

# **ESTUDIO PRELIMINAR DE ALGUNOS ASPECTOS AMBIENTALES Y ECOLÓGICOS DE LAS COMUNIDADES DE PECES Y MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN EL RÍO TUTUNENDO, CHOCÓ, COLOMBIA**

por

**Yenecith Torres<sup>1</sup>, Gabriel Roldán<sup>2</sup>, Sonia Asprilla<sup>3</sup>, Tulia Sofía Rivas<sup>4</sup>**

## **Resumen**

**Torres Y., G. Roldán, S. Asprilla, T. S. Rivas:** Estudio preliminar de algunos aspectos ambientales y ecológicos de las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos en el río Tutunendo, Chocó, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* **30** (114): 67-76. 2006. ISSN 0370-3908.

Entre junio y octubre de 2003 se llevaron a cabo estudios relacionados con aspectos ambientales y ecológicos de las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos en tres estaciones del río Tutunendo, Departamento del Chocó, Colombia. Se estudiaron algunas características y variables fisicoquímicas como conductividad, pH, oxígeno disuelto y temperatura. Se capturaron 181 individuos distribuidos en tres órdenes, siete familias y doce especies, en su orden Siluriformes [3 familias, 7 especies y 128 especímenes (70.72%)]; Characiformes [3 familias, 3 especies y 43 individuos (23.53 %)]. Los muestreos permitieron recolectar 1211 macroinvertebrados acuáticos distribuidos en los órdenes Ephemeroptera (50.28%), Odonata (11.40%), Coleoptera (8.67%), Hemiptera (8.42%), Trichoptera (7.30%), Plecoptera (5.7%), Megaloptera (3.3%), Lepidoptera (2.31%), Diptera (0.37%) y Haplotaxida (0.08%); las familias Leptophlebiidae (37.24%), Naucoridae (8.42%) y Baetidae (8%) son las más representativas en número de individuos. Se estudió la relación de macroinvertebrados acuáticos y peces mediante la abundancia de presas encontradas en

<sup>1</sup> Auxiliar de Investigación, Trabajo de Grado Ingeniería Ambiental, Universidad Católica de Oriente, Rionegro. Correo electrónico: yene8025@yahoo.com

<sup>2</sup> Director Sistema de Investigación y Desarrollo, Universidad Católica de Oriente. Correo electrónico: grolan@uco.edu.co

<sup>3</sup> Vicerrectora de Investigación, Universidad Tecnológica del Chocó. Correo electrónico: saspri@hotmail.com

<sup>4</sup> Vicerrectora Académica, Universidad Tecnológica del Chocó. Correo electrónico: tuliasofia@yahoo.com

los estómagos de las especies *Geophagus pellegrini* y *Astyanax fasciatus*; *G. pellegrini*, demostró ser zooplanctófaga con preferencia por Baetidae, Leptohiphidae, Hydrobiopsidae, Leptoceridae y Naucoridae. En el Corregimiento de Tutunendo no existen pescadores potenciales; la economía se sustenta en sistemas productivos tradicionales, basados en la agricultura.

**Palabras clave:** Peces, macroinvertebrados acuáticos, bioindicadores, relaciones tróficas, río Tutunendo.

### Abstract

From June to October 2003 studies related to environmental and ecological aspects of fishes and macroinvertebrates in three sampling stations of Tutunendo river located in the Department of Chocó, Colombia, were carried out. Abiotic factors like conductivity, pH, oxygen and temperature were also measured. Eighty one hundred fish specimens, belonging to three orders, seven families and twelve species were collected. The order Siluriformes presented the greatest abundance (70.72%) with three families, seven species and 128 specimens, followed by Characiformes with three families, three species and 43 specimens (23.53%). At the same time 1.211 aquatic macroinvertebrates were collected represented by the orders Ephemeroptera (50.28%), Odonata (11.40%), Coleoptera (8.67%), Hemiptera ( 8.42%), Trichoptera (7.30%), Plecoptera (5.7%), Megaloptera (3.3%), Lepidoptera (2.31%), Diptera (0.37%) and Haplotaxida (0.08%). The families Leptophlebiidae (37.24%), followed by Naucoridae (8.42%) and Baetidae (8%) were the most represented. Relationship between fishes and macroinvertebrates as food items in *Geophagus pellegrini* and *Astyanax fasciatus* were also studied. *G. pellegrini* was zooplanctophage with preference for Baetidae, Leptohiphidae, Hydrobiosidae, Leptoceridae and Naucoridae. Finally, the present work indicated that Tutunendo town does not have potential fishery; the economy is supported in productive traditional systems based in the agriculture, complemented with fishery and extractive activities.

**Key words:** Fishes, aquatic macroinvertebrates, trophic relations, bioindication, Tutunendo river.

### Introducción

Los ecosistemas tropicales presentan mayor diversidad que los subtropicales; en parte gracias a su mayor estabilidad climática, que ha permitido una mayor especialización trófica de las especies. Allí, el clima juega un papel importante en los procesos de dispersión y factores como la cantidad de precipitación y la reproducción, alimentación, crecimiento y temperatura, ligada con la altitud, se constituyen en los principales componentes que enmarcan los ecosistemas dulceacuícolas tropicales (Ramírez & Viña, 1998).

El estudio ecológico de los sistemas lóticos tiene como objetivo principal entender los mecanismos y procesos responsables de las diferencias y/o similitudes entre las comunidades y la relación con las características fisicoquímicas del agua donde se desarrollan (Machado & Roldán, 1981). Las principales comunidades bióticas zoológicas que se desarrollan en las aguas continentales son las de macroinvertebrados acuáticos y peces (Roldán, 1992). Estas comunidades han adquirido una creciente

importancia en los estudios de los ecosistemas acuáticos debido a que las variables fisicoquímicas sólo dan una idea puntual sobre la calidad del agua y no informan sobre las variaciones en el tiempo (Alba-Tercedor, 1996). Las comunidades acuáticas actúan como testigos del nivel de deterioro ambiental de las corrientes superficiales; en especial los macroinvertebrados fueron propuestos desde hace ya varias décadas como indicadores de calidad de aguas (Hynes, 1962; Mylinsky & Ginsburg, 1977; Hawkes, 1979). Estos organismos viven en ecosistemas lóticos o lénticos de agua dulce, adheridos a piedras, troncos y hojarascas, o enterrados en el fondo (Roldán, 1992).

