagioscion surinamensis</i> (Bleeker, 1873)	Pacora
12 Familia: Cichlidae	
<i>Aequidens pulcher</i> (Gill, 1858)	Mojarra piedra

### 3.2.1 Características de la comunidad en cada uno de los meses.

En general la composición de la ictiofauna del Brazo de Mompós del río Magdalena no presenta variación notable a lo largo del tiempo y todas las especies en menor o mayor proporción aparecen en cada uno de los meses de estudio. Todos los peces capturados en el área de estudio son especies permanentes, con excepción de *Aequidens pulcher* que es una especie accesoria (tabla 3).

Las especies que presentaron mayor porcentaje de abundancia en el periodo de estudio en su orden son, *Triportheus magdalenae*, *Pimelodus grosskopfii*, *Astyanax fasciatus*, *Pimelodus blochii*, *Trachelyopterus insignis*, *Rhamdia quelen*, *Cyphocharax magdalena* (tabla 4).

Aunque las especies *Prochilodus magdalenae*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Sorubim lima*, presentaron porcentajes de abundancia inferiores, se observó que estas tuvieron un incremento en los meses de estiaje debido a que son especies migratorias (tabla 4).

Según el INPA (1995) las variaciones en capturas para la década de 1985 – 1994 mostraron en los últimos años una disminución para *Prochilodus magdalenae*, *Pseudoplatystoma fasciatum* y contrariamente, el avance de otras especies. Arias *et al.* (1983) informan reducción en el rendimiento pesquero de la cuenca del Magdalena así como también disminución en las tallas de *Prochilodus magdalenae* y *Pseudoplatystoma fasciatum*, describiendo como crítica la situación para este último.

**TABLA 3.** Número de individuos y permanencia (P) de las especies ícticas del Brazo de Mompós del río Magdalena, entre agosto de 2001 y abril de 2002. P = Permanente, A = Accesorias.

<b>Especies</b>	<b>Ago</b>	<b>Sept</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>%</b>	<b>P</b>
<i>Pimelodus blochii</i>	2094	1704	1294	1455	1403	2444	2800	2213	1844	100	P
<i>Rhamdia quelen</i>	1364	1041	1544	1034	920	886	684	1617	449	100	P
<i>Triportheus magdalenae</i>	2397	2399	1297	2357	2110	317	3220	311	2393	100	P
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	346	254	182	144	150	419	497	458	296	100	P
<i>Eigenmannia virescens</i>	250	352	227	203	412	610	198	631	284	100	P
<i>Dasylicaria filamentosa</i>	560	177	218	183	231	306	367	394	216	100	P
<i>Potamotrygon magdalenae</i>	92	50	27	14	34	122	135	132	83	100	P
<i>Pimelodus grosskopfii</i>	2664	2883	1779	1392	1533	2277	3414	2319	1615	100	P
<i>Leporinus muyscorum</i>	441	479	737	390	496	330	538	594	522	100	P
<i>Astyanax fasciatus</i>	2605	3082	1044	2380	2038	2618	2982	2978	2034	100	P
<i>Plagioscion surinamensis</i>	203	1290	432	160	193	165	147	191	140	100	P
<i>Prochilodus magdalenae</i>	462	296	240	288	212	521	531	587	312	100	P
<i>Centrochir crocodili</i>	117	215	124	150	120	195	260	282	288	100	P
<i>Ageneiosus pardalis</i>	223	423	313	490	327	364	325	289	320	100	P
<i>Cyphocharax magdalenae</i>	1224	921	1040	1343	981	1224	491	669	968	100	P
<i>Trachelyopterus insignis</i>	1393	1601	1066	801	1280	1558	1719	1813	1381	100	P
<i>Sternopygus macrurus</i>	120	221	100	282	396	184	301	127	193	100	P
<i>Aequidens pulcher</i>		17	73	34		50				44	A
<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	126	146	42	119	188	119	218	248	141	100	P
<i>Cynopotamus magdalenae</i>	273	596	330	390	184	262	494	521	271	100	P
<i>Sorubim lima</i>	301	185	157	220	204	413	329	428	283	100	P

**TABLA 4.** Principales especies ícticas y su composición porcentual en el Brazo de Mompós del río Magdalena, entre agosto de 2001 y abril de 2002.

<b>Especies</b>	<b>Ago</b>	<b>Sept</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>
<i>Triportheus magdalenae</i>	15.84	13.99	10.58	16.40	15.44	16.69	16.12	15.43	16.44
<i>Pimelodus grosskopfii</i>	15.08	16.81	14.51	9.68	11.22	12.59	17.09	11.89	11.09
<i>Astyanax fasciatus</i>	14.75	17.97	8.51	16.62	14.92	14.48	14.82	15.27	13.97
<i>Pimelodus blochii</i>	11.86	9.93	10.55	10.12	10.27	13.52	14.01	11.34	12.67
<i>Trachelyopterus insignis</i>	7.89	9.33	8.69	5.57	9.37	8.52	8.6	9.29	9.48
<i>Rhamdia quelen</i>	7.72	6.07	12.59	7.19	6.73	4.90	3.42	8.29	6.52
<i>Cyphocharax magdalenae</i>	6.93	5.37	8.48	9.34	7.18	6.77	4.71	3.43	6.65
<i>Dasylicaria filamentosa</i>	3.17	1.03	1.77	1.27	1.69	1.69	1.83	2.02	1.48
<i>Prochilodus magdalenae</i>	2.61	1.73	1.95	2.00	1.55	2.88	2.65	3.00	2.14
<i>Leporinus muyscorum</i>	2.49	2.79	6.01	2.71	3.63	1.82	2.91	3.04	3.58
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	1.95	1.48	1.48	1.00	1.09	2.31	2.48	2.34	2.03
<i>Sorubim lima</i>	1.70	1.07	1.28	1.83	1.49	2.22	1.64	2.19	1.94
<i>Cynopotamus magdalenae</i>	1.54	3.31	2.69	2.71	1.34	1.44	2.47	2.67	1.86
<i>Eigenmannia virescens</i>	1.41	2.05	1.77	1.41	3.01	3.37	0.99	3.23	1.95
<i>Ageneiosus pardalis</i>	1.26	2.46	2.55	3.47	2.39	2.01	1.62	1.48	2.19
<i>Plagioscion surinamensis</i>	1.14	0.75	3.52	1.11	1.41	0.91	0.73	0.97	0.96
<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	0.71	0.85	0.34	0.82	1.37	0.65	1.09	1.27	0.96
<i>Sternopygus macrurus</i>	0.67	1.28	0.81	1.96	2.89	1.01	1.50	0.65	1.32
<i>Centrochir crocodili</i>	0.66	1.25	1.01	1.04	0.87	1.07	1.30	1.44	1.97
<i>Potamotrygon magdalenae</i>	0.52	0.29	0.22	0.09	0.24	0.67	0.67	0.67	0.57
<i>Aequidens pulcher</i>		0.09	0.59	0.27		0.27			

En el sistema del río Magdalena donde ocurre el 56% de la pesca artesanal colombiana (INPA, 1995), durante la época de aguas bajas (diciembre – marzo) se realizan migraciones río arriba o subienda de peces desde las ciénagas y zonas inundables localizadas en la cuenca baja. Estas migraciones tienen como objetivo fines reproductivos, así como evitar condiciones ambientales adversas, producto del bajo nivel de las aguas que conlleva altas temperaturas y reducción del oxígeno (Lowe – Mc Connel 1975, Welcomme, 1979). El regreso a las ciénagas o bajanzas (abril – junio) ocurre durante la temporada de lluvias; es entonces cuando se favorece la penetración a las ciénagas y planos inundables cuya permanencia es aprovechada para crecimiento y desarrollo gonadal.

