

**ESTUDIOS LIMNOLOGICOS DE CUATRO ECOSISTEMAS  
NEOTROPICALES DIFERENTES CON ESPECIAL REFERENCIA A SU  
FAUNA DE EFEMEROPTEROS**

*Por: Gabriel Roldán P. \**

**RESUMEN**

*Entre 1973 y 1976 fueron estudiados limnológicamente los ríos Anorí, Medellín, Rionegro y la Quebrada La Agudelo, localizados en el Departamento de Antioquia, Colombia. En cada uno de estos ecosistemas se analizó la fauna de efemerópteros y se determinó la estructura de la comunidad. Las variaciones en oxígeno debido a la contaminación orgánica y los cambios en turbidez motivados por las épocas de lluvia, parecen ser los factores que más afectan adversamente las comunidades bénticas. Se encontró que el género *Lachlania* parece preferir agua fría y no contaminadas, en cambio *Euthyplocia hecuba* y *Campylocia*, son más frecuentes en aguas cálidas y limpias. Los géneros *Tricorythodes* y *Dactylobaetis* se encontraron predominantemente en aguas con barro y arena. Por su parte *Leptohyphes*, *Baetis* y *Baetodes* mostraron un amplio rango de adaptación a diferentes tipos de ecosistemas y de contaminación. *Thraulodes* mostró una amplia distribución en altura, pero es muy sensible a la contaminación. *Hemaneillopsis*, es un género aún poco conocido en el trópico. Se reportó igualmente un "leptoflehid" que parece pertenecer al género *Terpides*, pero no pudo ser confirmada su clasificación.*

**INTRODUCCION**

Los estudios limnológicos relacionados con aguas corrientes en los trópicos son escasos e incompletos. Una buena parte de éstos se han llevado a cabo en los Andes del Perú y algunas regiones del Amazonas, pero la mayor parte del Neotrópico permanece intocado en este campo. Illies (1961) hace un estudio limnológico comparativo entre Europa, Sur América y el mismo autor (1964) discute los resultados de la fauna de invertebrados colectados en el río Hualaga, Perú. Patrick (1964) hace un reporte de una manera muy general de lo encontrado en la Expedición Catherwood a las cabeceras del Amazonas en el Perú; la biota por ella reportada, se limitó sólo a nivel de Phylum y Clase. Fitkau (1964) hace un reporte de la biota de los ríos de la selva central del Amazonas y en él reporta las familias Potamantidae, Leptophlebiidae, Baetidae y Caenidae como las más frecuentes, Kingle y Ohle (1964) y Sioli (1964) se

refieren acerca de algunas condiciones fisicoquímicas y biológicas de algunos ríos del Amazonas. Illies (1969) discute la biogeografía y la ecología de los insectos acuáticos neotropicales, especialmente aquellos de aguas corrientes. Desde el punto de vista ecológico, este último trabajo es el más importante reportado en la presente investigación.

Desde el punto de vista taxonómico, se han reportado varios estudios acerca de la fauna de efemerópteros neotropicales, pero aún esta literatura se encuentra dispersa e incompleta y sujeta a revisión. Quienes más han contribuido en este campo son: Allen (1967, 1973, 1977). Allen y Brusca (1970, 1973, 1978). Allen y Cohen (1977). Allen y Roback (1969). Edmunds (1966, 1972). Mayo (1968, 1969, 1972, 1973). Traver (1960, 1971). Traver y Edmunds (1967, 1968). Recientemente Edmunds y otros (1976) publicaron un libro sobre efemerópteros de Norte y Centro América. Allí se reportan varios géneros que son comunes a nuestro medio.

\* Profesor Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

En Colombia, este campo de investigación ha sido prácticamente inexistente. Sólo los trabajos de Roldán y Otros (1973) Pérez y Roldán (1978) y Roldán (1980) dan un comienzo al tratamiento de este tema al estudiar las comunidades de macro-invertebrados en los ríos Medellín y Rio-negro.

Debido a la virtual falta de información acerca de la fauna de efemerópteros en Colombia, el presente trabajo tuvo como objetivos principales los siguientes:

- Contribuir al conocimiento de la Limnología Tropical, el cual es muy pobre, en especial en Colombia.
- Mostrar la constitución de las comunidades acuáticas de efemerópteros en nuestro medio.
- Determinar cómo cambian los factores fisicoquímicos con las estaciones de lluvia y sequía.

- Establecer los efectos de la contaminación sobre la estructura de las comunidades acuáticas, usando los efemerópteros como indicadores, puesto que estos organismos son muy sensibles a la contaminación.
- Sentar las bases para futuros estudios ecológicos y taxonómicos de la fauna de efemerópteros en Colombia.

#### DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Para el presente estudio se seleccionaron cuatro estaciones de muestreo, así:

- Río Anorí.*  
Localizado en el área de Providencia (Antioquia) 200 km. al noreste de Medellín, (Fig.1). Este lugar está localizado a 540 m sobre el nivel del mar y corresponde a