Los peces de agua dulce, se adaptan mejor en aguas eutróficas y profundas (Ramírez & Viña, 1998) y sitios con variedad de hábitats, donde se presenta mayor diversidad de especies y menor grado de dominancia (Barrela *et al.*, 1994). En estos hábitats se desarrollan importantes variedades morfológicas que explotan de diversos biotopos en el área (Machado-Allison & Moreno, 1993); esta dinámica podría verse afectada por las actividades

antrópicas insostenibles sobre la ictiofauna (Dahl, 1960 a).

A través de este trabajo se conoce la composición y estructura de la fauna íctica y de macroinvertebrados acuáticos, así como la calidad del agua y las relaciones tróficas de las comunidades de estudio en tres ambientes del Río Tutunendo. Con esta investigación se da inicio a una base de datos que permitirá conocer la diversidad, en el área y desarrollar futuros programas de conservación.

## 1. Métodos

### 1.1 Área de estudio

El río Tutunendo se enmarca dentro del sistema hídrico del medio Atrato. Hace parte del corregimiento del mismo nombre, el cual se encuentra ubicado a 19 km, dirección nordeste de la Ciudad de Quibdó, capital del Departamento del Chocó, sobre la vía que conduce a la Ciudad de Medellín entre los  $5^{\circ} 45' N$  y  $76^{\circ} 33' W$ , a una altitud de 54 msnm. Se ubica en la región fitogeográfica selva pluvial central, donde se concentran la mayor pluviosidad del Departamento y una de las mayores riquezas en especies de flora a nivel mundial (Gentry, 1986). Para la realización de este trabajo se establecieron tres estaciones de muestreo localizadas en la parte media del río Tutunendo (Figura 1).

**Estación I:** Se localiza entre los  $5^{\circ} 45' 44'' N$  y  $76^{\circ} 32' 21' W$ , en la desembocadura de la Quebrada Cacho de Oro. Se caracteriza por presentar abundante hojarasca, aguas muy claras y rápidas, con pocas áreas de remanso, lecho principalmente rocoso. Las riberas se encuentran ampliamente protegidas de un bosque denso. No existe una comunidad perífítica de importancia.

**Estación II:** Situada en la zona habitacional del corregimiento se localiza entre los  $5^{\circ} 45' 45'' N$  y  $76^{\circ} 33' 35'' W$ , Se caracteriza por presentar aguas claras y ligeramente rápidas, lecho rocoso-arenoso y abundante hojarasca. No existe una comunidad perífítica de importancia. Cerca de la ribera en la margen izquierda crecen abundantes zingiberáceas, gramíneas, ciperáceas y marantháceas. En la margen derecha se observan asentamientos humanos, de donde se vierten aguas residuales y domésticas al río, debido a la falta de alcantarillado público.

**Estación III:** Situada a 20 minutos río abajo de la zona habitacional del Corregimiento de Tutunendo, se localiza entre los  $5^{\circ} 45' 45'' N$  y  $76^{\circ} 33' 40'' W$ , en la desembocadura de la Quebrada Catugadó, curso por el que se vierten al río aguas producto del aprovechamiento minero a mediana escala. En esta zona, el río retiene en su



**Figura 1.** Localización del área de estudio. A. República de Colombia, Departamento del Chocó. B. Detalle del sistema hídrico del Medio Atrato; ríos Atrato, Neguá, Ichó y Tutunendo. C. Microcuenca del río Tutunendo y estaciones de muestreo: I. Cacho de Oro, II. Piedra del Diablo, III. Catugadó.

lecho roca, arena y grava, por la cual presenta aguas medianamente turbias.

### 1.2 Toma de datos

**1.2.1 Características fisicoquímicas:** Se registraron *in situ* el pH, la conductividad, la temperatura y el oxígeno disuelto, mediante la utilización de un Horiba multiparámetro. Además se tuvieron en cuenta los registros de pluviosidad del IDEAM para los meses del estudio.

**1.2.2 Muestreo e identificación de peces:** Se utilizaron atarrayas con ojo de maya de 2.3 cm; se realizaron faenas de pesca diurnas o nocturnas, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona, con arrastres a favor y en contra de la corriente en un recorrido de 300 m de longitud. Adicionalmente se observaron algunas características del hábitat de las especies más abundantes. Los especímenes capturados se fijaron *in situ* en frascos de

vidrio con formol al 10% y fueron trasladados al Laboratorio de Zoología de la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH).

Al finalizar la fase de campo los peces se fijaron en alcohol al 70% y se determinaron, con el apoyo de claves, listas y descripciones (Eigenmann, 1922; Dahl, 1971; Castillo, 1981; Rivas, 1993; Galvis & Camargo, 1997).

**1.2.3 Muestreo identificación de macroinvertebrados acuáticos:** La recolección de macroinvertebrados acuáticos se realizó mediante una red de pantalla con ojo de malla de 1 mm aplicada a un área de 1.2 m<sup>2</sup> y con frecuencia de tres arrastres en corrientes y/o remansos. Para que las muestras fueran representativas, la recolección se complementó tomando manualmente piedras, hojas y demás sustratos para separar de ellos los organismos que presentan ganchos u otros órganos que les permiten adherirse. Las muestras recolectadas se fijaron *in situ* en frascos de plástico de 30 mm con alcohol al 70% y se trasladaron al Laboratorio de Limnología de la Universidad Tecnológica del Chocó, donde fueron identificados con la ayuda de diferentes claves taxonómicas (Novelo & González, 1986; Roldán, 1988; Merritt & Cummins, 1996). Posteriormente se trasladaron al laboratorio de Limnología de la UCO para su corroboración taxonómica.

**1.2.4 Hábitos alimentarios de peces:** Para conocer la relación entre los peces y los macroinvertebrados acuáticos, se seleccionaron individuos de dos especies, con hábitos alimenticios carnívoros (Dahl, 1971; Machado-Allison & Moreno, 1993; Román-Valencia, 1998; Valtierra & Schmitter, 2000; Román-Valencia & Muñoz, 2001), y que presentan importancia sociocultural para los habitantes aledaños al río. Las especies seleccionadas fueron *Geophagus pellegrini* y *Astyanax fasciatus*; de acuerdo con algunos métodos citados por Prejs & Colomine (1981) se extrajeron de los estómagos los macroinvertebrados acuáticos ingeridos como alimento. Estos organismos se almacenaron en frascos de plástico con alcohol al 70% y fueron identificados por especialistas.

