

ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RÍO ANORÍ Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

Por: T. Machado (1)
G. Roldán P.

RESUMEN:

Entre 1973 y 1975 se llevó a cabo un estudio limnológico del río Anorí (Antioquia) y sus principales afluentes. Se realizaron estudios fisicoquímicos del agua y se determinó la estructura de la comunidad béntica en cada uno de los lugares estudiados. Se encontró que la precipitación es el factor que determina la estacionalidad de las comunidades bénticas. Los factores abióticos más estables encontrados fueron la temperatura, el oxígeno y el pH. Los nitratos, sulfatos y fosfatos fueron bajos a lo largo de todo el estudio. En general, todas las estaciones de muestreo mostraron una alta diversidad biológica y una gran estabilidad. Los efemerópteros, los tricópteros y los coleópteros fueron los grupos taxonómicos más representativos en toda el área de estudio. En el presente estudio se reportaron un total de 43 familias y 82 especies de macroinvertebrados, de las cuales 29 especies fueron comunes a todos los sitios de muestreo.

INTRODUCCION

El estudio limnológico de los ríos y aguas corrientes en general tiene como objetivo principal el de determinar el tipo de comunidades que viven en los diferentes ecosistemas de aguas lólicas, las cuales están determinadas por las características fisicoquímicas del agua en la cual se desarrollan dichas comunidades. Las comunidades naturales se caracterizan por tener muchas especies pero pocos individuos por especie, o pocas especies y muchos individuos por especie.

Los ecosistemas tropicales presentan por lo regular una alta diversidad de especies; pero ésta puede reducirse por condiciones naturales como aguas termales, aguas azufradas o ácidas o por condiciones creadas por el hombre como es la contaminación de origen industrial o doméstico.

El estudio de las comunidades bénticas en el trópico es un campo aún poco conocido, siendo por lo tanto, necesario su

conocimiento. Por organismos bénticos se entienden todos aquellos macroinvertebrados que viven en el fondo de los ecosistemas acuáticos, debajo de las rocas troncos o adheridos a ellas o enterrados en la arena o lodo del lecho del río. Dentro de estos grupos de organismos, los más comunes son los insectos, muchos de ellos en forma larval o adultos, crustáceos, ácaros y anélidos. De acuerdo con la clase de organismos y su proporción en la comunidad, éstos sirven como indicadores biológicos de la calidad de agua.

Los estudios limnológicos en el neotrópico son aún escasos e incompletos. Illies (1961) lleva a cabo un estudio limnológico comparativo entre las aguas de Europa y América y el mismo autor (1964) hace una discusión de la fauna de macroinvertebrados acuáticos encontrada en el río Hualaga (Perú). Patrick (1964) reporta hasta nivel de Phylum y Clase los macroinvertebrados encontrados durante la Expedición Catherwood a las cabeceras del río Amazonas en el

(1) Profesores Dpto. de Biología. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Perú. Los trabajos de Fitkau (1964) aportan conocimientos acerca de los macroinvertebrados acuáticos en el Amazonas central, haciendo énfasis principalmente en la fauna de los efemerópteros. Klinge y Ohle (1964) discuten algunas relaciones entre la tierra y el agua en el paisaje amazónico. Illies (1969) discute la biogeografía y la ecología de los insectos acuáticos neotropicales, especialmente aquellos de aguas corrientes. Este trabajo es uno de los que mayor información aportan a cerca de la limnología de los ecosistemas lóticos neotropicales. Muchos otros trabajos acerca de la taxonomía de los principales grupos de insectos acuáticos en el neotrópico, han sido publicados en diferentes revistas, pero aún su conocimiento es escaso e incompleto. Algunas de estas publicaciones que merecen ser mencionadas son: Weyenberg (1883) quien discute algunos aspectos sobre la fauna de efemerópteros de Sur América, Eaton (1883 - 1888) discute igualmente sobre este aspecto incluyendo algunas especies colombianas. Needham y Murphy (1924), Traver (1946, 1947, 1950) Demoulin (1955), Packer (1966) y Edmunds (1976) son algunos de los más representativos exponentes en el estudio de los insectos acuáticos neotropicales, en especial a lo que se refiere a la fauna de los efemerópteros.

En relación con los odonatos, los trabajos más representativos se encuentran en Broughton (1932), Young y Bayer (1979), Gloyd y Wright (1959) y Needham (1904). Otros grupos de insectos acuáticos como Hemípteros, Coleópteros, Tricópteros, etc., son tratados por Hurlbert (1977) en una extensa bibliografía que presenta para el Sur de Suramérica.

En Colombia poco se ha trabajado en este campo. Roldán y otros (1973) discuten los resultados de los estudios hechos en el río Medellín, Pérez y Roldán (1978) discuten los resultados sobre el estudio del Río Rionegro, Roldán (1980) hace un análisis de la fauna de efemerópteros en cuatro regiones de Antioquia y Correa (1980) presenta los resultados de un estudio sobre la fauna de tricópteros de Antioquia a diferentes pisos altitudinales.

El objetivo fundamental del presente trabajo fue el de determinar la composición de la comunidad béntica de un río tropical no contaminado, las variaciones fisicoquímicas y biológicas con las estaciones de lluvia y sequía y sentar las bases para la clasificación de los invertebrados acuáticos neotropicales.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se llevó a cabo en la zona de Providencia, Municipio de Anorí (Antioquia), lugar donde el Departamento de Biología de la Universidad de Antioquia tiene una estación de estudios Biológicos. La zona está localizada a los 7° 19' latitud norte y 75° 04' longitud oeste sobre la cordillera central de los Andes.

El área corresponde a una zona de transición entre un bosque húmedo y un bosque muy húmedo tropical

(bh/bmh-T), con una precipitación promedio anual de 4.600 mm, un promedio de temperatura de 28°C y una evapotranspiración potencial de 0.50 (Espinal, 1964) Providencia es un caserío donde viven los operarios de una pequeña planta hidroeléctrica que suministra energía para las actividades mineras en el río Nechí.

En la figura 1 se indican los lugares de muestreo, situados así: La estación I se encuentra localizada inmediatamente después de la central hidroeléctrica sobre el río Anorí a 410 m s n m; la Estación II se encuentra sobre el río Anorí frente a la estación de Biología a 530 m s n m; la Estación III está localizada sobre la Quebrada la Concha cerca a su desembocadura al río Anorí a 560 m s n m; la Estación IV se encuentra sobre la Quebrada Buenos Aires cerca a la desembocadura al río Anorí a 490 m s n m y la Estación V está localizada sobre la Quebrada la Tirana cerca a su desembocadura al río Anorí a 542 m s n m.

La Tabla I, resume las características de los diferentes sitios de muestreo.

MATERIALES Y METODOS

Entre 1973 y 1975 se hicieron visitas al área de estudio cada tres meses aproximadamente y de una duración de ocho días cada uno. Se adoptó este tipo de visita debido a lo difícil del acceso al área, la cual queda en un lugar remoto e incommunicado. En el campo se midieron la temperatura, la conductividad, el dióxido de carbono y el oxígeno, éste último por el método de Winkler reducido. En el laboratorio se midieron la alcalinidad, la dureza, los nitratos y los fosfatos utilizando un fotocolorímetro HACH.

En cuanto a la fauna béntica, ésta se obtuvo colocando una malla de mano sobre el lecho del río y removiendo éste aguas arriba; también se utilizó el método del barrido de orillas con una "D-net"; igualmente, se tomaban piedras del fondo y los organismos presentes se cogieron con pinzas y se colocaban en frascos con alcohol al 70o/o. En el laboratorio, la clasificación se llevó a cabo sólo hasta género, y en algunas ocasiones sólo hasta familia, debido a la falta de claves casi total para estos organismos en el neotrópico.