Las primeras especies que migran son *Prochilodus magdalenae*, *Pimelodus blochii*, y finalmente *Sorubim lima* y *Pseudoplatystoma fasciatum*. El orden en el regreso a las ciénagas es similar al de la subienda (Rodríguez y Rodríguez, 1976 ; Masso, 1978).

Arias (1975), Rodríguez y Rodríguez (1976) y Otero *et. al.* (1986) encontraron que *Prochilodus magdalenae* es una especie migratoria, el último autor también encontró que *Sorubim lima*, realiza migraciones. Caso contrario informa Viña y Mojica (1991), Mojica *et al.* (1994) en donde encuentran que *Sorubim lima* no realiza migraciones y es una especie residente permanente del río Magdalena si las condiciones ambientales no les son desfavorables. También Lowe-Mc Connel (1975) Welcomme (1979) y Arias (1985) anotan que muchas de las especies de peces del río Magdalena con carácter migratorio, no migran si las condiciones ambientales no les resultan suficientemente adversas. Situación similar a la descrita para el Magdalena se ha observado en la cuenca del río Catatumbo en donde al finalizar las lluvias los peces salen hacia el río iniciando de finales de diciembre a enero (sequía) la migración de subienda, a la cabeza va *Astyanax fasciatus*, seguida por *Prochilodus magdalenae* y los peces de la familia Pimelodidae.

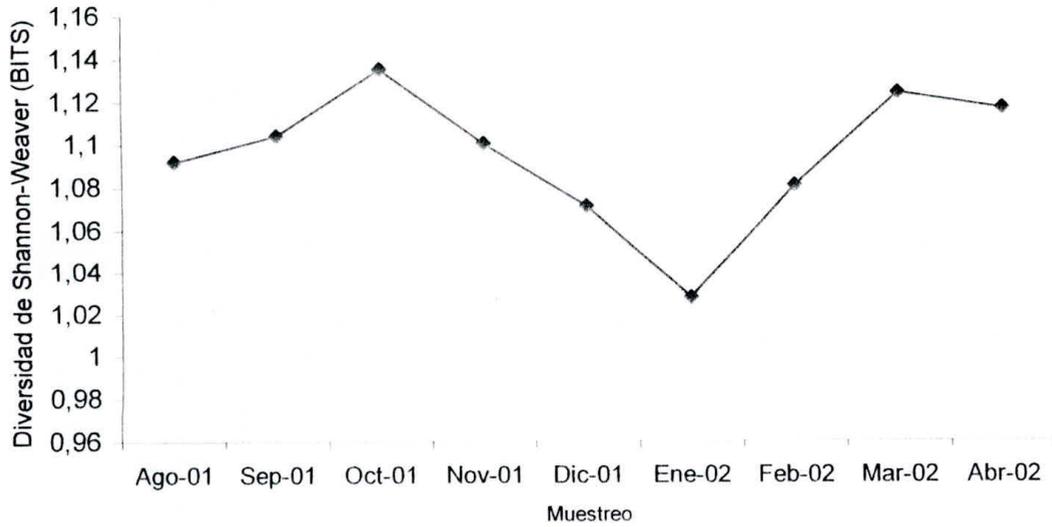
Con relación a las épocas climáticas, se observó que durante la época de creciente el número de individuos capturados disminuyó notoriamente con relación a las capturas en época de estiaje (tabla 3). Esto probablemente a que muchas de las especies cumplen un ciclo de migración aumentando su número en los meses de bajo nivel de agua, aunque todos los peces encontrados están dentro de la categoría de especies permanentes del área de estudio a excepción de *Aequidens pulcher* o a que los métodos y artes de pesca utilizados aunque capturan un elevado número de individuos también presentan limitaciones de muestreo, inherente a cada arte.

Durante el período de aguas altas la eficiencia de las capturas es baja y requiere mayor esfuerzo para mantener los rendimientos pesqueros. En contraste, en la época de estiaje la densidad íctica por unidad de área es mayor debido a la reducción de los biotopos disponibles (Barthem y Goulding, 1997).

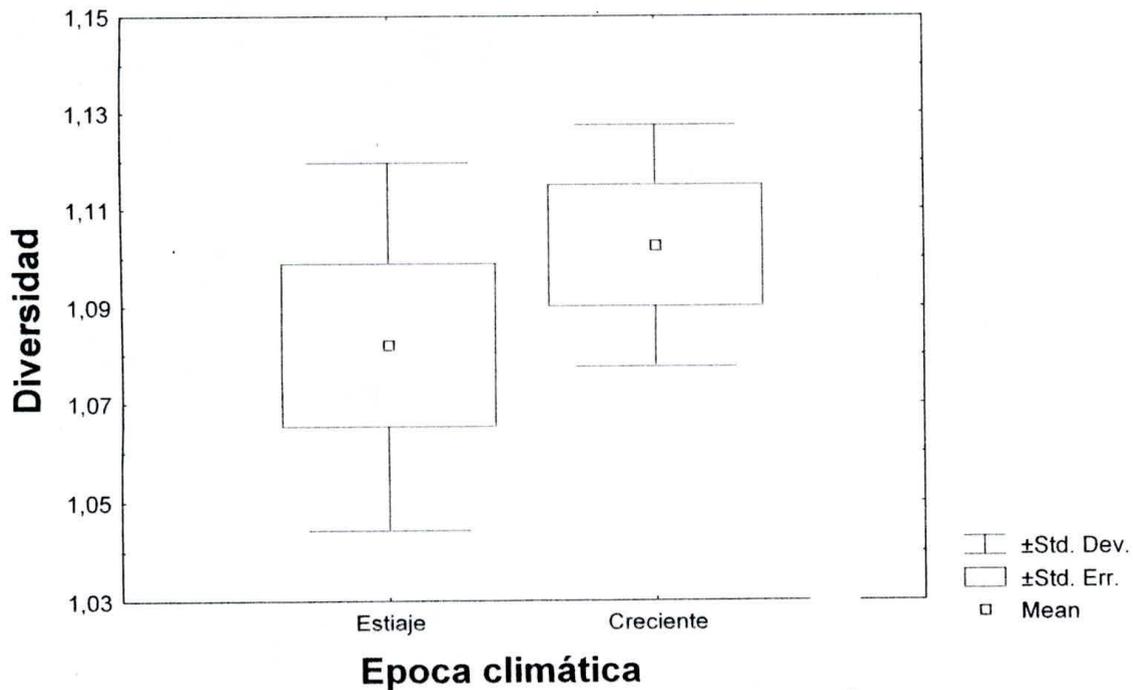
Según Galvis *et. al.* (1989) en un estudio ecológico en el río Metica encontraron que durante la época de aguas altas, el número de ejemplares capturados disminuye notoriamente en relación con las capturas en época de estiaje, debido una parte a dificultades ocasionadas por la mayor profundidad de las aguas, y de otra por la mayor dispersión de los peces al aumentarse el área de inundación.