### 1.3 Tratamiento estadístico

Se utilizó la técnica de análisis de múltiples variables para identificar asociaciones posibles entre los datos de variables fisicoquímicas, utilizando la media (m) como medida de tendencia central, la desviación estándar (S) como medida de dispersión absoluta y el coeficiente de variación de Pearson (CV) como medida de dispersión relativa. Para determinar la similitud entre las estaciones y los posibles conjuntos ictiofaunísticos y de macroinvertebrados, se procedió a realizar un Análisis de Agrupa-

miento jerárquico, utilizando el método Ward's y la Distancia Euclidiana simple en el programa Statgraphics plus versión 5.0. Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver (1949), dominancia de Simpson (1945), riqueza de Margalef (1951) y equidad de Pielou (1966) para evaluar la estructura numérica de las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos. La constancia de ocurrencia de peces se determinó mediante la utilización de la ecuación de Dajoz (1972). Posteriormente utilizando el análisis de componentes principales y correlación simple se determinó la dependencia o independencia lineal de cada una de las comunidades muestreadas con los factores fisicoquímicos registrados. Este análisis se realizó con la ayuda del programa Statgraphics plus versión 5.0. Finalmente se aplicó el BMWP (Biological Monitoring Working Party Store System), utilizando la adaptación de este índice para Colombia Roldán (2003), con el objeto de evaluar la calidad de las aguas de cada una de las estaciones muestreadas.

## 2. Resultados

**2.1 Variables fisicoquímicas:** ninguna de las variables presentó variaciones significativas durante los meses de estudio (Tabla 1).

El oxígeno disuelto alcanzó valores que oscilaron entre 6.3 y 7.65 mg/l. El pH registró su máximo valor en la estación III (7.67) y el mínimo en la estación I (7.08). La conductividad fue baja; se registraron los máximos valores (30  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) para las estaciones III y I y el mínimo para la estación II (20  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). Los niveles de temperatura se mantuvieron entre 24°C y 26°C y se obtuvo el mayor coeficiente de variación para la estación II (CV = 3.58) seguida de las estaciones I (CV = 3.41) y III (CV = 2.04). La variable climática pluviosidad registró un total de 12.874 mm para el año 2003 y de 6.803 mm para los meses de estudio, donde se presentan las pluviosidades más altas en octubre y julio con 1.814 mm y 1.699 mm respectivamente (IDEAM, 2003).

**2.2 Fauna íctica:** se capturaron 181 individuos, distribuidos en tres órdenes, cinco familias, y doce especies; el grupo más abundante lo constituyeron los peces del orden Siluriformes (seis spp, 72.93%), seguido del orden Characiformes (tres spp, 23.19%) y de los peces del orden Perciformes (dos spp, 3.31%). *Chaetostoma leucomelas* con un total de 103 individuos, fue la especie con mayor número de capturas (56.91%), siendo constante para las estaciones I y III. *Astyanax fasciatus* con treinta y cuatro individuos capturados fue accesoria para la estación II y accidental para las estaciones I y III, *Lasiancistrus caucanus* fue acci-

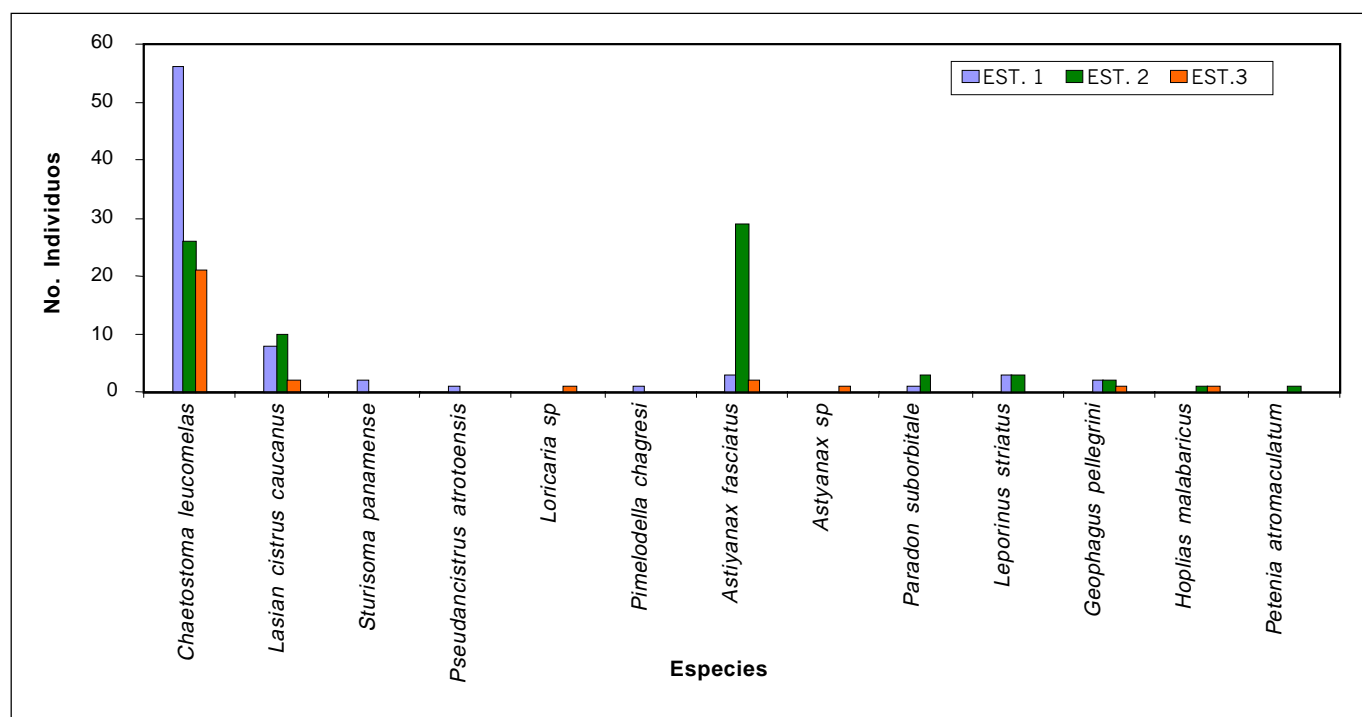
dental para las tres estaciones (Figura 2). En cuanto a la diversidad, la estación II con un índice de 1.47 registró la mayor diversidad de especies ícticas para el río, seguida de las estaciones I con 1.09 y III con 1.08.