RESULTADOS

Factores Físicos

Temperatura

Los organismos acuáticos de las zonas tropicales viven en medios en donde la temperatura varía muy poco, de ahí que sus respuestas fisiológicas se alteran fácilmente con sus cambios bruscos. Los efectos del aumento de la temperatura pueden producir desnaturalización protérica y elevación del potencial de toxicidad, entre otros. La temperatura en el agua en los trópicos depende de la altura sobre el nivel del mar.

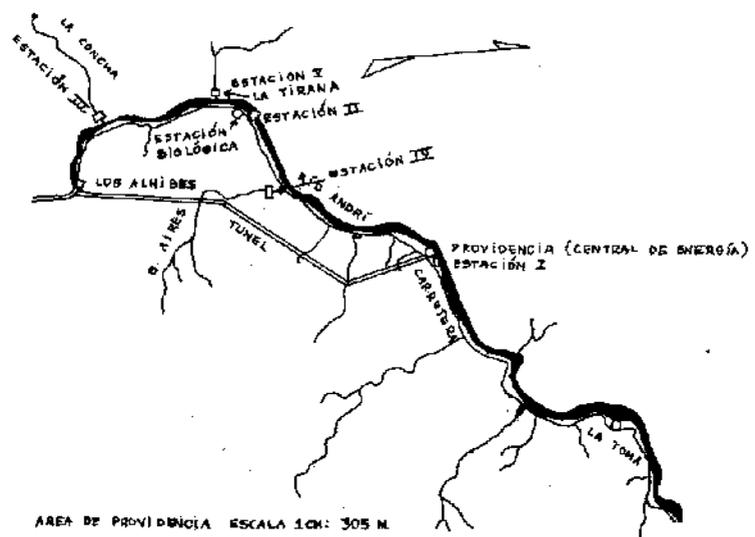


FIGURA 1. Localización de las estaciones de muestreo sobre el río Anorí y sus principales tributarios, Providencia (Ant.).

TABLA I. CARACTERÍSTICAS DE LOS HABITAT DE LOS DIFERENTES SITIOS DE MUESTREO

CARACTERÍSTICAS	ESTACIONES				
	I	II	III	IV	V
Tipo de Sustrato	Roca + Grava	Roca + Grava	Grava	Roca + Grava	Grava + Rocas
Corriente	Zona de Rápidos	Zona Intermedia	Zona de charcos	Zona Intermedia	Zona Intermedia
Tipo de Vegetación en la orilla	Poca Poca vegetación enraizada	Mucha vegetación enraizada	Mucha vegetación	Mucha vegetación	Mucha vegetación
Tipo de vegetación en el río	Líquenes y algas	Líquenes	Ninguna	Ninguna	Líquenes
Presencia de organismos bentónicos	Pocos	Pocos	Muchos	Muchos	Muchos
Calidad del agua	Aguas claras	Aguas claras	Aguas claras	Aguas claras	Aguas claras
Caudal	Mucho	Mucho	Poco	Poco	Poco
Profundidad del cauce	0.30 - 1.0 m	0.20 - 0.80 m	0.20 - 0.70 m	0.10 - 0.40 m	0.10 - 0.40 m
Tipo de orilla	Rocas	Rocas	Rocas	Rocas	Rocas
Sitio de Muestreo	100 m abajo de la Central Hidroeléct.	Al frente de la Estación Biológica.	50 m antes de la desemb. al río Anorí	200 m antes de la desemb. al río Anorí	500 m antes de la desembocadura del río Anorí
Uso principal de la tierra	Zona urbana	Bosque natural	Bosque natural	Bosque natural	Bosque natural
Zona de vida	bh/bmh-T	bh/bmh-T	bh/bmh/T	bh/bmh-T	bh/bmh-T

Como se observa en la figura 2 la temperatura en la zona de estudio no presenta cambios significativos, siendo más o menos constante lo que ocasiona cierta estabilidad térmica al ecosistema, facilitando por lo tanto, el desarrollo de las diferentes poblaciones bénticas bajo condiciones naturales. El máximo valor fue de 22.37°C en la estación La Tirana; el mínimo valor fue de 21.0°C en la quebrada la Concha. El valor promedio en las estaciones fue de 21.82°C. En el río Anorí la temperatura presentó un promedio de 21.83°C a lo largo del tiempo de estudio.

La Conductividad

La conductividad mide la cantidad de iones presentes en el agua en forma de cloruro de sodio. Los ecosistemas acuáticos tropicales presentan una baja conductividad debido fundamentalmente a los pocos nutrientes en los suelos de los bosques.

La cantidad de iones en el agua tiene un gran significado en los mecanismos osmoreguladores de los organismos. Una variación de este parámetro puede ocasionar serios problemas en su actividad biológica.

Los valores normales se encuentran entre 10 y 30 ppm y puede aumentar como consecuencia de la tala de los bosques y el uso de fertilizantes.

Las figuras 3 y 4 muestran las variaciones de la conductividad a lo largo del tiempo. Se observa cómo el máximo valor fue de 11.33 mg/l de NaCl en la quebrada la Concha; el mínimo valor encontrado fue de 6.47 mg/l de NaCl en la Quebrada Buenos Aires. El valor promedio en todas las estaciones fue de 8.36 mg/l de NaCl. El río Anorí presentó un valor promedio de 7.42 mg/l de NaCl.

Los valores tan bajos de conductividad permiten el desarrollo de una gran diversidad de organismos bentónicos, ya que este valor es inversamente proporcional a la diversidad biológica, debido a sus efectos sobre los procesos osmóticos. Un aumento de este parámetro puede afectar la estructura de las comunidades del río.

La Turbiedad:

La turbiedad del agua se debe principalmente a la presencia de sólidos suspendidos y dispersos en ella. La turbiedad no sólo afecta la zona fotosintética de los ecosistemas acuáticos, sino que también producen cambios en el comportamiento general de los organismos, tales como; asfixia, ruptura de los huevos de los peces. También produce cambios en las características del lecho y reducción del cauce de los ríos.

Como se observa en la Tabla II la turbiedad presenta valores muy bajos, siendo el máximo valor de 36.66 UJ en el río Anorí en el año de 1975 y el mínimo de 2.01 UJ en la quebrada la Concha en el año de 1974.

Factores Químicos

El Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en los ecosistemas lóticos depende de la presión atmosférica, de la temperatura y de la altura sobre el nivel del mar. La cantidad de oxígeno también depende de las características del cauce, de la turbulencia del agua y de los procesos biológicos y químicos.

La figura 2 muestra la variación del oxígeno a lo largo del tiempo de estudio. Allí se puede apreciar la alta estabilidad de los ecosistemas en referencia, en el sentido de los pocos cambios de los parámetros que influyen en las fluctuaciones del oxígeno, tales como cambios de temperatura y aporte de materia orgánica que pueden ocasionar dichos cambios.

En la misma figura se observa cómo el valor máximo de oxígeno fue de 8.76 mg/l en la quebrada la Concha y de 8.29 mg/l en la quebrada la Tirana. En promedio de oxígeno disuelto fue de 8.43 mg/l en el río Anorí y de 8.48 mg/l en sus afluentes.

La alta concentración de oxígeno en estos ecosistemas se debe entre otros factores, a la alta morfología del cauce, a la altura sobre el nivel del mar y a la poca cantidad de materia orgánica disuelta en ellos.

Estos valores de oxígeno determinan la alta densidad biológica y favorecen el desarrollo de la fauna béntica.

El dióxido de carbono

El dióxido de carbono proviene en las aguas naturales, de la descomposición de la materia orgánica, de la respiración y de la disolución del sustrato.

Los valores normales en las aguas naturales varía entre 4 y 8 mg/l. Un aumento de este parámetro significaría una alta carga de materia orgánica, lo que trae como consecuencia una disminución de los valores de pH.

Las figuras 2 y 5 muestran las variaciones del dióxido de carbono en los diferentes ecosistemas durante el tiempo de estudio. Se observa que las variaciones fueron pocas, presentándose los máximos valores en las épocas de menor precipitación (Fig 5). El valor máximo fue de 3.5 mg/l en la Estación No.5 y el mínimo de 1.75 mg/l en la Estación No.4. El valor promedio en todas las estaciones fue de 2.59 mg/l.