### **3.2.2 Diversidad y riqueza.**

El índice de diversidad de Shannon–Weaver y el de riqueza de especies de Margalef en el Brazo de Mompós del río Magdalena presentaron una variación muy notoria en cada uno de los meses muestreados. La diversidad tuvo su valor más bajo en el mes de enero con 1.02 bits y el mayor en octubre con 1.13 bits por individuo (figura 7) por épocas de estiaje y creciente resultaron valores de 1.08 y 1.10bits respectivamente (figura 8).



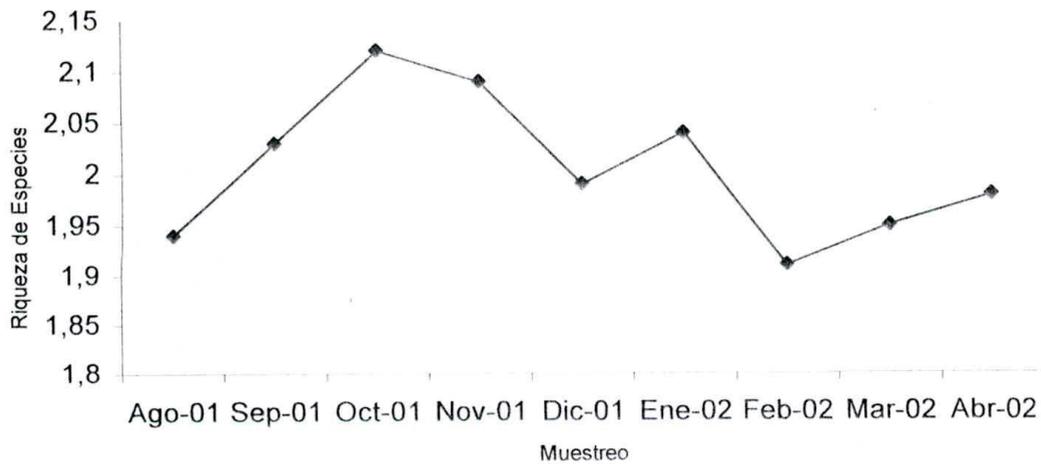
**Figura 7.** Diversidad de Shannon–Weaver en la ictiofauna del Brazo de Mompós del río Magdalena, entre agosto de 2001y abril de 2002.



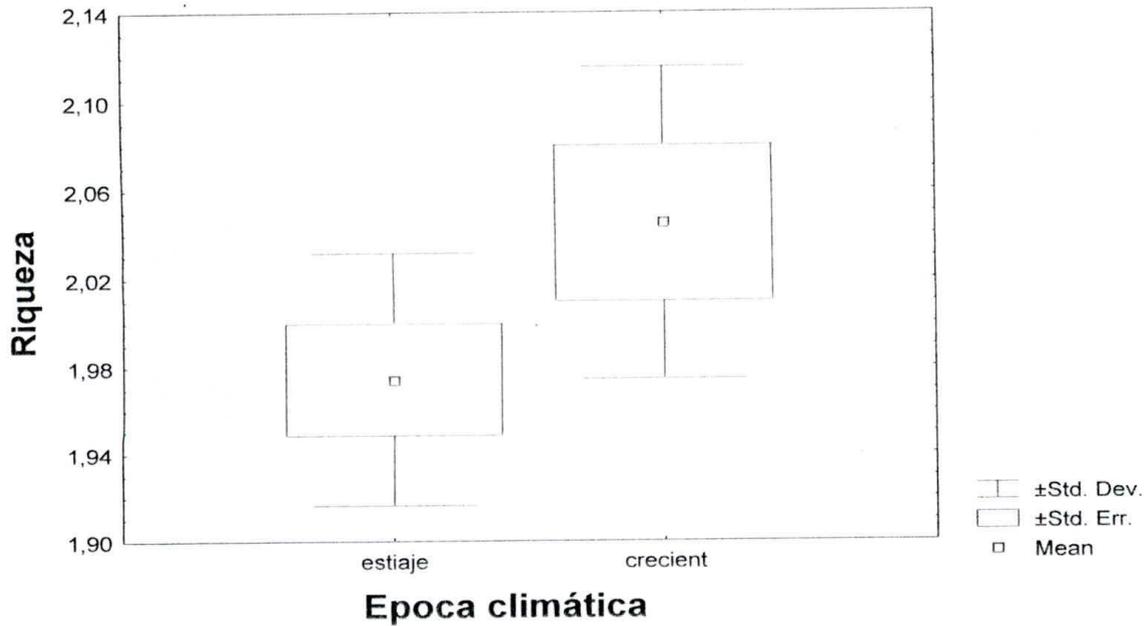
**Figura 8.** Comparación de la diversidad íctica entre épocas climáticas en el Brazo de Mompós.



La riqueza presentó su valor más bajo y más alto en los meses de febrero y octubre con 1.91 y 2.12 respectivamente (figura 9). Se observó que la riqueza aumenta de la época de estiaje a la de creciente con valores de 1.97 a 2.05 respectivamente (figura 10). A diferencia de este estudio Barthem y Goulding, 1997, encuentran que en la época de estiaje se presenta un incremento en la riqueza íctica en los ríos, debido a la presencia temporal de especies ícticas migratorias. Los valores de diversidad encontrados en este estudio son relativamente bajos, puesto que ésta suele estar entre 1 y 3.5 bits por individuo (Margalef, 1991).



**Figura 9.** Riqueza de especies de Margalef en la ictiofauna del Brazo de Mompós del río Magdalena, entre agosto de 2001 y abril de 2002.



**Figura 10.** Comparación de la riqueza íctica entre épocas climáticas en el Brazo de Mompós.

En este estudio los valores de diversidad son bajos con relación a los registrados por Cardona *et. al*, (1998) en un estudio sobre la composición y diversidad de los peces de la quebrada San Pablo en el Alto Cauca, donde informan valores de diversidad para la parte baja en época de creciente y estiaje de 2.86 y 2.71 bits respectivamente.