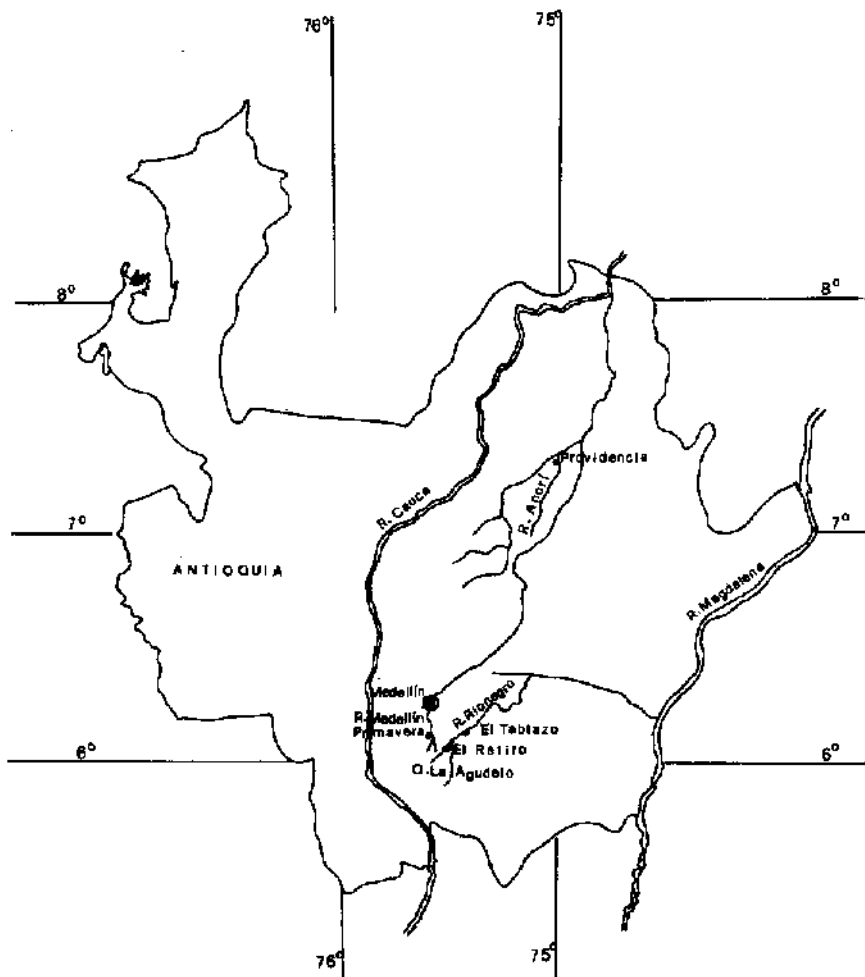


Figura 1.  
Mapa de Antioquia, Colombia, mostrando las cuatro estaciones de muestreo.

una transición entre bosque húmedo y bosque muy húmedo tropical (bh/bmh - T) según la clasificación de las zonas de vida de Holdridge (Espinal, 1964). El río en la región muestreada es pedregoso de aguas limpias y claras.

b) *Río Medellín.*

Localizado en el área de Primavera, cerca del municipio de Caldas, 24 km. al sur de Medellín. Esta estación está localizada a 1550 m sobre el nivel del mar en un bosque muy húmedo premontano (bhm/PM). El río está muy afectado por erosión y contaminación orgánica moderada. Su fondo es rocoso-pedregoso.

c) *Río Rionegro.*

Localizado en el área de Pantanillo, a 30 km. al sureste de Medellín. Está situada a 1900 m sobre el nivel del mar; en un bosque húmedo montano bajo (bh - MB). El río está aquí afectado por erosión y contaminación orgánica moderada. El fondo es pedregoso-arenoso.

d) *Quebrada La Agudelo.*

Localizada cerca al municipio del Retiro, a 32 km. al Sureste de Medellín. Situada a 2.000 m sobre el nivel del mar, sobre un bosque muy húmedo montano bajo (b m h - MB). El agua es limpia y clara. El fondo es pedregoso.

## MATERIALES Y METODOS

Las muestras en el río Anorí se tomaron cada cuatro meses de marzo de 1973 a diciembre de 1975, debido a lo apartado del área. Las demás estaciones se muestrearon mensualmente, así: Río Medellín, de noviembre de 1973 a octubre de 1974; río Rionegro de marzo de 1975 a febrero de 1976; y la Quebrada la Agudelo, de marzo de 1975 a febrero de 1976.

La temperatura fue medida con un teletermómetro YSI - Mod. 42 Sc y la conductividad con un conductímetro Hach, Mod. 2200. El oxígeno y el dióxido de carbono fueron determinados directamente en el campo, (para el oxígeno se usó el método Winkler). Los nitratos y los fosfatos fueron determinados con un colorímetro HACH. La alcalinidad y la dureza se determinaron por titulación de acuerdo con los métodos standard (APHA, 1963).

Las muestras biológicas fueron tomadas de lugares poco profundos, removiendo el fondo del río, colectando las ninfas con una malla de 0,5 m m. En lugares más profundos se usó una red de mano (D-net). También se levantaban piedras y con unas pinzas se tomaban los organismos, los cuales eran depositados en alcohol al 70%o.

La identificación de las ninfas sólo se pudo llevar hasta el nivel de género (con una sola excepción, *Euthyplocia hecuba*); debido a la falta de claves para estos organismos en el neotrópico.

## RESULTADOS

### Físicoquímicos.

La temperatura varió muy poco a lo largo del estudio; ésta es una característica de los ecosistemas tropicales (Fig.2).

El oxígeno varió con la temperatura y la contaminación. Los máximos valores encontrados fueron de 10.5 mg/l en la Quebrada la Agudelo en octubre de 1976 y el mínimo fue de 4.3 mg/l en el río Medellín, en febrero de 1974 (Fig.2). Los valores de dióxido de carbono fueron en general bajos. El máximo valor encontrado fue de 8.0 mg/l en el río Medellín en febrero de 1973 y el más bajo fue de 1.5 mg/l en la Quebrada la Agudelo en noviembre de 1976. El dióxido de carbono tiene la tendencia a aumentar con altas temperaturas y condiciones de contaminación (Fig. 2).

El pH mostró una alta estabilidad en los ecosistemas estudiados (Fig.3). La alcalinidad fue baja en todas las estaciones estudiadas; los valores más bajos fueron de 8.12 mg/l en el río Anorí y los más altos fueron del orden de 21.70 mg/l en el río Medellín (Fig.3).