En el Análisis de Componentes Principales (ACP), la primera y segunda componente explican la totalidad de

la variabilidad de los datos (CP1 = 64.25 y CP2 = 35.75). En la figura 3 se observa como la CP1 agrupa a la derecha los parámetros fisicoquímicos oxígeno disuelto, pH, temperatura y el índice de equidad y a la izquierda los índices riqueza y dominancia. La CP2 por su parte, relaciona el parámetro conductividad y el índice de diversidad y los parámetros fisicoquímicos pH, oxígeno disuelto

**Tabla 1.** Coeficientes de variación, medias y desviación estándar de parámetros fisicoquímicos por estaciones de muestreo en el río Tutunendo.

| Variables                            | Estación I |       |           |                     | Estación II |       |           |                     | Estación III |       |           |                     |
|--------------------------------------|------------|-------|-----------|---------------------|-------------|-------|-----------|---------------------|--------------|-------|-----------|---------------------|
|                                      | Rango      | % C.V | $\bar{X}$ | Desviación estándar | Rango       | % C.V | $\bar{X}$ | Desviación estándar | Rango        | % C.V | $\bar{X}$ | Desviación estándar |
| pH (unidades)                        | 7,08-7,65  | 2.58  | 7.45      | 0.19                | 7,20-7,55   | 1.8   | 7.48      | 0.13                | 7,09-7,67    | 2.61  | 7.5       | 0.19                |
| Conductividad eléctrica $us.cm^{-1}$ | 19,1-30    | 18.79 | 20        | 4.1                 | 20-23       | 6.02  | 20.5      | 1.26                | 19-30        | 20.03 | 20        | 4.27                |
| Oxígeno disuelto (mg/l)              | 6,4-7,64   | 7.12  | 7.15      | 0.5                 | 6,3-7,64    | 7.45  | 7.2       | 0.52                | 6,4-7,65     | 6.84  | 7.25      | 0.49                |
| Temperatura del agua ( $^{\circ}C$ ) | 27-26      | 3.41  | 24        | 0.84                | 24-26       | 3.58  | 25        | 0.89                | 25-26        | 2.04  | 25.3      | 0.52                |



**Figura 2.** Abundancia de las especies ícticas recolectadas en las estaciones de muestreo en el río Tutunendo entre junio y octubre de 2003.

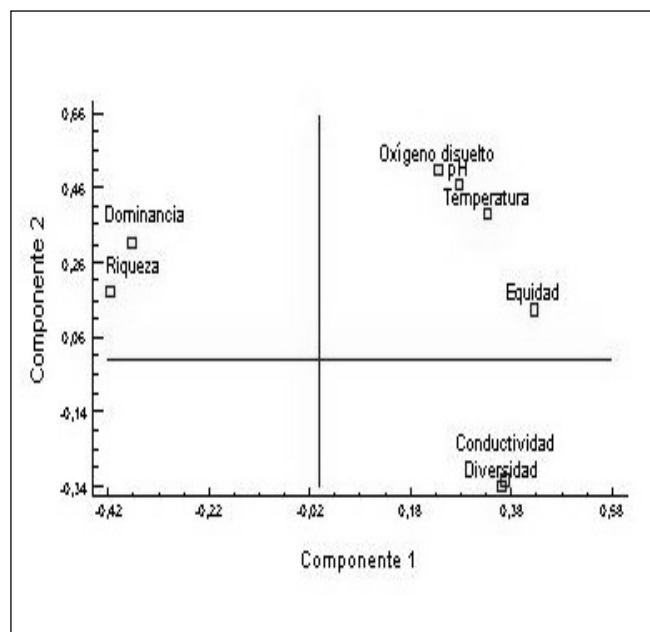
y temperatura. Existe relación significativa entre conductividad y diversidad ( $r= 0.9998$ ;  $p= 0.0140$ ) y conductividad y dominancia ( $r= -1.000$ ;  $p= 0.0$ ). De esta forma se expresa que un aumento en la temperatura, oxígeno disuelto y pH aumenta la equidad mientras disminuye la dominancia y riqueza y viceversa; una disminución en la conductividad disminuye la diversidad de especies ícticas mientras aumenta su riqueza y dominancia y viceversa.

Las estaciones I y II fueron similares en cuanto al coeficiente de 22.34; presentaron seis especies en común, correspondientes al 50% de las registradas en este estudio. Las estaciones I y III y las estaciones II y III con solo cuatro especies en común correspondientes al 33.33%, presentaron coeficientes de 25.53. Se determinaron además los conjuntos ictiofaunísticos entre las diferentes estaciones muestreadas (Figura 4). Las especies más representativas fueron *Astyanax sp.* y *Loricaria sp.*; *Pimelodella chagresi*, *Pseudancistrus atratoensis* y *Sturisoma panamense*. Otro conjunto ictiofaunístico de importancia, lo forman las especies *Petenia atomaculatum*, *Astyanax fasciatus* y *Lasiancistrus caucanus*. Las especies menos relacionadas entre sí, en las estaciones de estudio fueron *A. fasciatus* y *Chaetostoma leucomelas*.