Según Margalef (1991) la diversidad es sensible al tipo de red empleado en la pesca. Aumenta ligeramente con el tamaño de la malla de la red, probablemente porque las redes de malla grande dejan escapar una parte de los individuos de las especies diminutas que, en número, suelen ser dominantes a la vez que retienen más fácilmente individuos de especies de mayor talla.

En los ríos, la diversidad es menor que en las aguas estancadas y aumenta en general aguas abajo. La contaminación del agua determina un descenso en la diversidad, tanto por establecer condiciones rigurosas que pocas especies pueden resistir, como por estimular el fuerte desarrollo de unas pocas especies en ambientes altamente fluctuantes e inestables. La diversidad y su variación son por tanto, un excelente indicador de polución (Margalef, 1991).

Arias (1975) anota que los bajos valores del índice de diversidad de Shannon-Weaver indican bajo número de especies (riqueza), pero alto número de individuos. Los índices ( $>3.0$ ) corresponden a áreas limpias; cuando el índice es ( $<2.0$ ), el área empieza a mostrarse bajo algún grado de contaminación.

Para Pielou (1975) la diversidad cumple con dos condiciones. (1) en una comunidad con número dado de especies, el índice de diversidad será máximo cuando todas las especies estén representadas en proporciones iguales y (2) en dos comunidades igualmente representadas, la comunidad con mayor número de especies será la que obtenga mayor índice de diversidad. Un índice de diversidad más alto que otro significa una mayor riqueza y abundancia.

El índice de diversidad de Shannon-Weaver en este estudio presenta valores bajos debido a que las especies no están representadas en proporciones iguales (tabla 4), no cumpliéndose la condición uno expuesta por Pielou (1975).

Se debe tener en cuenta que en el presente trabajo, se está tomando la diversidad y la riqueza por mes y la suma de los meses (épocas climáticas), es decir, la suma de muestras no contemporáneas sino sucesivas, por lo que sucede lo que señala Margalef (1981): "en cada uno de los diferentes meses del año, una comunidad puede manifestar una diversidad relativamente baja, pero la diversidad total, expresión de los individuos que han vivido durante todo el año puede ser muy alta".

Se ha supuesto que a una mayor diversidad corresponde una mayor estabilidad y se toma estabilidad como un estado deseable, como reflejo de "mejores condiciones ambientales", pero esto sólo es válido para sistemas que no presentan características limitantes tan notables además de un alto grado de variabilidad. La diversidad puede no ser deseable, si lo que se quiere es, por ejemplo, una mayor producción pesquera (Bateman, 1998).

La alta diversidad de especies de peces en áreas bajas de los ríos se debe principalmente a la oferta alimentaria que estas zonas presentan, correlacionado con factores bióticos, abióticos, depredadores, competencia por recursos e interacciones inter e intra específicas de las comunidades (Margalef, 1986; Nebiolo, 1987; Machado–Allison, 1993; Machado–Allison y Moreno, 1993; Wootton, 1992).

Para determinar si el índice de diversidad de Shannon–Weaver y el de riqueza de especies de Margalef diferían entre épocas climáticas, se aplicó un análisis de varianza de una vía, con el cual se comprobó que la diversidad no presentó diferencias estadísticamente significativas ( $F_{1,7} = 0.86$  ;  $p = 0.38$ ) por épocas climáticas. Para la riqueza en análisis de varianza mostró que no hubo diferencias significativas ( $F_{1,7} = 2.77$  ;  $p = 0.13$ ) entre épocas climáticas.

### **3.2.3 Relación del patrón biológico con las variables físico – químicas.**

La tabla 5 muestra los resultados de las correlaciones entre las variables bióticas y abióticas, dadas por el BIO–ENV. Allí se observa los valores máximos de correlación obtenidos por una variable y la combinación de dos, tres, cuatro y las cinco variables medidas. Así la variable que por si sola explica mejor los resultados es el caudal y el máximo valor de correlación se obtuvo para la combinación de dos variables: temperatura y caudal, con un 0.257 valor que

refleja el bajo poder de explicación de las variables medidas, ya que el valor de  $r$  varía entre -1 y +1.

**Tabla 5.** Relación de las variables ambientales y bióticas (BIO-ENV) para el Brazo de Mompós del río Magdalena (las cruces señalan la variables con máximo valor al tomar 1 o a la combinación de 2, 3, 4, y 5 de las variables tomadas y  $r$  es el valor de correlación).

No. de Variables	Oxígeno mg/l	Temp. °C	Dureza mmol/l	Condu. $\mu$ S/cm	Caudal $m^3/s$	$r$
2		X			X	0,257
3	X	X			X	0,212
2	X				X	0,183
1					X	0,172
1	X					0,078
1		X				0,057
3		X	X		X	0,038
4	X	X	X		X	0,003
2	X	X				-0,004
4	X	X		X	X	-0,005

Esto quiere decir que dentro del Brazo de Mompós del río Magdalena durante los meses de estudio, la estructura de la ictiofauna obtenida no puede ser explicada solamente por los cambios en las variables físico - químicas medidas.

El bajo poder explicativo (según los resultados obtenidos en el BIO-ENV) que tuvieron las variables ambientales medidas dentro del área de estudio indica que a esta escala no son las variables medidas, ni solas ni en conjunto, las que explican de una manera contundente el por qué los peces se distribuyen como lo hacen. Quiere decir esto, que hay otras variables no tenidas en cuenta, que explican el patrón; entre las que pueden estar las relaciones interespecificas, los efectos de la

pesca, la cantidad de clorofila, la vegetación presente, las características del fondo etc. (Bateman, 1998).

No se debe dejar de tener en cuenta también, la movilidad y baja fidelidad de los peces a los sitios, que es como señala Warwick (1993), una de las grandes dificultades en su estudio pues hace más complicado determinar las variables que afectan a la comunidad, que lo que podría obtenerse en comunidades más sedentarias.

Es importante mencionar que si bien existe homogeneidad en los meses y no se observa la clara formación de épocas climáticas, y el hecho de haber escogido un alto valor de corte en el dendrograma (figura 5) y en el que solo se aprecia tendencia a formar épocas en el MDS (figura 6), muestra que existe un alto grado de similitud en los meses. Lo anterior denota lo constante que es esta comunidad, a pesar de las variaciones en el ambiente (o por ellas).

Esto también muestra por qué el poder explicativo de las variables físico-químicas es tan bajo, ya que el ambiente puede variar, pero el grueso de la comunidad permanece a lo largo de los meses de estudio con modificaciones mínimas.

Según Bateman (1998) los resultados de bajos valores de correlación reflejan la adaptación de las especies que dominan la comunidad a las variaciones ambientales propias de este tipo de sistemas, ya que los cambios en estas variables pertenecen a los rangos normales, a los que se han adaptado las especies que viven allí y que, lejos de ser un problema, son los que les permiten ser dominantes y permanentes y excluir a otras especies que podrían ser competidoras.