Los nitratos y los fosfatos presentaron en general valores bajos. Los valores más bajos de nitratos fueron 0.024 mg/l reportados en el río Rionegro y los más altos fueron de 1.04 mg/l reportados en el río Medellín. En cuanto a los fosfatos, fueron muy bajos en general, siendo los valores más altos del orden de 0.5 mg/l reportados en el río Medellín. La conductividad varió paralelamente con estos dos últimos parámetros (Fig.4).

### Biológicos.

Los efemerópteros pasan la mayor parte de sus vidas como ninfas en el agua. En muchos casos el estado adulto tiene sólo una duración de pocos días y aún pocas horas, y su función es sólo la de reproducción. Berner (1950) dice que "la economía total de la vida en el agua está íntimamente ligada a la presencia y abundancia de los efemerópteros, y está plenamente demostrado que tanto los adultos como las ninfas constituyen una parte importante de la dieta de los peces, o de otros organismos que se alimentan de peces". Zelinka (1977) ha estimado una producción en biomasa de efemerópteros en aguas corrientes que puede variar de los 200 a los 500 kg. por hectárea y por año. Otro aspecto práctico del estudio de los efemerópteros es el que éstos se usan como indicadores de la calidad del agua (Wilhm & Dorris, 1966, 1968; Ramson, 1969; Roldán y otros, 1973; Pérez y Roldán, (1978).

La mayoría de los estudios taxonómicos publicados hasta la fecha para el neotrópico, consisten de publicaciones aisladas, hechas por autores principalmente alemanes y norteamericanos, pero aún no se ha formado una escuela en nuestro medio que afronte el estudio de los insectos acuáticos. Por lo anterior, el presente trabajo se considera pionero en su género.

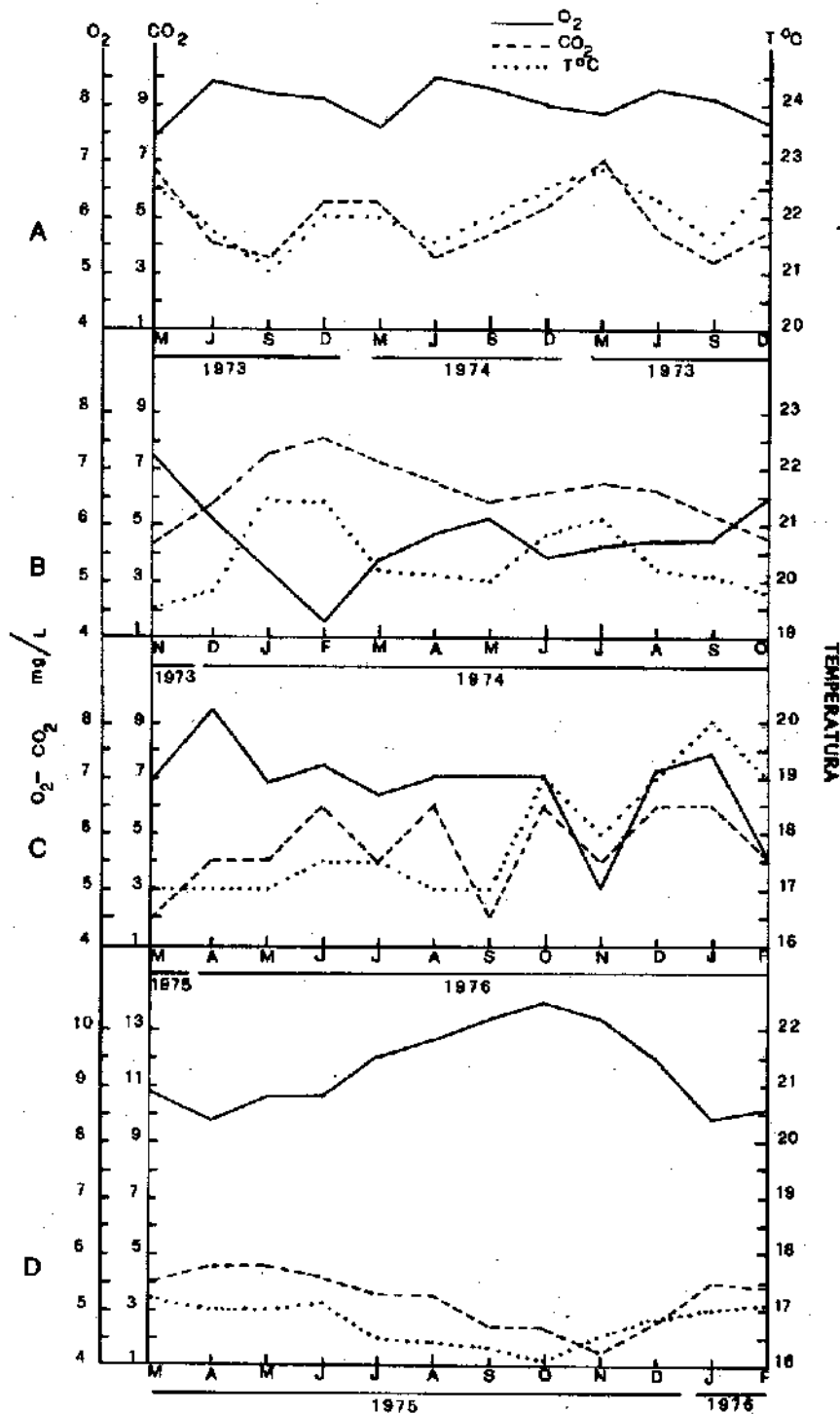


Figura 2. Promedios mensuales de oxígeno, dióxido de carbono y temperatura en las cuatro estaciones estudiadas. A) Río Anorí, B) Río Medellín, C) Río Rionegro, D) Quebrada La Agudela.