El pH

El pH del agua es una medida de la actividad de los iones de hidrógeno. Los cambios bruscos de pH pueden afectar la flora y la fauna de los cuerpos de agua. El pH no debe ser menor de 4.5 ni mayor de 8.5, valores límites para la supervivencia de la mayoría de los organismos acuáticos.

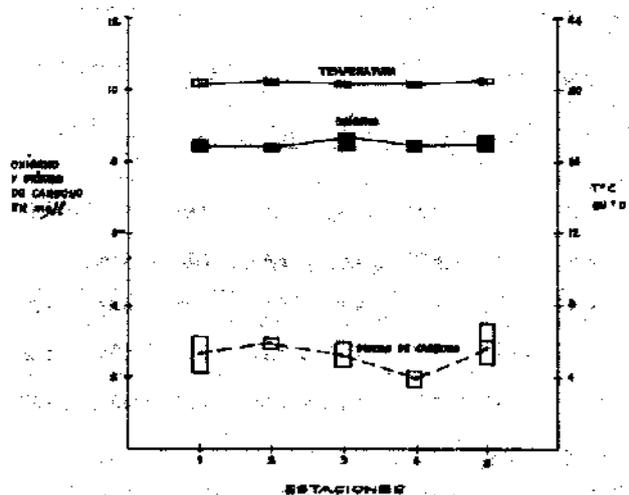


FIG. 4. Variaciones máxima, mínima y promedio de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), el oxígeno (mg/l) y el índice de oxígeno (mg/l) en las cinco estaciones a lo largo del tiempo.

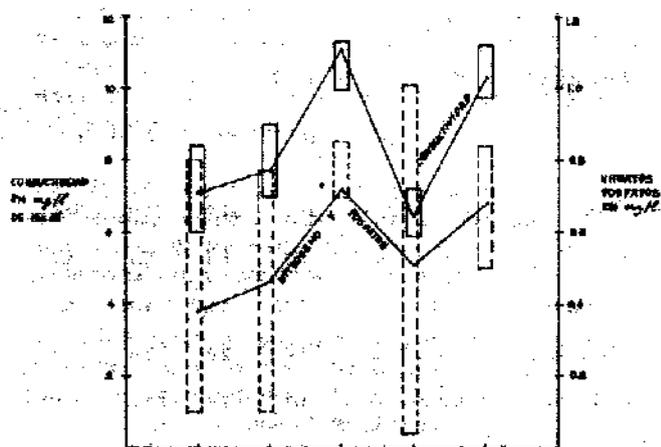


FIG. 5. Variaciones máxima, mínima y promedio de la conductividad (mg/l de NaCl), nitratos (mg/l) y fosfatos (mg/l) en las cinco estaciones a lo largo del tiempo.

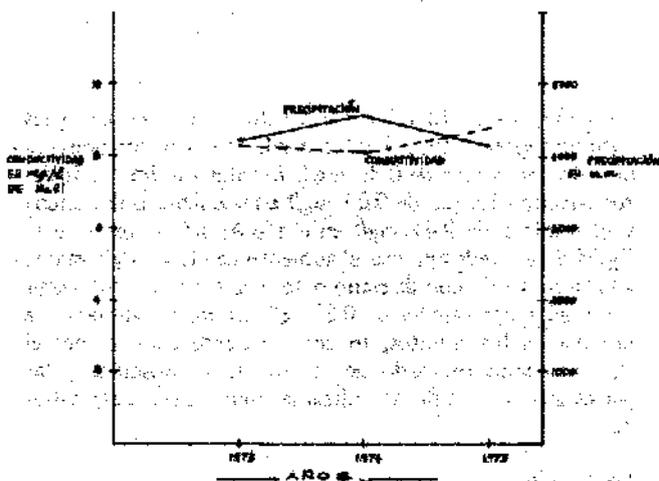


FIG. 4. Variación de la precipitación (mm) y de la conductividad (mg/l NaCl), por estación a lo largo del tiempo.

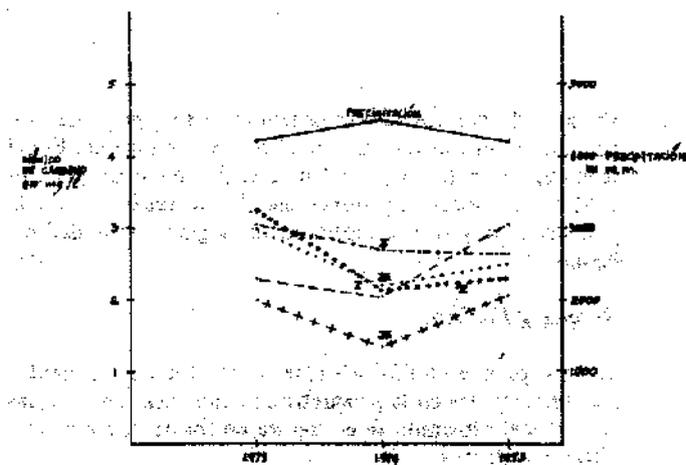


FIG. 5. Variación de la precipitación (mm) y del índice de oxígeno (mg/l) en las cinco estaciones a lo largo del tiempo.

TABLA II. PROMEDIO DE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS OBTENIDOS POR ESTACION Y POR AÑO

Parámetro	1973					1974					1975				
	Estaciones														
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Tª Agua	21.8	21.8	21.0	21.0	22.0	21.87	21.87	22.16	21.62	22.37	21.16	22.5	21.83	22.0	22.33
pH	6.9	6.9	6.7	6.8	6.7	6.8	6.775	6.76	6.72	6.825	6.6	6.6	6.55	6.58	6.71
Oxígeno Dis.	8.57	8.5	8.72	8.56	8.76	8.54	8.47	8.36	8.41	8.32	8.30	8.3	8.48	8.33	8.29
Dióxido de C.	2.6	3.1	3.0	2.0	3.5	2.17	2.81	2.33	1.75	2.37	3.16	2.83	2.5	2.16	2.66
Conductividad	6.0	7.0	1.0	7.2	11.2	6.97	7.15	11.33	5.97	9.9	8.4	9.03	10.53	6.26	9.83
Silice	5.6	5.6	7.0	4.0	8.0	8.0	7.0	6.66	6.75	8.87	—	—	—	—	—
Dureza Total	12.6	12.6	11.0	14.0	12.0	12	10.5	10.66	8.5	12.5	7.66	9.0	8.33	8.33	9.0
Dureza Calcio	6.3	6.3	6.0	7.0	6.0	6.62	5.37	5.33	5.66	6.25	3.86	4.5	4.16	4.16	4.5
Dureza Mg.	6.3	6.3	5.0	7.0	6.0	6.38	5.13	5.33	2.84	6.25	3.82	4.5	4.17	4.17	4.5
Nitratos	0.09	0.12	0.087	0.01	0.09	0.224	0.454	0.639	0.373	0.748	0.792	0.71	0.762	1.077	0.806
Fosfatos	0.01	0.01	0.02	0.03	0.021	0.033	0.0365	0.04	0.0242	0.033	0.04	0.044	0.038	0.031	0.043
Sulfatos	0.2	3.2	4.1	6.45	2.62	3.125	2.75	4.33	3.5	5.0	1.4	12.83	5.0	7.16	10.33
Turbiedad	5.4	12.5	4.3	7.3	3.6	6.25	13.25	2.0	4.0	2.875	14.0	36.66	10.66	14.0	8.33
Alcalinidad	7.4	6.5	8.3	7.25	9.0	8.83	8.33	9.16	9.16	11.5	10	11.0	11.66	8.33	10

De acuerdo con los valores obtenidos pH no presentan variaciones significativas durante el tiempo de estudio. El pH se mantiene entre 6.55 y 6.9, constituyendo un pH casi neutro. Las pocas variaciones del pH favorecen una vez la vida acuática y son el resultado de la gran estabilidad del medio.