Con relación a la diversidad y la riqueza se observó que éstas presentaron su mayor valor en la época de creciente figura 8 y 10 respectivamente y según los

resultados del BIO - ENV (tabla 5) la temperatura y el caudal fueron las variables que, aunque en bajo valor, explican de algún modo la estructura de la ictiofauna del Brazo de Mompós del río Magdalena. Hay que tener presente que también una segunda combinación de variables oxígeno disuelto, temperatura y caudal entran a jugar papel importante en la estructura de la ictiofauna, esto indica que los índices de diversidad y riqueza probablemente se afectan cuando estas variables físico-químicas se alteran, siendo las demás variables insignificantes en las posibles fluctuaciones de la diversidad y la riqueza.

Cardona *et. al.* (1998) en un estudio realizado en la quebrada San Pablo en el Alto Cauca encontraron que la temperatura y el oxígeno disuelto explican la mayor variación del índice de diversidad en la estación lluviosa.

El caudal asociado con la velocidad de la corriente tiende a variar más en las partes bajas que en los tramos altos de los ríos, lo que ocasiona así una mayor heterogeneidad de hábitat y por lo tanto el incremento de las interacciones bióticas determina el incremento de la distribución y la abundancia de peces en la parte baja de los ríos (Wootton, 1992).

Los registros de diversidad están sujetos a los cambios máximos de las condiciones ambientales (Thioulouse y Chessel, 1992), y reflejan el grado de explotación del recurso, la estabilidad ambiental, los tipos de relaciones tróficas y el parasitismo. Indudablemente la complejidad de la red trófica se relaciona con la diversidad (Margalef, 1986; Naeem, 1996).

Warwick (1993) señala que un punto problemático en el estudio de las comunidades es que muchas variables ambientales pueden modificar la estructura de la comunidad y es difícil separar estos efectos de los producidos por una variable en particular.

Welcomme (1979) indica que las causas que influyen en la migración de los peces están implicados un gran número de factores, incluyendo cambios en las variables físico – químicas como temperatura y caudal, entre otras, así como el ensamblaje mismo de las condiciones que marcan el inicio de la inundación. Es probable que cada especie esté afectada por varios factores en diferentes niveles y como inductores externos son únicamente efectivos cuando se imponen sobre el ritmo fisiológico interno de cada pez, siendo necesarias condiciones determinadas para la mayoría de las especies.

En el Brazo de Mompós del río Magdalena la variación de la temperatura no superó 1°C. Esta tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se realizan en el seno de las aguas, por ejemplo en la solubilidad de los gases y de las sales, así como las reacciones biológicas que tienen una temperatura óptima para poder realizarse. Una temperatura elevada implica la aceleración de la putrefacción y por tanto un aumento de la demanda de oxígeno y probablemente disminuye la solubilidad de éste en el agua (Quirós, 1999).

Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto encontradas no quieren decir que sus valores no estén dentro de los rangos permisibles. Los valores mínimos registrados pueden deberse a la hora en que se tomó la muestra y a la cantidad de materia orgánica presente en el agua. El oxígeno disuelto del agua en general se encuentra en proporciones suficientes para permitir la vida acuática, por lo cual se considera que el río es apto para el desarrollo de la ictiofauna ya que los promedios están en el rango de 4.0 mg/L que es el límite mínimo permitido para la respiración de los peces (Quirós, 1999)

La reducción en el nivel de oxígeno disponible tiene un notorio efecto en muchos procesos fisiológicos, bioquímicos y de comportamiento en los peces (Ultsch, 1978; Tesch, 1978; Bussing, 1993. Parma de Croux, 1994). Las limitaciones en la oferta metabólica, y en los procesos que involucran natación, migración y

alimentación son posiblemente causadas por hipoxia. Los niveles de oxígeno adecuados para tales actividades son necesarios para la sobrevivencia y establecimiento de las comunidades de peces (Cardona *et. al.* 1998). El porcentaje de consumo de oxígeno varía según la hora del día, época climática, temperatura, actividad y alimentación de los peces (Parma de Croux, 1994).

Un indicador en la composición de la ictiofauna del área de estudio es la mayor o menor influencia del río Magdalena por medio de su caudal, teniendo inundaciones máximas cada seis o siete años. Se ha visto que estos ciclos plurianuales en las crecidas del río Magdalena afectan de alguna manera a poblaciones biológicas, así que es lógico que también tenga repercusiones sobre la comunidad íctica (Kaufmann y Hevert, 1973).

Asociado al caudal del río Magdalena hay un aumento o disminución en la abundancia de peces por tanto la variación del caudal del río Magdalena es sin duda el factor más determinante de la comunidad íctica del Brazo de Mompós. Podría afirmarse que las variaciones en el caudal del río son una perturbación si esta se toma tal y como la define Picket y White (1985) en Bateman (1998): "cualquier evento discreto en el tiempo que cambia la estructura del ecosistema, la comunidad o la población y cambia los recursos, la disponibilidad del sustrato, o el ambiente físico" ya que el río Magdalena no solo hace que aumenten o disminuyan las variables físico-químicas del Brazo de Mompós, con la consecuente entrada o salida de algunas especies de peces que por lapsos de tiempo entran a formar parte de la comunidad, sino que también viene cargado de materiales en suspensión, nutrientes y contaminantes que cambian el ambiente físico, trayendo implicaciones para los peces.

La composición y estructura de la comunidad íctica está determinada por las características propias del momento, así como también por la intensidad y

duración que hayan tenido las temporadas de lluvia y sequía (Galvis *et. al.*, 1998).

En el Brazo de Mompós se observa que la ictiofauna no presenta gran variación a lo largo del tiempo de estudio, con relación a las variaciones presentadas en las variables físico – químicas medidas que, en vez de ser una barrera, han permitido que las especies se adapten mejor a las variaciones ambientales propias de este tipo de sistema y puedan llegar a ser especies dominantes y permanentes en el tiempo.

Por eso se observa que la composición de la comunidad íctica del área de estudio en cada uno de los meses de estudio es similar y dentro de cada uno se encuentran especies que presentan mayor abundancia con relación a las demás.

Masso (1978) anota que *Pimelodus blochii* es una especie de gran rusticidad y de excepcionales condiciones de adaptación, que tolera amplias variaciones de oxígeno disuelto y temperatura. Según Villaneda (1977) *Pimelodus grosskopfii* es una especie con amplio rango de adaptación en cuanto a la temperatura, oxígeno disuelto y dureza total. La principal especie con la que comparte el medio ambiente acuático es con *Pimelodus blochii*, siendo una de las especies mas abundante durante todo el año. Como fauna acompañante en el Magdalena podemos citar *Prochilodus magdalenae*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Sorubim lima*, *Leporinus muyscorum*, *Pseudopimelodus bufonius*, *Triportheus magdalenae*, *Cyphocharax magdalenae* y *Trachelyopterus insignis*.