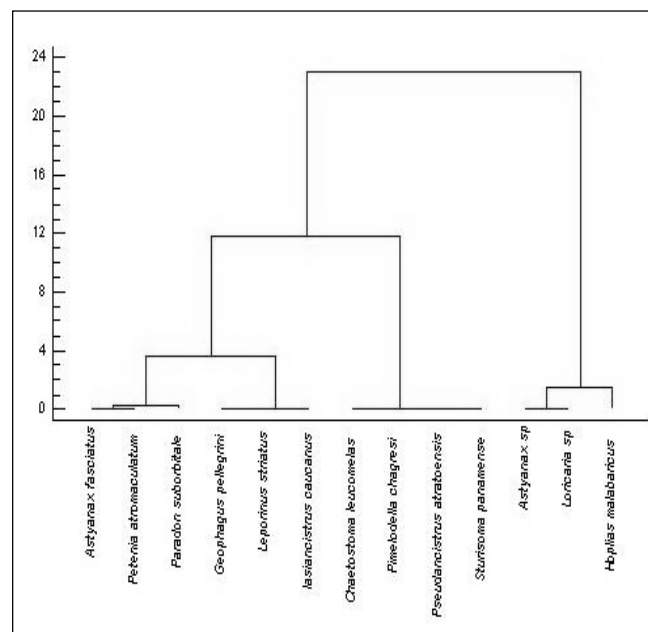
**2.3 Macroinvertebrados acuáticos:** se recolectaron 1.211 individuos distribuidos en los órdenes Ephemeroptera, Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Trichoptera,

Plecoptera, Megaloptera, Lepidoptera y Haplotoxida (Tabla 2). Leptophebiidae fue la familia más representativa (451 individuos, 37.24%). Todas estas familias se pueden encontrar levantando piedras, ramas, hojas, troncos o mediante el empleo de mayas; los individuos de la familia Pyralidae, solo se encontraron adheridos a piedras sobre las cuales forman una tela sedosa. En cuanto a la diversidad, la estación I con un índice de 2.39 registra la mayor diversidad de macroinvertebrados para el río Tutunendo, seguida de la estación III con 2.16 y de la estación II con 2.15 de diversidad.

En el Análisis de Componentes Principales (ACP) la primera y segunda componente explican la totalidad de la variabilidad de los datos ( $CP1 = 76.34$  Y  $CP2 = 23.66$ ). La CP1 agrupa a la derecha los parámetros fisicoquímicos oxígeno disuelto, pH, temperatura y los índices de dominancia y riqueza y a la izquierda los índices equidad y diversidad. La CP2 relaciona a la derecha el parámetro oxígeno disuelto con los índices de riqueza y diversidad y el parámetro conductividad con el índice de dominancia (Figura 5). Se observa una relación significativa entre pH y equidad ( $r = -0.9998$ ;  $p = 0.0140$ ); y oxígeno y equidad ( $r = -0.9979$ ;  $p = 0.0408$ ). De esta forma se nota que un aumento en la temperatura, pH y oxígeno disuelto aumenta la dominancia de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, mientras disminuye su equidad y diversidad y viceversa; un aumento en la



**Figura 3.** Análisis de componentes principales entre variables fisicoquímicas y especies ícticas.



**Figura 4.** Dendrograma de agrupamiento. Conjuntos ictiofaunísticos por estaciones de muestreo en el río Tutunendo.

**Tabla 2.** Lista de macroinvertebrados acuáticos recolectados en el río Tutunendo.

| Órdenes       | Familias          | Muestréos |           |           |            |           |           |            |           |           |           |            |           |            |           |           |           |           |          | Total       |
|---------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|
|               |                   | M1        |           |           | M2         |           |           | M3         |           |           | M4        |            |           | M5         |           |           | M6        |           |          |             |
|               |                   | 1         | 2         | 3         | 1          | 2         | 3         | 1          | 2         | 3         | 1         | 2          | 3         | 1          | 2         | 3         | 1         | 2         | 3        |             |
| Coleoptera    | Elmidae           | 2         | 3         | 6         | 12         | 2         | 2         | 2          | 1         | 1         | 4         | 3          | 5         | 10         | 2         | 4         | 4         | 5         |          | 68          |
|               | Psephenidae       | 1         |           | 2         | 8          | 1         | 1         | 3          |           |           | 1         | 3          | 2         | 4          |           | 2         | 4         |           | 32       |             |
|               | Hidrophilidae     |           |           |           |            |           |           |            |           |           |           |            |           |            |           |           | 1         |           | 1        |             |
|               | Pyloodactylidae   |           |           |           |            |           | 2         | 2          |           |           |           |            |           |            |           |           |           |           | 4        |             |
| Ephemeroptera | Baetidae          | 5         | 3         | 7         | 46         | 3         |           | 7          |           | 3         | 1         | 18         | 2         | 2          |           |           |           |           | 97       |             |
|               | Euthyplociidae    |           |           |           |            |           | 1         |            |           |           |           |            |           |            |           |           |           |           | 1        |             |
|               | Leptohyphidae     | 9         | 5         | 5         | 2          | 5         |           | 3          |           | 5         |           | 9          | 14        |            |           | 3         |           |           | 60       |             |
|               | Leptophlebiidae   |           | 15        | 11        | 28         | 8         | 41        | 70         | 42        | 18        | 21        | 72         | 39        | 66         | 5         | 15        |           |           | 451      |             |
| Trichoptera   | Hydrobiosidae     |           | 2         | 2         |            | 1         |           |            | 6         |           |           | 3          |           | 5          | 1         |           |           | 2         | 22       |             |
|               | Calamoceratidae   | 5         | 5         |           | 2          |           |           |            | 4         | 1         |           |            |           | 2          |           |           |           |           | 19       |             |
|               | Leptoceridae      | 9         | 3         | 1         |            | 1         |           |            | 2         | 2         |           |            |           |            |           |           | 1         |           | 19       |             |
|               | Odontoceridae     |           |           |           | 3          | 2         | 5         |            | 1         |           | 2         | 1          |           | 4          |           | 1         |           | 8         | 27       |             |
|               | Polycentropodidae |           |           | 1         |            |           |           |            |           |           |           |            |           |            |           |           |           |           | 1        |             |
|               | Philopotamidae    | 1         |           | 8         | 9          |           |           |            |           |           |           | 1          | 2         | 4          |           |           | 2         |           | 27       |             |
| Odonata       | Coenagrionidae    | 3         |           | 3         | 4          | 10        | 10        | 4          | 2         |           | 5         | 4          | 2         |            |           | 1         |           |           | 48       |             |
|               | Platystictidae    | 10        | 3         |           | 8          |           |           | 1          | 1         |           |           |            | 1         | 22         |           |           | 8         |           | 54       |             |
|               | Calopterygidae    |           |           |           |            |           | 1         |            |           |           |           |            |           |            |           |           |           |           | 1        |             |
|               | Megapodagrionidae | 3         |           |           | 1          |           | 13        | 9          |           |           |           |            | 1         | 2          | 2         |           |           | 3         | 34       |             |
|               | Gomphidae         |           |           |           |            |           |           |            |           |           |           |            |           |            |           |           | 1         |           | 1        |             |
| Megaloptera   | Corydalidae       |           |           | 2         | 7          | 1         | 3         | 2          | 2         | 1         | 1         | 4          | 4         | 7          |           |           | 6         |           | 40       |             |
| Hemiptera     | Naucoridae        | 14        | 1         | 3         | 14         | 3         |           | 6          | 6         | 3         | 11        | 5          | 4         | 15         | 1         | 1         | 9         | 4         | 2        | 102         |
| Plecoptera    | Perlidae          | 5         | 2         | 1         |            | 1         |           |            | 15        | 1         |           | 9          | 5         | 9          |           | 4         | 9         | 8         |          | 69          |
| Diptera       | Tipulidae         |           |           |           |            |           | 1         |            |           |           |           |            |           |            |           |           | 1         |           |          | 2           |
|               | Chironomidae      |           |           |           |            |           |           |            |           | 1         |           |            |           |            |           |           |           |           |          | 1           |
|               | Ceratopogonidae   |           |           |           |            |           |           | 1          |           |           |           |            |           |            |           |           |           |           |          | 1           |
| Lepidoptera   | Pyralidae         | 2         |           |           |            |           |           | 7          | 1         |           |           | 2          |           | 16         |           |           |           |           |          | 28          |
| Haplotaaxida  |                   |           | 1         |           |            |           |           |            |           |           |           |            |           |            |           |           |           |           |          | 1           |
| <b>Total</b>  |                   | <b>69</b> | <b>43</b> | <b>52</b> | <b>144</b> | <b>38</b> | <b>80</b> | <b>117</b> | <b>83</b> | <b>36</b> | <b>46</b> | <b>134</b> | <b>81</b> | <b>168</b> | <b>11</b> | <b>32</b> | <b>45</b> | <b>30</b> | <b>2</b> | <b>1211</b> |