Nitratos y Fosfatos

El Nitrógeno y el Fósforo constituyen los dos elementos más importantes en la productividad biológica. En las aguas naturales el nitrógeno se encuentra en forma de amoníaco, nitratos y nitritos.

El fósforo proviene principalmente de rocas fosfáticas y de la descomposición de la materia orgánica. La fuente principal de nitrógeno es la atmósfera.

Las figuras 3 y 6 muestran cómo los valores de nitratos se encuentran entre 1,07 mg/l y 0.01 mg/l, constituyendo va-

lores muy bajos. El valor normal de nitratos en las aguas naturales varía entre 0,3 y 0,5 mg/l. El río Anorí presenta un valor promedio de 0.39 mg/l. El valor máximo de fosfatos encontrados fue de 0.09 mg/l en la quebrada la Concha y el mínimo de 0.01 mg/l en el río Anorí. Al observar la figura 6 se puede apreciar el aumento de nitratos y fosfatos a lo largo del tiempo de estudio, los cuales van desde valores 0.1 mg/l hasta valores de 0.8 mg/l. El mayor aumento se observa en los nitratos, lo cual se puede explicar por el aumento indiscriminado de la tala de los bosques de las partes altas con el fin de utilizar las tierras para la agricultura.

Los Sulfatos

Los sulfatos provienen de la descomposición de la materia orgánica y por disolución del sustrato. La cantidad normal de sulfatos en las aguas naturales se encuentra entre 6.0 y 10.0 mg/l. Los sulfatos son importantes en el crecimiento de las plantas y en el metabolismo proteico.

De acuerdo a la Figura 7 y la Tabla II los valores aumentaron al final del muestreo presentándose el valor máximo de 10.83 mg/l en el río Anorí a nivel de la Estación Biológica. El valor mínimo encontrado fue de 1,4 mg/l frente a la Central Hidroeléctrica, debido al factor de dilución ocasionado por el vertimiento del agua utilizada por dicha central.

Factores Físico-químicos y las condiciones climáticas.

A nivel del trópico la precipitación es uno de los factores más fluctuantes, lo que determina cambios en el comportamiento general de los organismos y en las variaciones de los factores abióticos.

Es de esperarse que en las épocas secas, algunos parámetros aumentan como consecuencia de la disminución del caudal, en cambio otros aumentan en las épocas de lluvia debido al arrastre de sedimentos y a la disolución del sustrato. Por lo general los ríos tropicales presentan concentraciones muy bajas de nutrientes a lo largo del año.

Si observamos las figuras 4, 5 y 6 los valores de dichos parámetros aumentan en las épocas secas y disminuyen en las épocas de lluvia, lo que se puede explicar por el aumento de los caudales que trae como consecuencia una mayor dilución. Esto se presenta en ecosistemas que no han sufrido perturbaciones ecológicas.

Parámetros Biológicos

Los macroinvertebrados acuáticos (Bentos) representan la mayoría de los organismos de las comunidades acuáticas y se consideran como indicadores biológicos de la calidad del agua, ya que éstos permanecen adheridos al sustrato.

Los macroinvertebrados constituyen la fauna béntica que vive en el fondo de los lagos, ríos, quebradas y embalses, adheridos a piedras, troncos y hojas en descomposición y sobre o dentro de la materia orgánica.

De acuerdo al porcentaje de individuos por especie encontradas, al número de individuos, al número de especies, a su importancia ecológica y a su papel en la transferencia de energía en el ecosistema, se pueden utilizar como indicadores biológicos de la calidad del agua.

Según los factores físicos y químicos en un medio acuático determinado, se espera encontrar una comunidad biológica característica de ese medio. Cuando los factores físicos y químicos varían, la comunidad también varía.

En general podemos decir que los grupos taxonómicos de los efemerópteros, los plecópteros, los tricópteros, los megalópteros, algunos dípteros, los coleópteros, los odonatos y los hemípteros son indicadores de aguas claras.

Los caracoles, algunos dípteros como el *Tendipes*, las sanguijuelas, y algunos coleópteros, odonatos y hemípteros, se consideran indicadores de aguas moderadamente contaminadas. Los anélidos como el *Tubifex* y algunos dípteros son indicadores de aguas contaminadas. Uno de los métodos para determinar la calidad de un ambiente determinado es el estudio de la estructura de la comunidad, el cual consiste en identificar el número de especies, contar el número de individuos por especie y el número total de individuos. De acuerdo a la estructura de la comunidad podemos determinar las corrientes energéticas del ecosistema y su homeostasis.

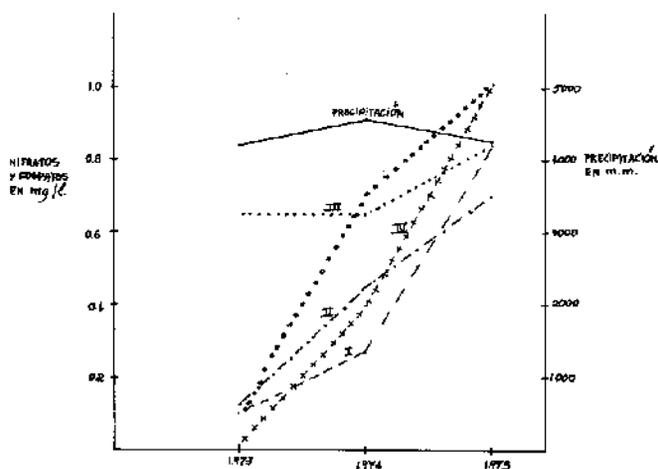


FIG. 6 VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (mm) Y DE LOS NITRATOS (mg/l) Y FOSFATOS (mg/l) POR ESTACIÓN A LO LARGO DEL TIEMPO

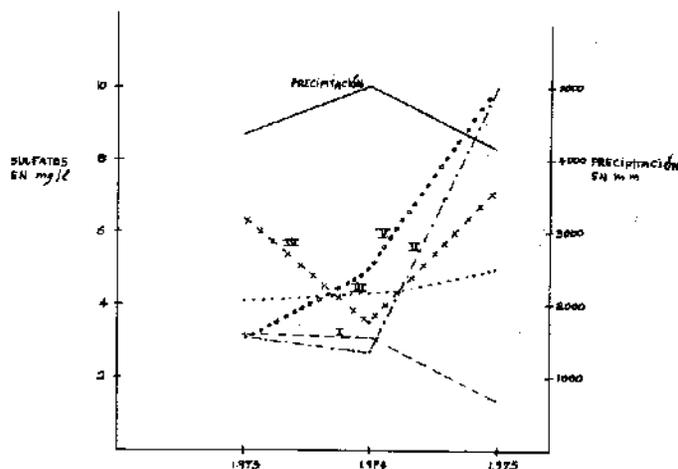


FIG. 7 VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (mm) Y DE LOS SULFATOS (mg/l) POR ESTACIÓN A LO LARGO DEL TIEMPO

Si observamos las figuras 8 y 12 el máximo número de especies encontradas fue de 76 en la quebrada la Concha y el mínimo fue de 40 en el río Anorí a nivel de la Central Hidroeléctrica. (Ver Tabla III).

El tipo de sustrato, la estabilidad de los factores físicos y químicos, entre otros, determinan la alta diversidad biológica de dichos ecosistemas.

En el presente estudio se recolectaron 5.545 individuos representados por 43 familias y 76 géneros, lo que determina su alta diversidad biológica.

Estructura de la comunidad Béntica del Río Anorí

Si analizamos las figuras 8 y 9 observamos que en la Estación No. 1 se encontró el menor número de especies del Río. Así mismo podemos observar en la figura 8 cómo el género *Thraulodes* sp de la familia Leptohebiidae presentó el mayor porcentaje (17.75o/o).