Galvis *et. al.* (1989) dicen que *Eigenmannia virescens*, *Sternopygus macrurus*, y *Aequidens spp.* son especies de alto grado de tolerancia y adaptabilidad y se pueden encontrar en ambientes con altas temperaturas y deficitarios de oxígeno. En el área de estudio todas las especies son permanentes, a excepción de *Aequidens pulcher*, encontrándose su mayor número de individuos en los meses



de creciente. Esto es similar a lo encontrado por Cardona *et al.* (1998) en un estudio de la composición de la diversidad de los peces de la quebrada San Pablo en el Alto Cauca, en donde informan que colectaron una gran cantidad de individuos de *Aequidens pulcher* en época de creciente.

Un factor que puede explicar la composición de la ictiofauna dentro del área del Brazo de Mompós del río Magdalena es la disponibilidad de alimento. Según Yáñez-Arancibia (1985) una de las relaciones más fuertes de las especies con el ambiente, es el alimento.

Según Naeem (1996) en gran medida, el factor responsable de la composición y estructura de las comunidades es el alimento, aunque en la actualidad son más reconocidos los factores abióticos como reguladores de los sistemas.

Como señala Lastra *et al.* (1991) “el conocimiento de los distintos grupos tróficos da idea del modo y nivel de aprovechamiento de la energía dominante en el medio, a partir de los cuales se puede inferir el grado de estructuración y optimización de la comunidad animal dando una información indirecta sobre las características físicas del medio”.

Krebs (1985) señala que uno de los problemas de más difícil solución en el estudio de comunidades es determinar cuales, de los múltiples objetos que los humanos vemos en un hábitat, revisten importancia para los organismos.

## CONCLUSIONES

La estructura de la comunidad íctica del área de estudio, ubicada en la Depresión Momposina y comprendida entre el corregimiento de San Roque y Pampam Magdalena, se caracterizó en el periodo de estudio por no presentar una variación notable en el tiempo, de modo que todas las especies capturadas son permanentes; a excepción de *Aequidens pulcher* que es una especie accesoria.

Las especies que a lo largo del tiempo (meses de estudio) presentaron mayores porcentajes de abundancia en su orden son *Triportheus magdalenae*, *Astyanax fasciatus*, *Pimelodus grosskopfii*, *Pimelodus blochii*, *Trachelyopterus insignis*, *Rhamdia quelen*, *Cyphocharax magdalenae*. Las especies *Prochilodus magdalenae*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Sorubim lima* aumentaron su porcentaje de abundancia en los meses de estiaje debido a que son especies migratorias.

De acuerdo con el análisis de clasificación (dendrograma) y de ordenación (MDS) se observó que todos los meses son similares y éstos sólo muestran tendencias a formar grupos de épocas climáticas.

En el Brazo de Mompós del río Magdalena la diversidad y riqueza presentan valores relativamente bajos y éstos tienden a aumentar de la época de estiaje a la de creciente. Según los resultados obtenidos por el BIO – ENV, la temperatura y el caudal, aunque con bajos valores de correlación, son las variables que de una forma pueden explicar la variación de la diversidad y de la riqueza en el área de estudio.

Mediante el análisis de varianza de una vía se comprobó que el índice de diversidad de Shannon-Weaver y el de riqueza de especies de Margalef no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre épocas climáticas.

Los rangos de variación observados durante el período de estudio en la temperatura, oxígeno disuelto, dureza, conductividad y caudal no constituyen ninguna barrera para las especies que forman la comunidad; sino que por el contrario, esta tolerancia es lo que las hace dominantes y permanentes en estos ambientes. Esto explica los bajos valores de correlación de las variables físico - químicas medidas con los patrones bióticos obtenidos, además de señalar que hay otras variables, no medidas en esta investigación, que deben explicar de una mejor forma estos patrones.

De las variables físico-químicas medidas en el área de estudio se observó que el mayor valor de correlación se presentó entre la dureza y la conductividad.

Durante la época de creciente se observó que el número de especies ícticas capturadas disminuyó notoriamente con relación a las capturas en época de estiaje, debido probablemente a que muchas de las especies de peces cumplen un ciclo de migración aumentando su número en los meses de bajo nivel de agua.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios en particular sobre las especies *Prochilodus magdalenae*, *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Sorubim lima* debido al bajo valor en porcentaje en abundancia con relación a las demás especies capturadas en este estudio, ya que son especies de interés económicos para la región.

Por el bajo poder explicativo obtenido de las variables físico-químicas medidas (temperatura, oxígeno disuelto, dureza, conductividad y caudal) se concluye que debe haber otras que pueden ser efectos de la pesca, relaciones interespecíficas o disponibilidad del alimento, que pueden explicar mejor el patrón obtenido y que sería interesante explorar en trabajos posteriores.

También se recomienda que la intensidad de muestreo sea mayor (es decir dos veces al mes) y que la comunidad íctica sea estudiada por un periodo de tiempo más prolongado al utilizado en esta investigación, para observar si esta varía en función del tiempo.

Es importante que en estudios posteriores se tenga más en cuenta el tamaño de ojo de malla ( TOM) para que la comunidad ictica obtenida en el área de estudio sea más representativa.

## BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, E. 1981. IGAC. El Río Grande de la Magdalena. Banco de la República. Biblioteca Luis Ángel Arango. Bogotá. 129 pp.

ARDILA, C.A. 1994. Peces de agua dulce del Departamento del Atlántico, Colombia. *Dugandia* 5(1): 3 –12

ARIAS, P. 1975. Contribución al conocimiento Limnológico de la Ciénaga de Guarinocito y su relación con el río Magdalena. Trabajo de grado en Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. Colombia. 50 pp.

ARIAS, P. 1985. Las Ciénagas en Colombia. Divulgación pesquera, INDERENA. XXII: 39-67. Bogotá

ARIAS, P. ZARATE, M. ARBOLEDA, S. VERA, G. y BARRIOS, M. 1983. Situación actual de las pesquerías en la Cuenca Magdalena con base en datos de esfuerzos y captura entre 1977 y 1982. INDERENA. 43 pp. Bogotá. Mimeografiado.

ARQUEZ, O. 1996. Cultura anfibia y Educación Ambiental: dos respuestas de una comunidad para sobrevivir en el abandono. Fundación Neotropicos. Medellín. Colombia. *Licanea arborea* 1 (1) : 4-9

BARTHEN, R.B. y GOULDIN, M. 1997. Os bagres balizadores: ecología, migração e conservação de peixes amazônicos. Sociedad civil mamirauá, tefe – AM, Bracilia, CNPq, 140 pp.

BATEMAN, N. 1998. Estructura de la comunidad íctica de las lagunas del delta exterior del río Magdalena, en relación con la reapertura del canal Clarín. Trabajo de grado de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. D.C. Colombia. 117 pp.