conductividad disminuye la riqueza y diversidad de macroinvertebrados acuáticos.

Las estaciones II y III fueron similares, con un coeficiente de 42.89, le sigue la similitud entre las estaciones I y II con 50.62, ambas relaciones con 16 especies en común. La figura 5 muestra los conjuntos de macroinvertebrados acuáticos entre las estaciones muestreadas. Las familias más representativas fueron Calopterygidae, Chironomidae, Euthyplociidae y Polycentropodidae, las cuales se capturaron sólo en la estación III. Perlidae y Odontoceridae se presentaron en todas las estaciones pero con mayor abundancia en la estación II. Las familias menos agrupadas fueron Baetidae Calopterygidae y Calamoceratidae.

**2.4 Evaluación de la calidad del agua:** de las familias registradas, 37,02% presentaron valores de bioindicación BMWP entre 10 y 9; 33.8% presentan valores entre 8 y 6 y solo 22.22% puntuaciones entre 5 y 1. La estación III con 166 puntos, obtuvo el puntaje más alto, seguida de la estación I con 157 y la II con 134.

**2.5 Macroinvertebrados acuáticos en la cadena trófica de *Geophagus pellegrini* y *Astyanax fasciatus*:** para *Geophagus pellegrini* se analizaron cinco estómagos de los cuales se lograron extraer once macroinvertebrados acuáticos. Los resultados se muestran en la figura 7, donde se destacan las larvas de efemerópteros (familias Baetidae y Leptohyphidae) y Tricópteros (familias Hidropsychidae y

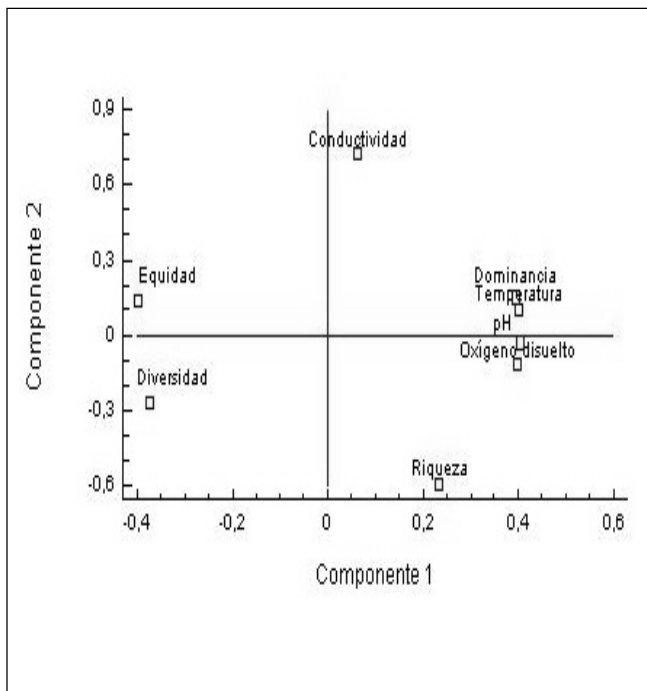


Figura 5. Análisis de componentes principales entre variables fisicoquímicas y macroinvertebrados acuáticos.