El tricópteros del género *Smicridea* sp ocupó el segundo lugar con un porcentaje de 17.70o/o. Los géneros *Lachlania* sp, *Mortonella* sp, los géneros 1 y 3 de la familia Elmidae, la familia Hydrophilidae, Dysticidae y Libellulidae y los géneros *Hexatoma* sp presentaron los valores más bajos (0.29o/o).

También podemos apreciar cómo los efemerópteros fueron los más abundantes en especies (10) y en número, seguidos por los tricópteros con un total de 8 especies. Los plecópteros sólo presentaron un género (*Anacronuria* sp) con un porcentaje promedio de 11.25o/o.

La mayoría de las especies presentaron un porcentaje más o menos similar, lo que podría explicarse por una distribución más o menos igual de la energía. Al mismo tiempo, podemos deducir, que la mayor cantidad de energía fluye a través de los efemerópteros, tricópteros y coleópteros, los cuales constituyen los organismos mejor adaptados a las condiciones ambientales.

Es importante también anotar que muy pocos organismos (11) presentan valores más altos que la mayoría, lo que significa que el ecosistema presenta entre otras una gran estabilidad energética y mecanismos homeostáticos muy eficientes. Con relación a la figura 9, podemos observar que los géneros *Smicridea* sp, *Thraulodes* sp. y *Baetis* sp. presentan los valores más altos.

Si comparamos la estructura de esta comunidad con la Figura 8 podemos observar semejanzas tales como, un porcentaje casi igual en la mayoría de las especies, un predominio de los efemerópteros y tricópteros en especies y porcentaje. También se observa que la mayoría de los organismos son indicadores de aguas claras.

Es de anotar que el caudal del río y la naturaleza de su habitat no es muy propicio para el desarrollo de una fauna abundante.

Estructura de la Comunidad Béntica de la quebrada la Concha

Este ecosistema presenta condiciones muy favorables para el desarrollo de las comunidades bénticas, por su poca profundidad y corriente y por las características del fondo debido a la abundancia de grava.

Como se puede observar en la figura 10, el número de especies encontrado fue el más alto en toda la zona de estudio, con un número de 76 especies de organismos bentónicos, lo que representa una diversidad biológica alta.

El mayor porcentaje se encontró en el género *Thraulodes* sp (15.76o/o) y *Baetis* sp. (9.78o/o), los demás organismos presentan un porcentaje más o menos igual, lo que le da una alta estabilidad al medio.

Los grupos taxonómicos que presentaron mayor número de especies fueron los tricópteros y los coleópteros con 16 géneros, siguiendo a continuación los efemerópteros con 14 géneros. De ahí que la mayor parte de la energía es utilizada por sólo tres grupos taxonómicos, presentando por lo tanto, una alta eficiencia ecológica en la utilización de la energía.

Los arácnidos, los ortópteros, los platelmintos, los anélidos y los lepidópteros presentaron los más bajos porcentajes.

Se encontró también que la mayoría de los organismos son individuos de aguas claras. Podemos deducir que este ecosistema presenta una alta estabilidad biológica debido a la distribución tan uniforme entre los diferentes géneros reportados. Su uso y manejo debe ser muy cuidadoso debido a las condiciones más o menos constantes de sus factores abióticos, lo que determina que sea muy frágil.

Estructura de la Comunidad béntica de la quebrada Buenos Aires

La figura 11 muestra la estructura de la comunidad béntica de esta estación. Si se observa cuidadosamente se puede notar cómo el número de especies encontradas fue menor que en la estación anterior (64 géneros), pero cada uno presenta en general un porcentaje mayor, lo que permite decir que la energía que entra a dicho ecosistema en forma de productividad secundaria bruta es muy alta, la cual debido a la poca diversidad es suficiente para que el número de individuos de las poblaciones sea alto.

La figura 11 indica como el mayor número de individuos encontrados corresponde a los géneros *Thraulodes* sp. y *Smicridea* sp. También se observa cómo los grupos taxonómicos que presentan mayor número de géneros fueron los tricópteros, los coleópteros y los efemerópteros. El mayor porcentaje de individuos en general fue encontrado en los efemerópteros.

Las familias Haliplidae, Dixidae, el género *Hexatoma* sp y el grupo de los anélidos presentaron los valores más bajos.

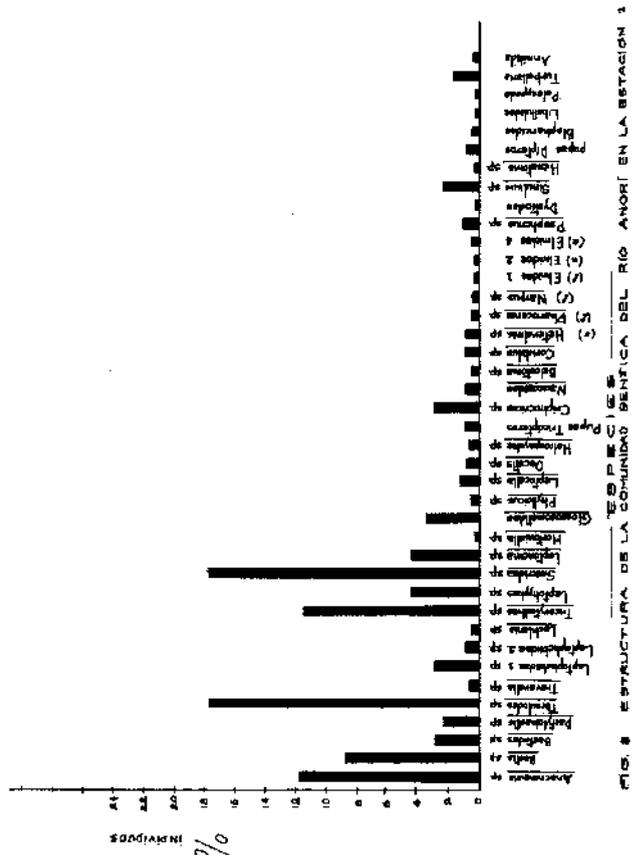


FIG. 12. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD BÉNTICA DEL RÍO ANORJ EN LA ESTACIÓN 1.

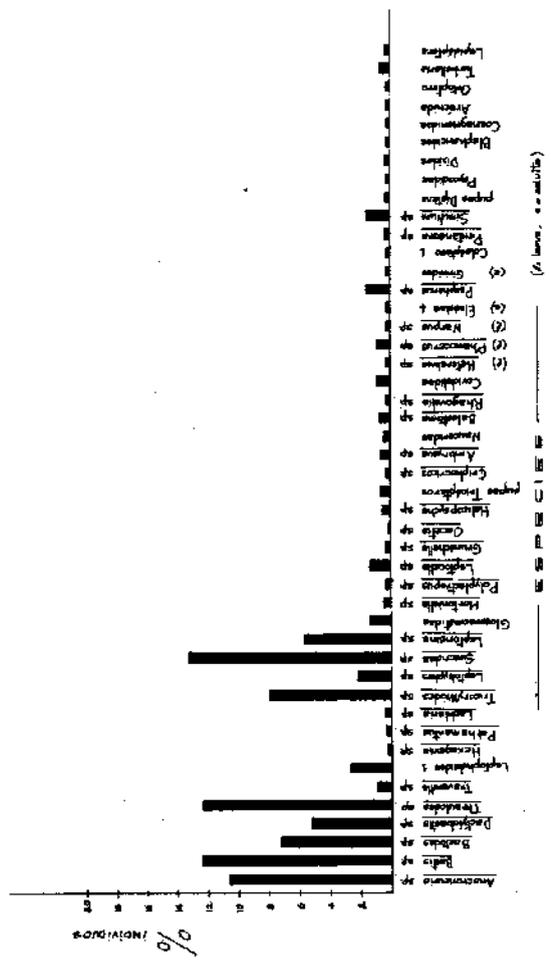


FIG. 13. ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD BÉNTICA DEL RÍO ANORJ EN LA ESTACIÓN Nº 1.