BELTRÁN, I. ESTRADA, M. y VALDERRAMA, M. 2000. INPA. Plan de ordenación: manejo y aprovechamiento sostenible pesquero y acuícola en la cuenca del Río Grande de La Magdalena. Bogotá. 31 pp.

BLANCO, J. 1980. Algunos aspectos ecológicos y biológico pesquero de la lisa *Mugil incilis* (Pises: Mugilidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Trabajo de Grado. Fac. Cienc. Dpto. Biol. Univ. Nacional de Colombia. Bogotá. 81 pp.

BLANCO, J. y ÁLVAREZ, R. 1985. Composición de las comunidades ictiofaunísticas de los complejos lagunares y estuarinos de la Bahía de Cartagena, Ciénaga de Tesca y Ciénaga Grande de Santa Marta. Caribe Colombiano. Capítulo 25: 535-656. En: Yáñez Arancibia (Ed). Fish Community Ecology in estuaries and Coastal Lagoons: Towards and Ecosystem Interactions. UNAM Pres. México. 653 pp.

BUSSING, W. A. 1993. Fish Communities and Environmental Characteristics of a Tropical rain forest river in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 41 (3): 791-809.

CARDONA, M. ROMAN, C. JIMÉNEZ, J. y HURTADO, H. 1998. Composición y diversidad de los peces de la quebrada San Pablo en Alto Cauca. Colombia. *Bol. Ecotropica* 32: 11-23.

CASTRO, D. 1994. Peces del río Putumayo, sector Puerto Leguizamo. Corporación Autónoma Regional del Putumayo. Servigraficas Ltda. Mocoa, Putumayo. 174 pp.

CLARKE, R. M. 1993. Non-Parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian J. of. Ecol.* 18: 117-147.

CLARKE, K. R. y WARWICK, R. M. 2001. Change in Marine Communities: An approach to statistical Analysis and interpretation 2nd edition. Primer-E Ltd. Plymouth. 198 pp.

COLE, G. 1988. Manual de Limnología. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina . 405 pp.

DAHL, G. 1971. Los Peces del Norte de Colombia. INDERENA. Bogotá. 391 pp.

DIAZ DEL BASTO, J. 1970. Untersuchugen über die Fischfauna des Río Cesar Ein Beitrag Zur Tiergeographie Kolumbiens. Inaugural – Dissertation Zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaftlicher Fakultät der Justus Liebig – Universität Giessen. 60 pp.

DOADRIO, I. 1989. Catálogo de los peces de agua dulce del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Imprenta Aguirre. Madrid. 72 pp.

DOB BEN, M . y LOWE- Mc CONNEL. 1980 Conceptos Unificadores en Ecología. Editorial Blume. España. 397 pp.

DUCHARME , A. 1975. Proyecto para el Desarrollo de la Pesca Continental. INDERENA-FAO. Bogotá, Colombia. 42 pp.

ESCOBAR, J. 1975. Contribución al conocimiento de la contaminación por efluentes de refinerías en dos sistemas lenticos del valle del Magdalena Medio. Trabajo de Grado de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. Colombia. 68 pp.

EVANS, D.O. HENDERSON, B.A. BAX, N.J. MARSHALL, T.R . OGLESBY, R.T y CHRISTIE, W.J. 1987. Concept and methods of community ecology applied to freshwater fisheries management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 449 suppl. 2;448-470.

FERRATER, J. 1958. Diccionario de Filosofía. Editorial Sudamérica. Buenos Aires, cuarta edición, 1447 pp.

FIELD, J.G. CLARKE, K.R y WARWICK, R.M. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8: 37-52.

FOWLER, H. 1942. Lista de Peces de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 5(17) : 128 – 138.

GALACATOS, K. 1994. Fish community patterns of lagoons and asociated tributaries in ecuatorian amazon. Thesis M Sc. State. University of New York. 58 pp.

GALLO, J. 1988. Análisis preliminar de artes y métodos de pesca en la Ciénaga Grande de Santa Marta con énfasis en el bolicheo. *INDERENA. Trianea* (1): 229-242.

GALVIS, G. MOJICA, J. y CAMARGO, M. 1997. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Santafé de Bogotá. 118 pp.

GALVIS, G. MOJICA, J. I. y RODRÍGUEZ, F. 1989. Estudio ecológico de una laguna del desborde del Río Metica. Orinoquía Colombiana. Universidad Nacional de Colombia. Fondo FEN. 164 pp.

GAMBOA, H. 1994. Peces continentales de Quintana Roo, México. En: *Diversidad Biológica en la Reservas de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo, México*. Chetumal, Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO) Vol. 2: 305-360 pp.

GARCIA DE JALON, D. PRIETO, G. y HERVELLA, F. 1989. Peces Ibéricos de agua dulce. Ediciones Mundi- prensa. Madrid. 110 pp.

GREENSTREET, S. y HALL, S. J. 1996. Fishing and the ground fish assemblage structure in the north – western North-sea: an analysis of long term and spatial trends. *J. Animal. Ecol.* 65: 577 – 598

HIMAT. 1977. Proyecto Cuenca del Magdalena y Cauca. Convenio Colombo – Holandés. II Informe Final. Bogotá. 82 pp.

HUTCHESON, K. 1970. A test comparing diversities based on the Shannon formula. *J. Theoret. Biol.* 29: 151 – 154.

IGAC. 1973. Monografía del Departamento del Magdalena. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. 162 pp.

IGAC. 1978. Mompós (Material cartográfico). Escala 1:100.000; proyección según Gauss. Bogotá. IGAC (plancha No 54).

IGAC. 1993. Magdalena Características Geográficas. Subdivisión de Geografía. Bogotá. 147 pp.

IGAC. 1996. Diccionario Geográfico de Colombia. Tomo 3. Bogotá. 1848 pp.

INDERENA. 1986. Plan Nacional de Investigaciones Pesqueras. PLANIPES. Ministerio de Agricultura. Bogotá. 211 pp.

INPA. 1995. Boletín Estadístico Pesquero. 1994. INPA, Santafé de Bogotá, Colombia. 42 pp.

KAUFMANN, R. y HERVERT, F. 1973. El régimen fluviométrico del río Magdalena y su importancia para la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Mitt. Inst. Colombo-Aleman invest. Cient. Santa Marta* 7: 121-137.

KREBS, C. 1985. Ecología, estudio de la distribución y la abundancia. Ed. Harla S.A. México. 753 pp.

LAGLER, K. BARDACH, J. MILLER, R. y PASSINO, D. 1984. Ictiología. AGT. Editor S.A. México. 489 pp.

LASTRA, M. PALACIO, J. SÁNCHEZ, A y MORA, J. 1991. Estructura trófica infralitoral de la Bahía de Santander. *Can. Biol. Mar.* 32: 333-351.



LOWE- Mc CONNEL, R. 1975. Fish communities in tropical freshwater, longman. Londres. 235 pp.

LUDWING, J. A. y REYNOLDS, J. 1988. Statiscal Ecology. Willey interscience. 337 pp.