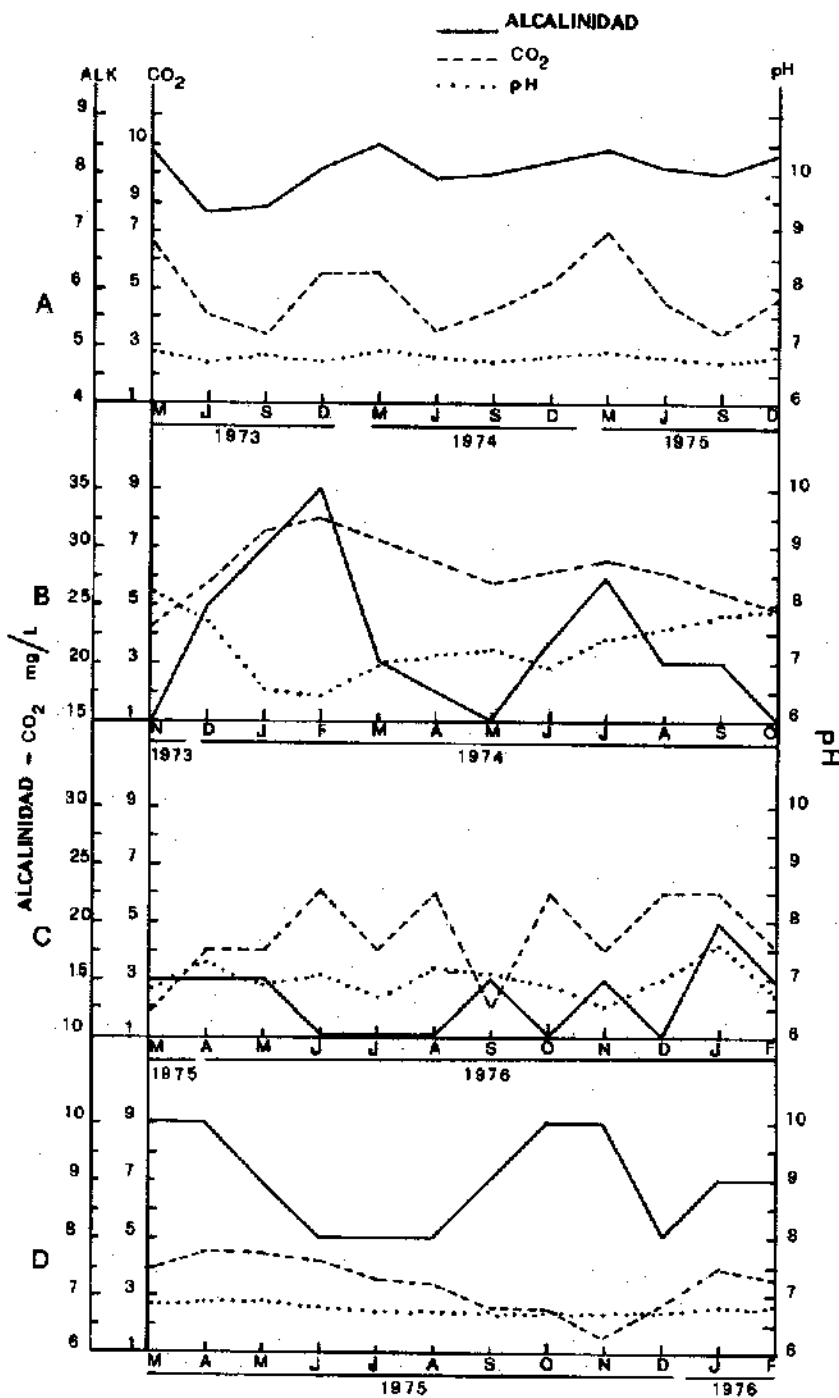


Figura 3.  
Promedios mensuales de alcalinidad, dióxido de carbono y pH en las cuatro estaciones estudiadas. A) Río Anorí, B) Río Medellín, C) Río Rionegro, D) Quebrada La Agudeña.