Todos los organismos encontrados son indicadores de aguas claras.

Estructura de la Comunidad béntica de la quebrada la Tira

Esta Estación presentó un número de 71 géneros (Fig 12) representados principalmente por los tricópteros con 15 géneros, los efemerópteros y los coleópteros con 14, y los dípteros con ocho géneros.

Los individuos más dominantes del ecosistema fueron los del género *Thraulodes* y los del género *Smicridea*. Los demás organismos presentan un porcentaje más o menos similar. Los plecópteros presentan una disminución del número de individuos con relación a los ecosistemas anteriores.

Este ecosistema también muestra una alta estabilidad ecológica según se observa en la figura 12, por su distribución equitativa de la energía entre sus organismos.

También observamos que dentro del grupo taxonómico de los hemípteros el género *Criphocricos* sp. fue el más abundante. El género *Phanocerus* sp. constituyó el más representativo de los coleópteros y el género *Simulium* sp. de los dípteros.

Los organismos que presentaron un porcentaje menor fueron los de las familias Notonectidae, Psycodidae, Coenagrionidae y el género *Physo* sp. Esto se debe posiblemente a que el medio no le es propicio para alcanzar una población significativa y a su posición en la pirámide energética del ecosistema.

TABLA III. NUMERO Y PORCENTAJE DE CADA ESPECIE EN LAS DIFERENTES ESTACIONES DE MUESTREO

Fauna	Familia	Género	I		II		III		IV		V		No.	Total	
			No.	o/o	No.	o/o	No.	o/o	No.	o/o	No.	o/o			
Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneturia</i>	40	11.83	60	10.67	90	4.89	80	5.97	70	4.8	340		
		Género 1					10	0.54			12	0.82	22		
	Baetidae	<i>Baetis</i>	30	8.87	70	12.45	180	9.78	110	8.21	130	8.91	520		
		<i>Baetodes</i>	10	2.95	40	7.11	90	4.89	80	5.97	70	4.80	290		
		<i>Dactlobaetis</i>	8	2.36	30	5.33	50	2.71	40	2.98	30	2.05	158		
Efemeróptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	60	17.75	70	12.45	290	15.76	190	14.18	200	13.71	810		
		<i>Traverella</i>	2	0.59	5	0.88	10	0.54	12	0.89	8	0.54	37		
		Género 1	10	2.95	15	2.66	30	1.63	32	2.38	40	2.74	127		
		Género 2	3	0.88	—	—	6	0.32	4	0.28	20	0.13	13		
	Ephemeridae	<i>Hexagenia</i>	—	—	1	0.17	10	0.54	3	0.22	5	0.34	19		
		<i>Pothamantus</i>	—	—	2	0.35	6	0.32	3	0.22	4	0.27	15		
	Oligoneuridae	<i>Lachania</i>	1	0.29	3	0.53	18	0.97	13	0.97	20	1.37	55		
	Caenidae	Género 1					2	0.10			1	0.06	3		
	Trycorythidae	<i>Tricorythodes</i>	38	11.24	45	8.0	100	5.43	68	5.07	97	6.65	348		
		<i>Leptohyphes</i>	15	4.43	12	2.13	40	2.17	50	3.73	47	3.22	164		
	Tricóptera	Rhyacophilidae	<i>Atopsyche</i>	—	—	—	—	10	0.54			6	0.41	16	
		Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	60	17.70	75	13.3	198	10.7	164	12.2	133	9.12	630	
			<i>Leptonema</i>	15	4.4	32	5.6	45	2.4	38	2.8	47	3.2	177	
		Glossosomatidae	Género 1	12	3.5	8	1.4	64	3.4	43	3.2	36	2.4	163	
			<i>Mortonella</i>	1	0.29	3	0.53	16	0.87	18	1.3	22	1.5	60	
	Philopotamidae	<i>Wormaldia</i>	—	—	—	—	10	0.54	—	—	4	0.27	14		
		Género 1	—	—	—	—	6	0.32	3	0.22	2	0.13	11		
	Hidrotíllidae	—	—	—	—	5	0.27	3	0.22	—	—	—	5		
	Polycentropodidae	<i>Polyplectropus</i>	—	—	1	0.17	6	0.32	8	0.59	3	0.2	18		
	Calamoceratidae	<i>Phyllotacus</i>	2	0.59	—	—	20	1.08	15	1.12	30	2.05	67		
<i>Leptocella</i>		4	1.18	8	1.4	38	2.06	21	1.5	18	1.23	89			
Leptoceridae	<i>Gruncheila</i>	—	—	2	0.35	42	2.28	18	1.3	25	1.7	87			
	<i>Oecetis</i>	3	0.8	1	0.17	15	0.81	12	0.89	11	0.75	42			
	<i>Helicopsyche</i>	2	0.59	3	0.53	19	1.03	21	1.56	17	1.16	62			
Helicopsychidae	Pupas	3	0.88	4	0.71	15	0.81	20	1.49	16	1.14	58			
	Género 1	—	—	—	—	2	0.10	3	0.22	4	0.27	9			

	Naucoridae	<i>Criphocricos</i>	10	2.95	12	2.13	15	0.81	17	1.26	19	1.31	73
		<i>Ambrysus</i>	—	—	4	0.71	8	0.43	15	1.12	13	0.89	40
			3	0.88	3	0.53	4	0.21	—	—	2	0.13	12
Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma</i>	2	0.59	4	0.71	12	0.65	8	0.59	14	0.96	40
	Velidae	<i>Rhagovelia</i>	—	—	1	0.17	10	0.54	2	0.14	3	0.20	15
	Gerridae	—————	—	—	—	—	6	0.32	4	0.28	5	0.34	15
	Notonectidae	—————	—	—	—	—	2	0.10	—	—	1	0.06	3
	Mesovelidae	—————	—	—	—	—	1	0.05	—	—	2	0.13	3
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalis</i>	3	0.88	5	0.88	30	1.63	19	1.41	26	1.78	83
Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i> (f)	3	0.88	2	0.35	26	1.41	20	1.49	24	1.64	75
		<i>Phanocerus</i> (f)	2	0.59	5	0.88	32	1.74	23	1.71	28	1.9	90
		<i>Narpus</i> (p)	2	0.59	1	0.17	30	1.63	28	2.0	21	1.4	82
		Género 1 (p)	1	0.29	—	—	8	0.43	4	0.28	—	—	13
		Género 2 (a)	—	—	—	—	5	0.27	3	0.22	2	0.13	10
		Género 3 (a)	1	0.29	—	—	3	0.16	4	0.28	3	0.22	11
		Género 4 (a)	2	0.59	1	0.17	5	0.27	2	0.14	4	0.27	14
		<i>Zaitzevia</i> (e)	—	—	—	—	2	0.10	3	0.22	—	—	5
	Psephenidae	<i>Psephenus</i>	4	1.18	6	1.06	21	1.14	17	1.26	15	1.02	63
	Hydrophilidae	—————	1	0.29	—	—	3	0.16	—	—	4.0	0.27	8
	Staphylinidae	Larva	—	—	—	—	6	0.32	3	0.22	2	0.13	11
	Dysticidae	—————	1	0.29	—	—	10	0.54	7	0.52	4	0.27	22
	Gyrinidae (a)	—————	—	—	1	0.17	4	0.21	3	0.22	2	0.13	10
	Dryopidae	—————	—	—	—	—	3	0.16	—	—	5	0.34	8
	Haliplidae	—————	—	—	—	—	3	0.16	1	0.07	—	—	4
	Coleoptera 1	—————	—	—	1	0.17	4	0.21	—	—	2	0.13	7
	Coleoptera 2	—————	—	—	—	—	—	—	2.0	0.14	1	0.06	3
	Tendipedidae	<i>Pentaneura</i>	—	—	2	0.35	18	0.97	15	1.12	26	1.78	61
		<i>Tendipes</i>	—	—	—	—	1	0.05	2	0.14	—	—	3
		—	—	—	—	—	3	0.16	4	0.28	—	—	7
Díptera	Simuliidae	<i>Simulium</i>	8	2.36	6	1.06	24	1.30	17	1.26	45	3.08	100
	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	1	0.29	—	—	3	0.16	1	0.07	—	—	5
			1	0.29	—	—	1	0.05	—	—	2	0.13	4
		Pupas	3.0	0.8	2.0	0.35	16	0.87	5	0.37	15	1.02	50
	Psychodidae	—————	—	—	1	0.17	4	0.21	2	0.14	1	0.06	8
	Culicidae	—————	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0.13	2
	Dixidae	—————	—	—	2	0.35	3	0.16	1	0.07	2	0.13	8
	Blephariciridae	—————	2	0.59	1	0.17	8	0.43	5	0.37	10	0.68	26