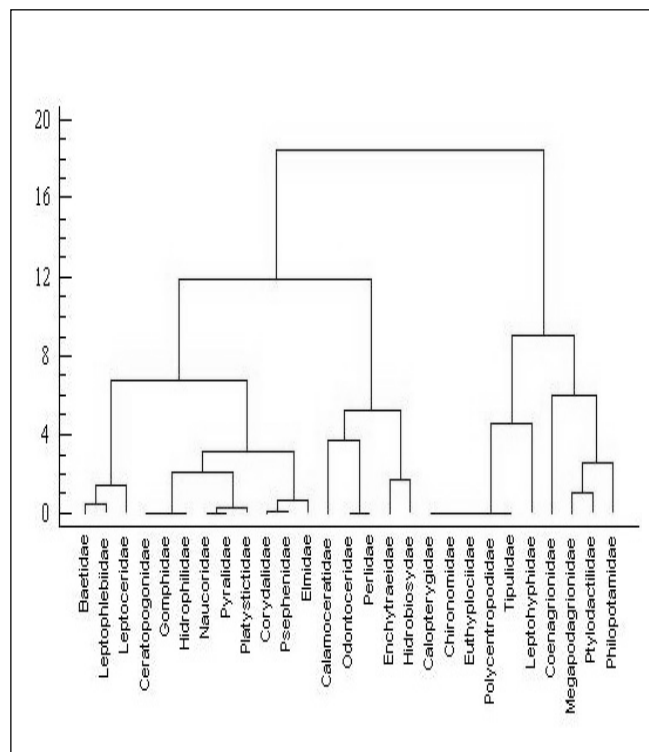


Figura 6. Dendrograma de agrupamiento. Conjuntos de macroinvertebrados acuáticos por estaciones de muestreo en el río Tutunendo.

Leptoceridae). En cuento a *Astyanax fasciatus*, se analizaron 26 estómagos, donde se encontraron pupas de dípteros.

**2.6 Aspectos socioeconómicos:** la agricultura y la minería son las actividades de mayor importancia en el corregimiento. Los cultivos agrícolas de caña de azúcar, arroz, plátano, banano y otras musaceas se siembran en las orillas del río Tutunendo o en los bordes de las carreteras; adicionalmente la mayoría de los habitantes tienen en sus casas huertos mixtos, donde siembran principalmente legumbres (albahaca, cebolla de rama), frutales (borojó, guanábana) y musaceas (plátano, banano). Con respecto a la minería, practican la tradicional bajo el sistema de mazamorreo; el sistema de retroexcavadora es poco utilizado. Los aparejos de pesca que más se utilizan son la atarraya, el chinchorro, el anzuelo, la flecha y el buceo; los dos primeros son utilizados en todas las épocas y estados del río. Los peces capturados son para el consumo, muy pocas veces venden el producto.

**3. Discusión**

Las variables pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura son a menudo los parámetros a los cuales son más sensibles los organismos (Roldán, 1992). El río Tutunendo, teniendo en cuenta sus características fisicoquímicas y biológicas, posee aguas oligotróficas.

La ictiofauna en su conjunto se acomoda mejor en aguas eutróficas, donde su diversidad y abundancia aumenta. De los factores fisicoquímicos el oxígeno es la variable de mayor limitación para el desarrollo de estas especies (Ramírez & Viña, 1998); Lehmann (1999) afirma que variables como temperatura y pH influyen notablemente en la diversidad de estas comunidades. El número de especies ícticas capturadas en el río Tutunendo representan el 12.93% de las señaladas por Román-Valencia (1991) para la cuenca del río Atrato y al 42.85% de las

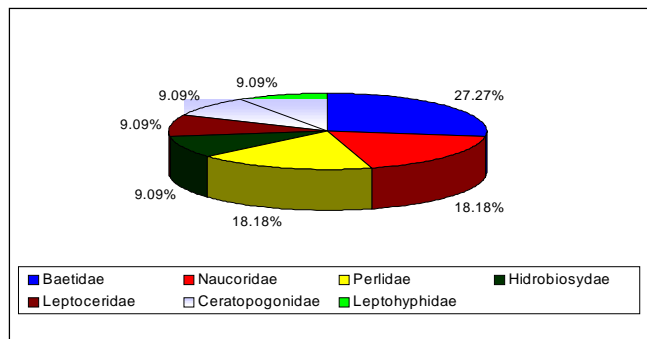


Figura 7. Frecuencia de macroinvertebrados acuáticos en el espectro trófico de la especie íctica *Geophagus pellegrini*.



registradas para el río Chajeradó, sistema del medio Atrato (**Sánchez-Botero et al.**, 2002). La dominancia de especies como *Chaetostoma leucomelas* y *Astyanax fasciatus*, se debe a que *C. leucomelas* habita fundamentalmente en ambientes lóticos (**Román-Valencia**, 1990) y está asociada a fondos rocosos de aguas poco profundas y rápidas (**Dahl**, 1971); los individuos de *A. fasciatus* pueden estar maduros durante todo el año y en invierno se da la mayor actividad reproductiva (**Mora-Jamet, et al.**, 1997); mientras que especies de la familia Pimelodidae se encuentran asociadas a fondos pero en aguas poco profundas y remansos donde la constitución es arenosa-fangosa (**Machado-Allison & Moreno**, 1993); las del género *Petenia* habitan sistemas lénticos y su presencia en aguas lóticas es temporal (**Sánchez-Botero et al.**, 2002).

Trabajos llevados a cabo por **Roldán** (1992) demuestran que los bajos valores de diversidad de macroinvertebrados acuáticos están dados por los niveles de contaminación de un cauce, pero pueden deberse también a la condición natural del mismo. **Quiñones et al.** (1998), aseguran que la diversidad depende de la pluviosidad de la zona muestreada, la cual ocasiona un aumento del río y arrastre o lavado de sustratos, siendo los Macroinvertebrados llevados río abajo. Dada la estabilidad y niveles normales de las características fisicoquímicas de las aguas del río Tutunendo durante el tiempo de muestreo, la poca intervención antrópica en el ecosistema, las características propias del lecho del río y ratificado por **Roldán et al.** (2001), que los efemerópteros y plecópteros son en general buenos indicadores de aguas limpias, se sobreentiende la dominancia de familias como Leptophlebiidae, Baetidae y Perlidae en las tres estaciones de estudio.

La economía en el corregimiento de Tutunendo se sustenta en sistemas productivos tradicionales (**Biopacífico**, 1998) basados en la agricultura, la cual se combina y complementa con actividades pecuarias y extractivas de bajo impacto, para el sustento de las familias.

## Agradecimientos

Este estudio se llevó a cabo gracias a los aportes del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) y la Universidad Católica de Oriente (sistema de investigación y desarrollo). Los autores agradecemos a la Universidad Tecnológica del Chocó y al Concejo Comunitario de Tutunendo por la colaboración y asistencia.