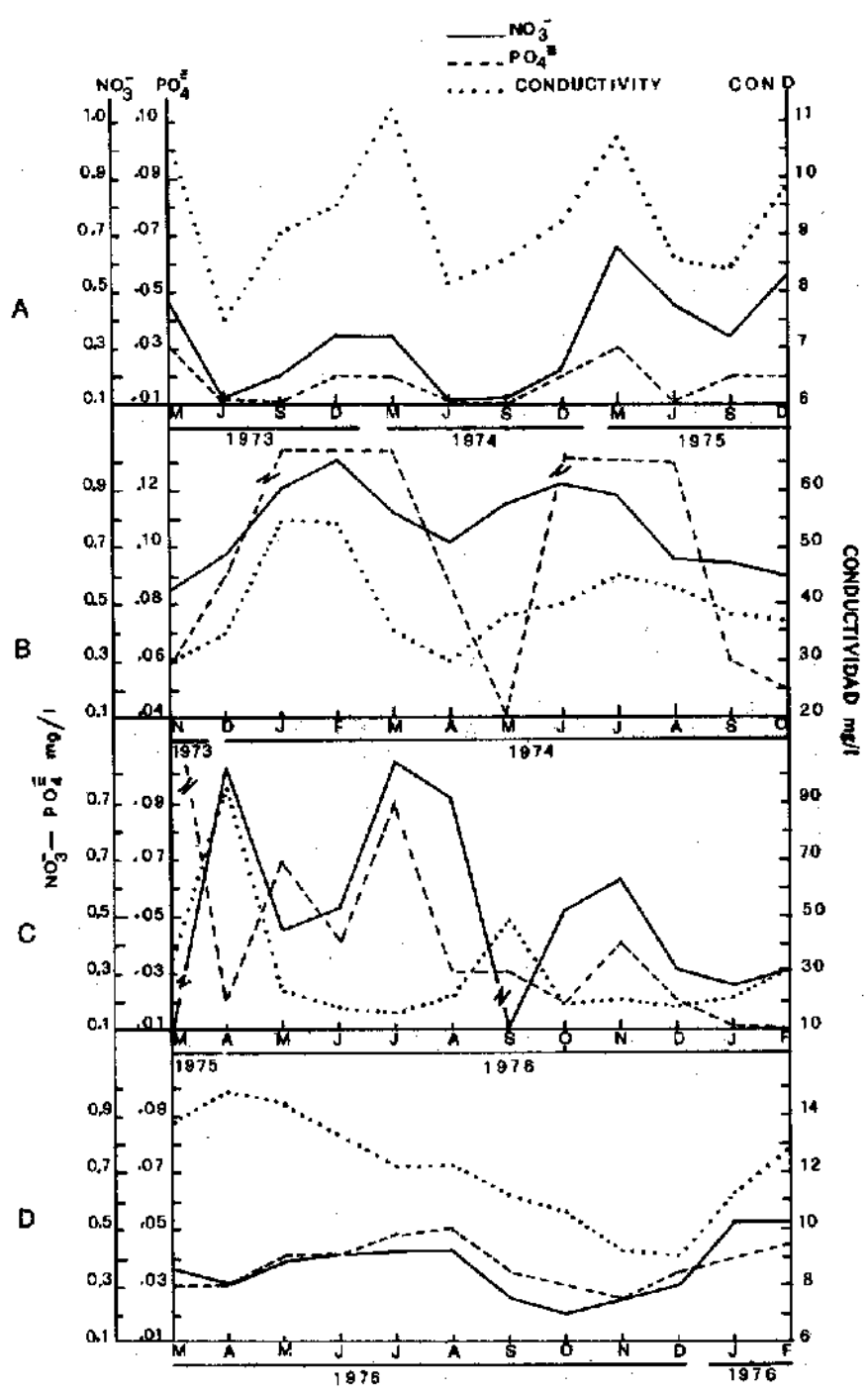


Figura 4. Promedios mensuales de nitratos, fosfatos y conductividad en las cuatro estaciones estudiadas. A) Río Anorí, B) Río Medellín, C) Río Rionegro y D) Quebrada La Agudelo.

En el presente trabajo se reportaron cinco familias y 10 géneros con 22 especies aún no determinadas. Sólo un organismo pudo ser identificado a nivel de especie, *Euthyplocia hecuba*. Una larva de la familia Leptophlebiidae fue también reportada, pero su género no pudo ser perfectamente establecido (posiblemente sea el género *Terpides*, pero aún está pendiente de confirmación por especialistas).

La Tabla I presenta un resumen de las familias y los géneros reportados en la presente investigación.

La figura 5 muestra microfotografías de algunos de los géneros reportados en la presente investigación.

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

### Físicoquímicos.

El parámetro físicoquímico que mostró mayor estabilidad fue la temperatura. Esto significa que los organismos que viven en los ecosistemas acuáticos tropicales son estenotérmicos y cualquier cambio en la temperatura, así sean unos pocos grados, puede ser fatal para las comunidades acuáticas.

El oxígeno tuvo la tendencia a aumentar durante las épocas de lluvia y a disminuir en la estación de sequía y con la contaminación. En el río Medellín y el río Rionegro fue donde mostró mayores fluctuaciones. Por su parte el dióxido de carbono varió inversamente al oxígeno, lo cual es de esperarse en condiciones naturales.

El pH fue un factor relativamente estable mostrando mayor variación en el río Medellín, donde precisamente se presentó la más baja diversidad de especies. La conductividad mostró una alta correlación con la precipitación y la contaminación. A mayor conductividad se encontró una menor diversidad de especies. Los nitratos y los fosfatos no mostraron

cambios significativos, variando estos rítmicamente con las estaciones de lluvia y de sequía. La turbidez mostró una alta variación relacionada directamente con las épocas de lluvia. Una alta turbiedad disminuye la productividad primaria en el agua e interfiere con la actividad respiratoria de los efemerópteros.

Las figuras 6 y 7 muestran la estructura de las comunidades en los cuatro ecosistemas estudiados.

Puede observarse cómo aquellos ecosistemas donde se presentaron menores variaciones en los factores físicoquímicos (río Anorí y Quebrada la Agudelo) son los que presentan una mayor diversidad de especies. En cambio, en el río Rionegro y el río Medellín, donde los cambios fueron más drásticos, las comunidades acuáticas sufrieron una alta reducción en el número de especies.

### Biológicos.

La familia Leptophlebiidae, seguida por la Baetidae y la Tricorythidae, fueron los más representativos, tanto en diversidad como en número de especies. El género *Baetis* LEACH, aunque es un género cosmopolita, aún es poco conocido en el neotrópico.

*Lachlania* HAGEN es igualmente poco conocida en el neotrópico y al igual que muchos efemerópteros, la mayor parte de sus especies han sido descritas de adultos.

Este género puede mirarse como indicador de agua clara y poco contaminada. *Thraulodes* ULMER es el género mejor conocido en nuestro medio. Es el único género de cuyo espécimen se hizo la primera descripción (ULMER, 1920 b).