Odonata	Gomphidae	—————	—————	—————	5	0.27	4	0.28	3	0.20	12	
	Agrionidae	<i>Agrion</i>	—————	—————	12	0.65	10	0.74	8	0.54	30	
	Libellulidae	—————	1	0.29	4	0.21	—	—	5	0.34	10	
	Coenagrionidae	—————	—————	—————	2	0.10	—	—	1	0.06	3	
				1	0.17	3	0.16	2	0.14	—	6	
Arácnida	—————	—————	—————	2	0.35	10	0.5	4	0.28	3	0.20	19
Ortóptera	—————	—————	—————	1.0	0.17	10	0.05	—	—	1.0	0.06	3
Mollusca	Physidae	<i>physa</i>	—————	—————	—	—	—	2	0.13	1.0	0.6	3 -0.20
Pelecypoda	—————	—————	1	0.295	—	—	—	—	—	1	0.06	1
Platyhel- minta	Turbellaria	—————	6	1.77	4	0.7	3	0.16	4	0.27	0.13	19
Annelida	—————	—————	1	0.295	—	—	3	0.16	2	0.13	0.27	10
Lepidóptera	—————	—————	—	—	2	0.35	1	0.05	2	0.13	—	4
		Σ	338	562			1839		1339		1458	5545

- 11) El más alto porcentaje lo presentó el género *Thraulodes* sp. (17.75o/o) en la Estación No.1 del río Anorí.
- 12) La Estación No. 1 del río Anorí presentó la diversidad biológica más baja. La quebrada la Concha presentó la más alta diversidad.
- 13) Los efemerópteros, los tricópteros y los coleópteros fueron los grupos taxonómicos con mayor número de géneros y dentro de ellos los efemerópteros presentaron el mayor número de individuos encontrados en toda la zona de estudio.
- 14) Las familias más representativas encontradas fueron: Perlidae, Baetidae, Leptophlebiidae, Tricorythidae, Hidropsychidae, Helicopsychidae, Leptoceridae y Elmidae.
- 15) Se encontraron un total de 43 familias en toda la zona de las cuales las más abundantes fueron el grupo de los tricópteros (9 familias).
- 16) La familia que presentó un mayor número de géneros fue Elmidae (coleópteros) con 8 géneros.
- 17) Todos los ecosistemas estudiados presentan comunidades muy estables, lo que significa su distribución más o menos equitativa de la energía a través de los diferentes circuitos energéticos en las cadenas alimenticias.
- 18) Los plecópteros presentaron un porcentaje más o menos constante en todos los ecosistemas estudiados.

- 19) El grupo taxonómico de los efemerópteros presentaron el mayor número de géneros con un total de 14.
- 20) Los ecosistemas acuáticos estudiados aún no presentan perturbaciones ecológicas considerándose de una alta estabilidad ecológica.

RECOMENDACIONES

1. Debe hacer estudios más intensivos de las poblaciones bentónicas con el fin de conocer mejor la estructura y dinámica de las comunidades. Así mismo esto permite establecer mejor sus hábitat, sus ciclos de vida y su importancia ecológica en el ecosistema.
2. Debe estudiarse mejor las relaciones entre los ecosistemas terrestres y acuáticos con el fin de establecer mejor los cambios que operan a lo largo del tiempo en sus factores físicos químicos y en el comportamiento general de las poblaciones.
3. Debe también emprenderse investigación de los efectos que podría causar un uso indiscriminado de los ecosistemas terrestres sobre las comunidades bióticas acuáticas.
4. Debe estudiarse mejor la influencia del clima sobre los ecosistemas acuáticos tropicales.
5. Debe establecerse metodologías que permitan hacer un uso más racional de los ecosistemas del área con el fin de evitar daños irreparables en la dinámica de las poblaciones.

TABLA IV. FRECUENCIA DE LA FAUNA BÉNTICA EN LAS DIFERENTES ESTACIONES DE LA ZONA DE ESTUDIO

Estaciones

Fauna Béntica	I	II	III	IV	V	Fauna Béntica	I	II	III	IV	V
<i>Anacronis sp.</i>	X	X	X	X	X	<i>Hexaneis sp.</i>	X	X	X	X	X
<i>Baetis sp.</i>	X	X	X	X	X	<i>Phaenocera sp.</i>	X	X	X	X	X
<i>Baetodes sp.</i>	X	X	X	X	X	<i>Nerpus sp.</i>	X	X	X	X	X
<i>Dactylabettis sp.</i>	X	X	X	X	X	Elmidae 1	X		X	X	
Baetiidae			X		X	Elmidae 2			X	X	X
<i>Thraulodes sp.</i>	X	X	X	X	X	Elmidae 3	X		X	X	X
<i>Traulodes sp.</i>	X	X	X	X	X	Elmidae 4	X	X	X	X	X
Leptophlebiidae 1	X	X	X	X	X	Zetteneis sp.			X	X	
Leptophlebiidae 2	X	X	X	X	X	<i>Psephenus sp.</i>	X	X	X	X	X
<i>Hemiptera sp.</i>		X	X	X	X	Hidrophilidae	X		X	X	X
<i>Potemantius sp.</i>		X	X	X	X	<i>Staphylinidae</i>			X	X	X
<i>Leclania sp.</i>	X	X	X	X	X	Dytiscidae	X		X	X	X
Carridae			X		X	Gyrinidae		X	X	X	X
<i>Trycorythodes sp.</i>	X	X	X	X	X	Dryopidae			X	X	X
<i>Leptohyphes sp.</i>	X	X	X	X	X	Haliplidae			X	X	X
<i>Atopsyche sp.</i>			X		X	Coléoptero 1		X	X		X
<i>Leptanema sp.</i>	X	X	X	X	X	Coléoptero 2				X	X
<i>Saetia sp.</i>	X	X	X	X	X	<i>Psephenus sp.</i>		X	X	X	X
Glossomatidae		X	X	X	X	<i>Yanilata sp.</i>			X	X	
<i>Mortonella sp.</i>	X	X	X	X	X	Tentopelidae			X	X	
Normetidae			X		X	<i>Siamant sp.</i>	X	X	X	X	X
Phlebotomidae			X	X	X	<i>Hexanema sp.</i>	X		X	X	
Hidrophilidae			X	X		Tipulidae		X	X	X	
<i>Polypectropus sp.</i>		X	X	X	X	Tabanidae	X		X		X
<i>Phytolacus sp.</i>	X		X	X	X	Pupas dípteros	X		X	X	X
<i>Leptocella sp.</i>	X	X	X	X	X	Psychodidae		X	X	X	X
<i>Grunichella sp.</i>		X	X	X	X	Culicidae				X	X
<i>Oscaris sp.</i>	X	X	X	X	X	Dixidae		X	X	X	X
Leptoceridae			X	X	X	Diptera		X		X	X
<i>Helicopsyche sp.</i>	X	X	X	X	X	Pupas díptera	X	X	X		X
Tricóptera			X	X	X	Gomphidae			X	X	X
Pupas tricópteros	X	X	X	X	X	<i>Agrion sp.</i>			X	X	X
<i>Criophoceros sp.</i>	X	X	X	X	X	Libellulidae	X		X		X
<i>Ambrysus sp.</i>		X	X		X	Coenagrionidae			X		X
Nauoridae	X	X	X	X	X	Odonata		X	X	X	
<i>Befortoma sp.</i>	X	X	X	X	X	Aricidae		X	X	X	X
<i>Rhagovalis sp.</i>		X	X	X	X	Ortóptera		X	X		X
Gerridae			X	X	X	<i>Physa sp.</i>				X	X
Notonectidae			X		X	Pelecypoda	X				X
Mesovellidae			X		X	Turbellaria	X	X	X	X	X
<i>Corydalis sp.</i>	X	X	X	X	X	Annelida	X		X	X	X
						Lepidóptera		X	X	X	