MACHADO – ALLISON, A. 1993. Los peces de los Llanos de Venezuela: Un ensayo sobre su historia natural. Universidad Central de Venezuela. Consejo Desarrollo Científico y Humanístico, Caracas. Segunda edición. 143 pp.

MACHADO – ALLISON, A. y MORENO, H. 1993. Estudio sobre la comunidad de peces del río Orituco, estado Guaricó, Venezuela. Parte I. Inventario abundancia relativa y diversidad. *Acta Biol. Venez.* 14(4): 77-94.

MARGALEF, R. 1981. Perspectivas de la teoría ecológica. Editorial Blume. Barcelona. 110 pp.

MARGALEF, R. 1986. Ecología. Editorial Omega S.A. Barcelona. 895 pp.

MARGALEF, R. 1991. Ecología. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 951 pp.

MASSO, E. 1978. Algunos aspectos de la biología del nicuro *Pimelodus clarias* Bloch 1795 (Cypriniformes: Pimelodidae) Trabajo de grado de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 40 pp.

MEJIA, L. S. 1997. Comunidades Íctica de los Cayos Colombianos de San Andrés y Providencia y su relación con la estructura y salud arrecifal. Tesis M Sc Biología marina. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 112 pp.

MILES, C. 1971. Los Peces del Río Magdalena. Universidad del Tolima. Ibagué. 214 pp.

MOJÍCA, J. I. 1999. Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 23 (Suplemento Especial): 547 – 566.

MOJÍCA, J. I. MIRANDA, D. y CAMARGO, M. 1994. Aspectos de la fauna íctica de la cuenca del río Catatumbo. En: *Memorias Segundo Seminario Nacional de Limnología*, Medellín. pp 3- 18.

MUUS, B. y DAHLSTRÖN. P. 1970. Los peces de agua dulce de España y Europa. Omega S.A. Barcelona. 232 pp.

NAEEM, S. 1996. Patterns in the distribution and abundance of grassland species. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 400-401.

NEBIOLO, E. 1987. Composición y estructura de la ictiofauna del río Chama, Merida Venezuela. *Biol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* Tomo XLI (144): 167- 184.

NELSON, J. S. 1994. *Fishes of the World*. 3 ed. New York. 597 pp.

ODUM, E. 1982. *Ecología*. Interamericana S.A. México. D.F. 639 pp.

ODUM, E. 1971. *Ecología*. Nueva Editorial Interamericana. Tercera Edición. México 639 pp.

ORTEGA, H. CRUZ, C. y GUTIÉRREZ, W. 1977. Ictiofauna de la zona de Pucallpa Loreto. Perú. Dirección general de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Dirección de Investigación Hidrobiológica. Universidad Nacional mayor de San Marcos. Lima Perú (30): 71.

OTERO, R. SOLANO, J. y GONZÁLEZ, A. 1986. Migración de los Peces del río Sinú. Proyecto Hidroeléctrica Alto Sinú. Edit. Graficas Corsa Ltda.. Universidad de Córdoba – CORELCA. Montería, Colombia. 106 pp.

PARMA DE CROUX, M. J. 1994. Metabolic rate and oxygen consumption requirements of some fish species from the middle Paraná river. *Acta Biol. Venez.* 15 (2): 1-10.

PIELOU, E.C. 1975. Ecological diversity. Willey-Interscience Publication. USA. 165 pp.

POTTER, I. C. CLARIDGE, P.M. HYNDES, G. A. y CLARKE, K .R.1996. Seasonal, annual and regional variations in the composition of the ichthyofauna in the Inner Severn estuary and Inner Bristol channel.

PUERTAS, D. 1996. Las dinámicas del río Magdalena. Fundación neotropicos. Medellín. Colombia. *Licanea arborea* 1(1): 24 – 30

QUIROS, H. 1999. Análisis limnológico actualizado del río Sinú y ciénagas anexas (Lorica y Betanci) a partir de la zona de represa, durante la fase de operación. Informe final. Empresa Multipropósito URRRA S.A. E.S.P. Proyecto URRRA I. Gerencia ambiental y socioeconómica. Montería. 151.pp.

RAMÍREZ, A. y VIÑA, G. 1998. Limnología Colombiana: Aporte su conocimiento y estadísticas de análisis. Panamericana. Bogotá, Colombia. 293 pp.

REICE, S .S. 1994. Nonequilibrium determinants of biological community structure. *American Scientist* 82: 424 – 435.

RODRÍGUEZ, F. y RODRÍGUEZ, G. 1976. Contribución al estudio bioecológico de la arenca *Triportheus magdalenae*, STEINDACHNER, 1878. *Divulgación pesquera* 3,4 (VII) INDERENA. Bogota. 17 pp.

ROLDAN, G. 1992. Fundamentos de Limnología Tropical. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín 529 pp.

ROMAN, C. 1995. Lista anotada de los peces de la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Ecotropica* (29) : 11-20.

ROMAN, C. LEHMANN, P. y RUBIO, E. 1999. Distribución y Constancia de los Peces del Río San Miguel y el Zanjón Bagazal en el alto del río Cauca, Colombia. *Actualidades Biológicas* 21 (71) : 163 –171.

THIOLOUSE, J. y CHESSEL, D. 1992. A method for reciprocal scaling of species tolerance and sample diversity. *Ecology* 73 (2): 670- 680.

TESCH, G. 1978. Oxygen consumption as a function of pH in three species of freshwater fishes. *Copeia*: 272 – 279.

ULTSCH, G .R. 1978. Oxygen consumption as a function of pH in three species of freshwater fishes. *Copeia*: 272 – 274.

VILLANEDA, A. 1977. Algunos aspectos biológicos de el capaz *Pimelodus grosskopfii* (Steindacher 1879). Trabajo de grado de Ecología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 43 pp.

VIÑA, G. y MOJICA J. I. 1991. Íctiología del río Catatumbo y su relación con los derrames de petróleo por atentados al oleoducto Caño Limón – Coveñas. ECOPETROL. DCC. Control Ambiental Cucuta (1).

WARWICK, R. M. 1993. Environmental Impact Studies on marine communities: pragmatical considerations. *Australian J. of. Ecol.* 18:63-80.

WEDLER, E. 1998. Introducción a la Acuicultura con Énfasis en el Neotropico. Litoflash. Santa Marta, Colombia. 388 pp.

WELCH, E. B. 1996. Ecological Effects of Wastewater. Chapman y Hall. Londres. 325 pp.

WELLCOMME , R. 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. Londres, longman. 317 pp.

WOOTON, R . J. 1992. Fish ecology. Chapman y Hall. New York. pp 59.

YAÑEZ – ARANCIBIA, A. 1975. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras: nota científica. *An del Inst. de Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. de México* 2(1): 53 – 60.

YAÑEZ – ARANCIBIA, A. (Ed). 1985. Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons towards and ecosystem integration. UNAM. Press. México. 654 pp.