*Hermanellopsis* DEMOULIN y una ninfa que no pudo ser plenamente identificada (parece ser del género *Terpides*), fueron igualmente reportadas, pero aún se conoce muy poco de ellas en el neotrópico. Sólo un ejemplar de la primera

TABLA I. Familias y Géneros de Orden Ephemeroptera Reportados en el Presente Estudio.

Familia	Género	Número de especies
BAETIDAE	<i>Baetis</i> sp	4
	<i>Baetodes</i> sp	4
	<i>Dactylobaetis</i> sp	1
OLIGONEURIDAE	<i>Lachlania</i> sp	2
LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Thraulodes</i> sp	5
	<i>Hermanellopsis</i> sp	1
	<i>Terpides</i> sp?	1
TRICORYTHIDAE	<i>Leptohyphes</i> sp	3
	<i>Tricorythodes</i> sp	1
EUTHYPLOCIDAE	<i>Euthyplocia hecuba</i>	1
	<i>Campylocia</i> sp	1



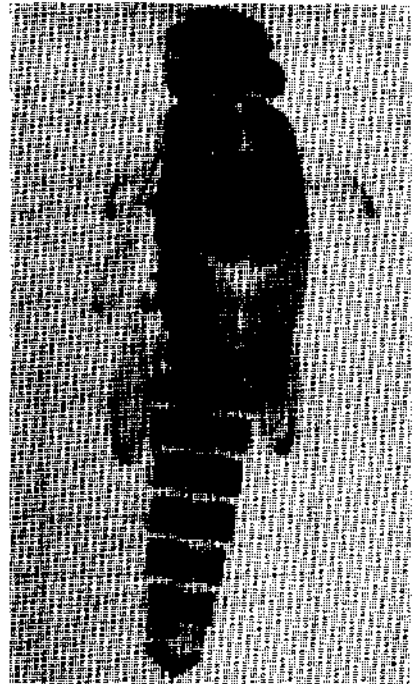
A



B



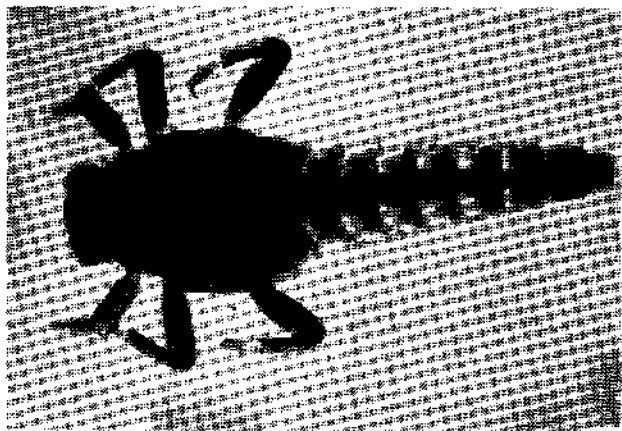
C



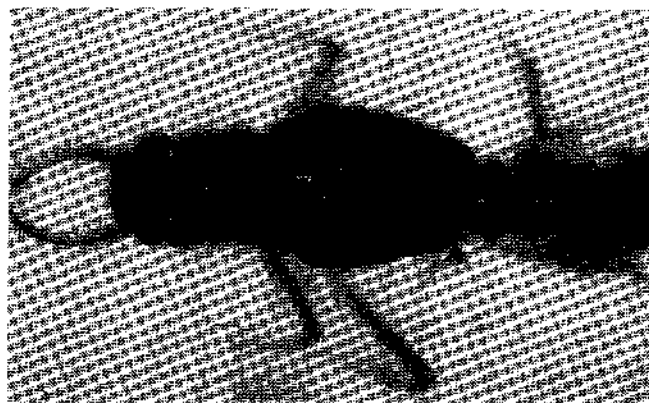
D

Figura 5.  
Algunos de los efemerópteros más comunes en aguas corrientes tropicales. A) *Baetis* sp., B) *Dactylobaetis* sp., C) *Baetodes* sp., D) *Thraulodes* sp. E) *Leptohyphes* sp. F) *Tricorythodes* sp., G) *Lachania* sp. H) *Euthyplocia hecuba*, I - *Euthyplocia hecuba* (detalle de la cabeza y patas anteriores). J) *Campylocia* sp.