6. Debe estudiarse mejor la identificación y taxonomía de las comunidades bénticas tropicales con el fin de diseñar y elaborar claves propias de nuestro medio que nos permitan conocer y utilizar en forma más efectiva las diferentes poblaciones bénticas tropicales.

bién expresamos nuestros reconocimientos de gratitud a Mineros de Antioquia S.A., por su permanente apoyo de transporte en el área, tanto acuático como terrestre, sin el cual hubiera sido imposible realizar esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

Se expresan los más sinceros agradecimientos a COLCIENCIAS quien con su aporte económico hizo posible la realización del presente estudio.

Igualmente damos las gracias a la Universidad de Antioquia por su permanente apoyo y respaldo en este trabajo. Tam-

Nota

Los autores del presente estudio nos sentimos muy estimulados por haber sido galardonados con el Primer Premio de Ecología por la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas en su XIII Congreso en la ciudad de Manizales en 1978, como reconocimiento al mérito del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Apha. *Métodos Standard para el Exámen de Aguas y Aguas de Desecho*. México, Edit. Interamericana, S.A., 1963.
- Broughton Klots, E. "Insects of Porto Rico and Virgin Islands. Odonata or Dragonflies". *Sci Surv. Porto Rico and Virgin Islands*. 14: 1-107, 1932.
- Correa, M. *Taxonomía y Ecología del Orden Trichoptera en el Departamento de Antioquia en diferentes pisos Altitudinales*. (Tesis para Biólogo, Universidad de Antioquia, Medellín, 1980).
- Demoulin, G. Une Mission Biologique Belge au Brasil. Ephemeropteres. *Inst. Roy. Sci. Nat. Bel.* XXXI (20): 1 - 32, 1955.
- Eaton, A. E. List of Neuroptera (In *British Mus.* Part. III), 1883.
- Edmunds, G.F. Jr. et. al. *The Mayflies of North and Central America*. Univ. of Minnesota Press, Mineapolis., 1976.
- Espinal, L.E. *Formaciones Vegetales del Departamento de Antioquia*. Fac. Nacional de Agronomía, Medellín. XXIV (60): 1-83, 1964.
- Fittkau, E.J. "Remarks on Limnology of Central-Amazon Rain Forest Streams". *Verh. Internat. Verein. Limn.* XV: 1092-1096, 1964.
- Gloyd, L. y M. Wright. *Odonata*. (En: Edmonson W. T. *Fresh-Water Biology*. John Wiley & Sons, 1959).
- Hungerford, H. y R. Matsuda. "Keys to Subfamilies, tribes, genera and subgenera of the Gerridae of the World". The Univ. of Kansas, *SC Bulletin*. Vol. XLI, No. 1. 1960.
- Hurlbert, S. H. Editor. *Biota Acuática de Sudamérica Austral*. San Diego State University, San Diego, California, 1977.
- ILLIES, J. "Gebirgsbache in Europa and Sudamerika ein Limnologischer Vergleich". *Verh. Internat. Verein. Limn.* 14: 517-523, 1961.
- "The invertebrate Fauna of the Huallaga, a Peruvian Tributary of Amazon River, from the Sources down to Tingo Maria". *Verh. Internat. Verein. Limn.* XV: 1977-1083, 1964.
- "Biogeography and Ecology of Neotropical Freshwater Insects, Especially those from Running Waters". (In: E.J. FITTKAU et. al. Edit. *Biogeography and Ecology in South America*. 2: 685-708, 1969.
- Klinge, H. & W. Ohle. "Chemical Properties of Rivers in the Amazonian Area in Relation to Soil Conditions". *Verh. Internat. Verein. Limn.* XV: 1067-1976 1964.
- Merritt, R. W. y K. W. Cummins. *An Introduction to the Aquatic Insect of North America*. Kendall/Hunt Publ. Co., 1978.
- Needham, J. & H. Murphy. "Neotropical Mayflies". *Bull. Lloyd Library. Bull.* No.24, Ent. Series No.4, 1924.
- Needham, J.G. "New Dragonfly Nymphs in the United States National Museum". *Proc. U. S. Nat. Mus.*, Vol. XXVII No. 1371., 1904.
- Packer, J.S. "A Preliminary Study of the Mayflies of Honduras" *CEIBA*, 12 (1): 1-10, 1966.

- Patrick, R. "A Discussion of the Results of the Catherwood Expedition to the Peruvian Head Waters of the Amazon". *Verh. Internat. Verein. Limn.* XV (1): 1084-1090, 1964.
- Perez, G. & G. Roldan. "Niveles de Contaminación por Detergentes y su Influencia en las Comunidades Bénticas del Río Rionegro". *Act. Biol.* 7 (24): 27-36, 1978.
- Ranson, J. *Community Structure of Benthic Macroinvertebrates and Related Physicochemical Conditions in Keystone*. PhD Thesis, Oklahoma State University, Still Water, 1969.
- Roldan, G., J. Builes, C. M. Trujillo, & A. Suarez. "Efectos de la Contaminación Industrial y Doméstica sobre Fauna Béntica del Río Medellín". *Act. Biol.* 2(5): 54-64, 1973.
- Roldan, G. "Limnological Studies of four different neotropical regions, with Special reference to their Ephemeroptera Fauna". (Tesis para Doctorado, en Ciencias, Universidad de Kassel, Alemania Federal, 1980).
- Traver, J. R. "New Venezuelan Mayflies". *Bol. Ent. Venezuela.* 2: 79-98, 1943.
- "Notes on Neotropical Mayflies. Part I. Family Baetidae, Subfamily Leptophlebiinae". *Rev. Ent.* 17(3): 418-437, 1946.
- "Notes on Neotropical Mayflies. Part II. Family Baetidae, Subfamily Leptophlebiinae". *Rev. Ent.* 18 (1-2): 148-161, 1947.
- "Notes on Neotropical Mayflies Part III. Family Ephemeridae". *Rev. Ent.* 18 (3): 370-395, 1947.
- "Notes on Neotropical Mayflies. Part. IV. Family Ephemeridae (continued)". *Rev. Ent.* 21 (3): 593-614, 1950.
- Usinger, R. Editor. *Aquatic Insects of California*. University of California. Press. Berkeley, 1973.
- Van Dyke, E. C. *The Coleoptera of the Galapagos Islands*. San Francisco, California Academy of Sciences, 1953.
- Weyenbergh, H. "Bijdrage Tot de Kennis der Zuid-Amerikaansche Ephemeriden". *Tijdschr. Ent.* 26: 159-174, 1883.
- Wiggins, G. B. *Larvae of the North American Caddisfly Genera*. (Trichoptera). University of Toronto Press. Toronto, 1977.
- Wilhm, J. & C. Dorris. "Species Diversity of Benthic Macroinvertebrates in a Stream Receiving Domestic and Oil Refinery Effluents". *Am. Midl. Nat.* 76: 427-449, 1966.
- Young, W.C. y C. Bayer. "The dragonfly Nymphs (Odonata: Anisoptera) of the Guadalupe River Basin, Texas". *Tex. Jour. Sc.* Vol XXX No. 1, March, 1979.