## Bibliografía

**Alba-Tercedor, J.** 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA) 2: 203-213.

**Barrela, W. C. Beaumord & M. Petrere.** 1994. Comparación de la comunidad de peces de los ríos Manso (MT) y Jacaré Pepira (Sp), Brasil. Acta Biol Venez 15 (2): 11-20.

**Biopacífico**, 1998. Informe final general: Los sistemas productivos tradicionales. Una opción propia de desarrollo sostenible. Tomo IV. Bogotá. MINAMBIENTE. 122 pp.

**Castillo, C. L.** 1981. Citas bibliográficas de los peces de las principales cuencas hidrográficas del departamento del Chocó. Anexo. Breve inventario Taxonómico de los peces del bajo San Juan. Trabajo de Grado (Biólogo) Universidad del Valle. Departamento de Biología

**Dajoz, Z.** Ecología General. Vozese e EDUSP, Sao Paulo. 1972.

**Dahl, G.** 1960a. Los peces de los ríos Colombianos. El estudio y la defensa de una gran riqueza natural. Revista Nacional de Agricultura. Bogotá. 22-24 p.

———. 1971. Los peces del Norte de Colombia. INDERENA. 66-81p. DAJOZ, Z. Ecología General. Vozese e EDUSP, Sao Paulo. 1972.

**Eigenmann, C. H.** 1922. C.H. The Fishes of the North Western South American. Part 1: The fresh – water fishes of northwestern South America including Colombia, Panamá, and the Pacific slopes of Ecuador and Perú, together with an appendix upon the fishes of the Río Meta in Colombia. Men Carnegie Mus., 9: 346 pp., 38 pls.

**Gentry, A.** 1986. Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities. Caldasia 15(71/75): 71-92.

**Galvis, G. & J. Camargo.** 1997. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. 118 pp.

**Hawekes, H. A.** Invertebrates as indicators of river water quality. 1979. James A, Evison L. (Eds). Biological indicator of water quality. New York. 2-37pp.

**Hynes, H. B. N.** 1962. The significance of macroinvertebrates in the study of mild river pollution. Robert A (ed). Biological problems in water pollution. New York.

**Ideam-Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.** 2003. Valores totales diarios de precipitación (mm). Estación Tutunendo (Chocó).

**Lehmann, P.** 1999. Composición y estructura de las comunidades de peces de dos tributarios en la parte alta del río Cauca, Colombia. Cespadesia 23(73-74): 9-45.

**Machado-Allison, A. & Moreno, H.** 1993. Estudio sobre la comunidad de peces del río Orituco, estado Guarico, Venezuela. Parte I. Inventario, abundancia relativa y diversidad. Acta Biol. Venez. 14(4): 77-94.

**Machado, T & G. Roldán.** 1981. Estudio de las características fisicoquímicas y biológicas del río Anorí y sus principales afluentes. Actual Biol 10 (35): 3-19.

**Margalef, R.** 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. Inst. Biol. Appl. 9: 15-27.

**Merritt, R. & K. Cummins.** 1996. An introduction to the aquatic insect of North America. Third edition Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company. 441 pp.

**Mora-Jamet, M., J. Cabrera, W. Alvarado.** 1997. Crecimiento y maduración sexual de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae)

- en el embalse arenal, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. **45**: 855-859.
- Mylistky, E. & W. Ginsburg**. 1977. Macroinvertebrates as indicators of pollution JAMER Water WKS Assoc. **69**: 538-544.
- Novelo, R. & E. González**. 1986. Descripción de las náyades de *Palaemnema desiderata* y *Palaemnema paulitayaca* (Odonata: Platystictidae). *Folio Entomológica Mexicana*. **67**: 13-24.
- Pielou, E.** 1966. *Ecological diversity*. Wiley New York. 165 pp.
- Prejs, A. & G. Colomine**. 1981. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Caracas-Venezuela. 129 pp.
- Quiñones, M. L., J. J. Ramírez & A. Díaz**. 1998. Estructura numérica de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos derivados en la zona del ritral del río Medellín. *Actual Biol* **20**(69): 75-86.
- Ramírez, A. & G. Viña**. 1998. *Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis*. Colombia. Bogotá. Editorial Panamericana. 292 pp.
- Rivas, T.** 1993. La ictiofauna de la cuenca alta del río Atrato y su estado taxonómico. Tesis (Msc Biología). Santafé de Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia.
- Roldán, G.** 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN Colombia, Colciencias. Universidad de Antioquia. Medellín, 217 pp.
- \_\_\_\_\_. 1992. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Universidad de Antioquia. Medellín, 529 pp.
- \_\_\_\_\_. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/. Universidad de Antioquia. Medellín, 165 pp.
- Román-Valencia, C.** 1990. Hidrobiología sistema del medio Atrato. Informe Final. Lista y distribución de peces en la cuenca media del río Atrato. CODECHOCÓ, Fondo Colombiano de Investigaciones y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas". COLCIENCIAS. 187 pp.
- \_\_\_\_\_. 1991. Estudio de Algunos aspectos sociales de la pesca en la cuenca media del río Atrato, Chocó, Colombia. *Revista de Ciencias*. **5**: 97-110.
- \_\_\_\_\_. 1998. Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Characidae) en el alto Cauca, Colombia. *Revista Biología Tropical*. **46**(3): 78-789.
- Román-Valencia, C. & A. M. Muñoz**. 2001. Alimentación y reproducción de *Bryconamericus galvisi* (Pisces: Characidae) en el alto Putumayo, Amazonía Colombiana. *Boletín Ecotrópica : Ecosistemas Tropicales*. **35**: 37-50.
- Sánchez-Botero, J.; D. Sequeira & J. Palacio**. 2002. Ictiofauna y actividad pesquera en la microcuenca del río Chajeradó, Atrato medio (Colombia). *Actual Biol* **24** (77): 157-161.
- Shannon, C & Weaver, W.** 1949. *The Mathematical theory of communication*, The University of Illinois press. Urbana . 19-27.
- Simpson, E. H.** 1945. Mesurment of diversity. *Nature*. **163** (4148): 688.
- Valtierra, T. & J. Schmitter**. 2000. Hábitos alimenticios de las mojarra (Perciformes: Cichlidae) de las lagunas Caobas, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*. **48**(2/3): 503-508.

Recibido el 3 de febrero de 2005.

Aceptado para su publicación el 6 de octubre de 2005.