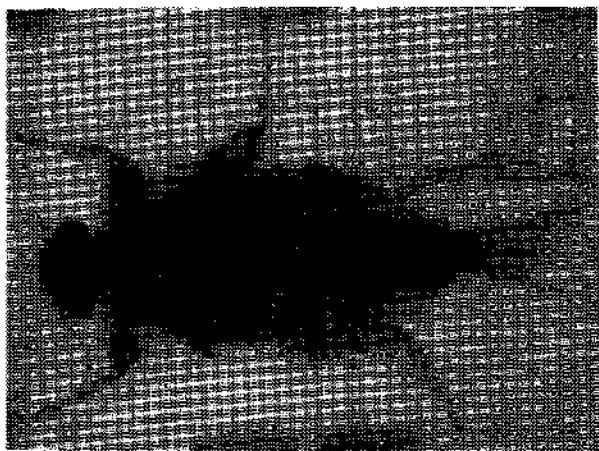




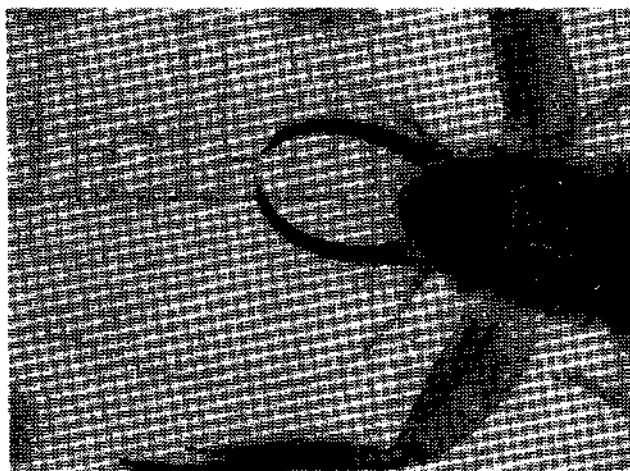
G



J



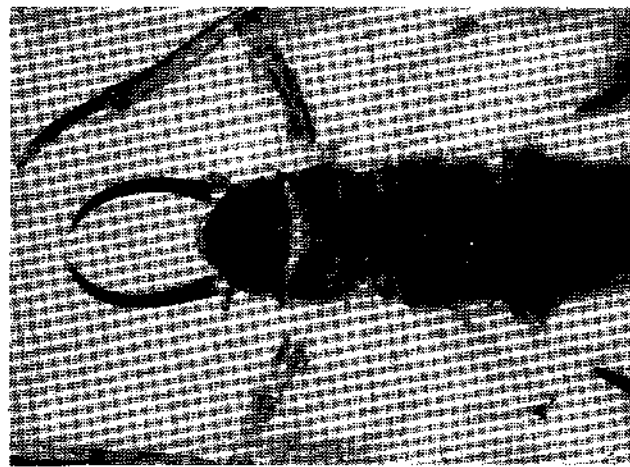
F



I



E



H

(Figura 5 continuación)

E) *Leptohyphes* sp. F) *Tricorythodes* sp. G) *Lachnania* sp. H) *Euthyploclea hecuba*. I) *Euthyploclea hecuba* (detalle de la cabeza y patas anteriores). J) *Campylocia* sp.

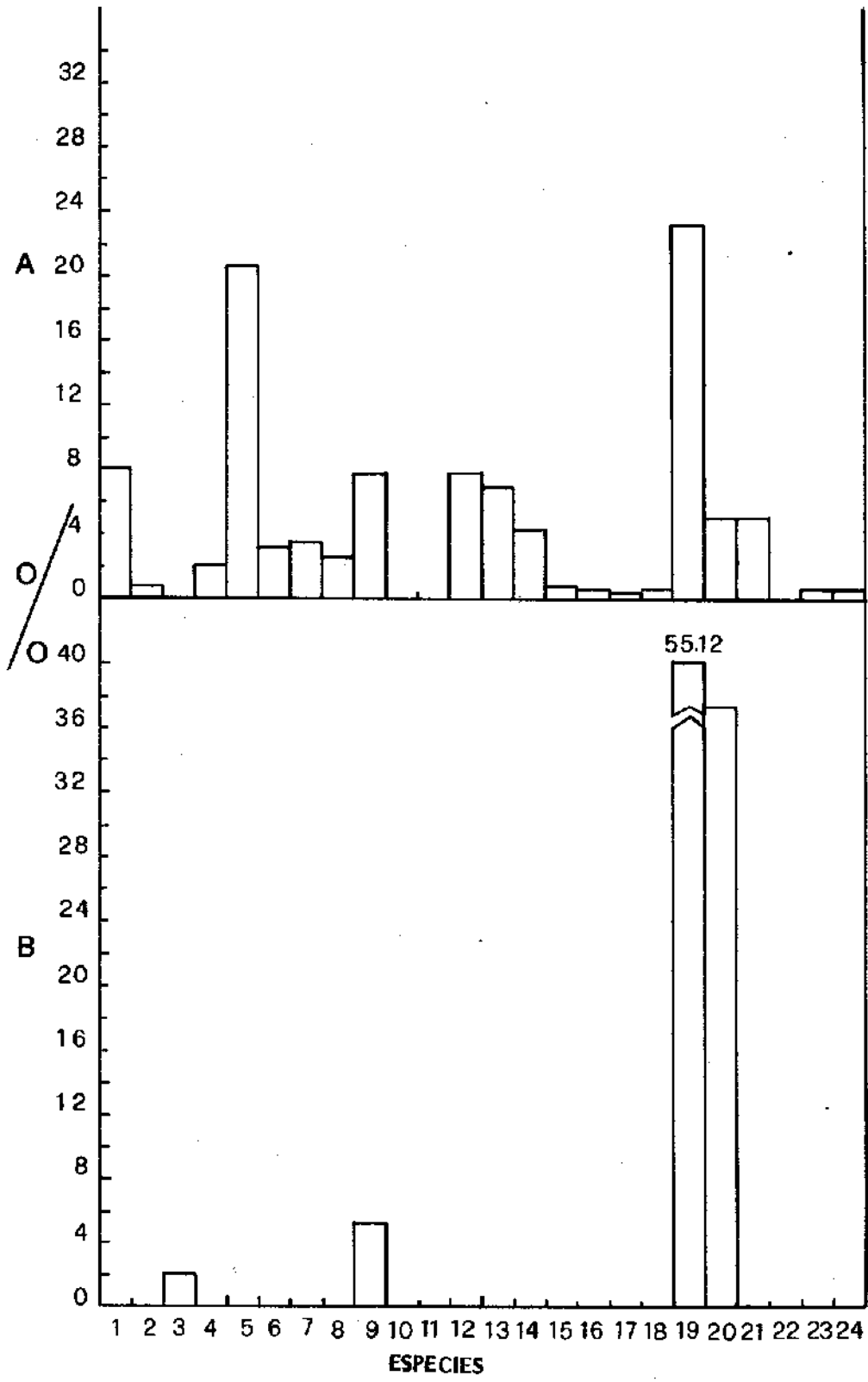


Figura 6. Estructura de la comunidad de efemerópteros en A) Río Anorí. B) Río Medellín.

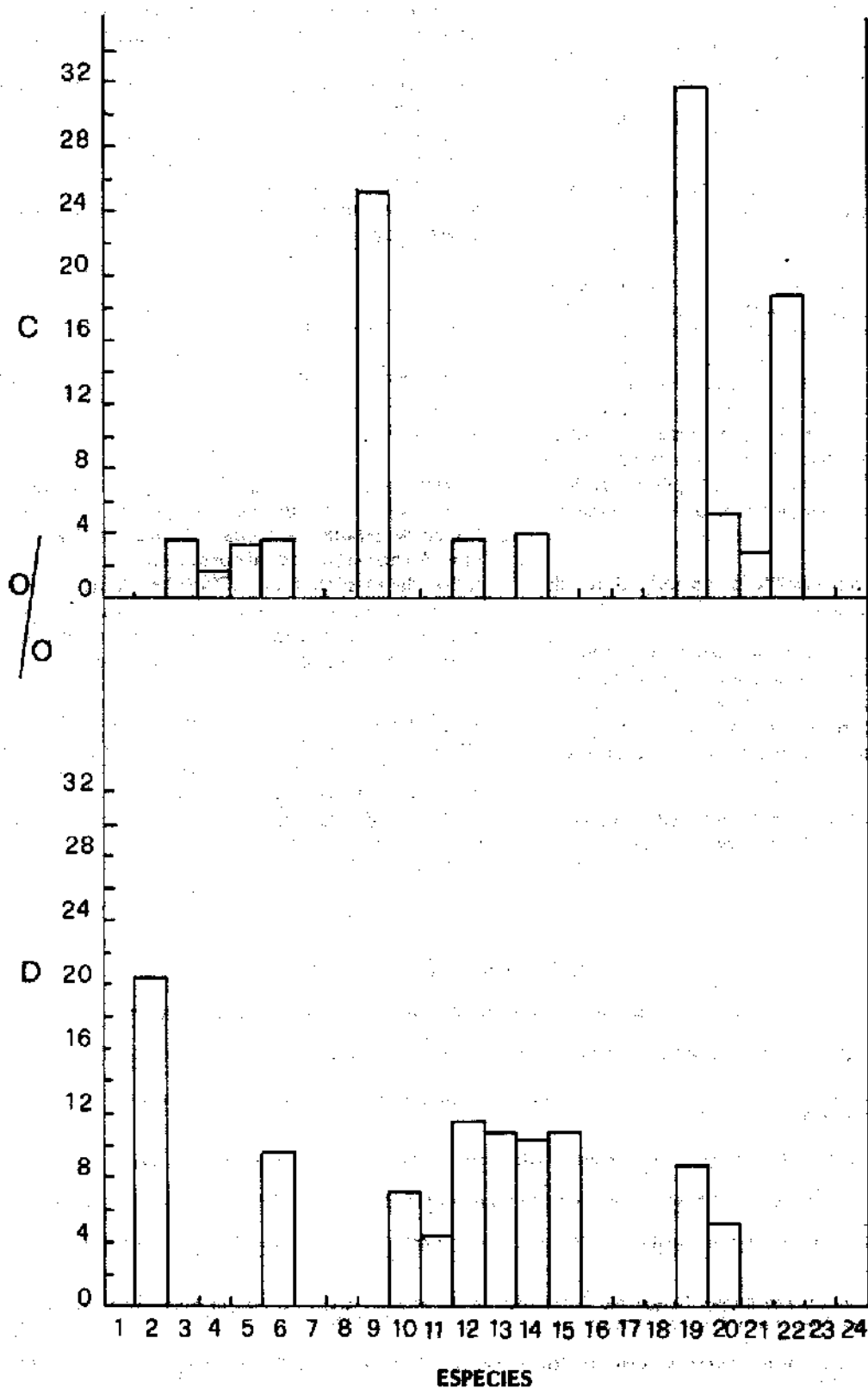


Figura 7.  
Estructura de la comunidad de Ephemeropteros en C) Río Rionegro. D) Quebrada La Agudelo.

y cuatro de la segunda fueron encontrados en el presente estudio.

*Leptohyphes* EATON fue la especie más abundante y de más amplia distribución reportada en el presente estudio.

*Tricorythodes* ULMER estuvo restringida sólo al río Rionegro.

*Euthyplocia* EATON y *Campylocia* NEEDHAN y MURPHY, ambos son géneros típicos del neotrópico, pero aún poco conocidos y escasos.

En el río Anorí fueron encontradas en total 20 de las 24 especies. Se observó una gran predominancia de *Leptohyphes*, seguido de *Baetodes*, *Baetis* y *Thraulodes*. Esto indica que ecosistemas tropicales cálidos y no contaminados, ofrecen condiciones ideales para el establecimiento de comunidades bénticas complejas y diversas. Por otro lado, en la Quebrada La Agudelo, la cual es un ecosistema de aguas también limpias pero más frías, fueron encontradas 10 de las 24 especies, siendo *Thraulodes*, seguido por *Baetis*, *Baetodes*, *Lachlania* y *Leptohyphes* los géneros más representativos en esta estación.

Estos géneros pueden considerarse como indicadores de aguas frías y no contaminadas.

En el río Medellín, el cual está grandemente degradado por la contaminación y extracción de arena, se reportan sólo tres géneros representadas por *Leptohyphes* seguido de *Dactylobaetis* y *Baetis*. Estos géneros se caracterizan por su gran capacidad de adaptación a diferentes ecosistemas y a la contaminación.

En cuanto al río Rionegro, muestra una estructura de la comunidad compuesta por *Leptohyphes*, *Dactylobaetis*,

*Tricorythodes*, *Thraulodes*, *Baetodes* y *Baetis*. La presencia de *Tricorythodes* únicamente en esta estación, puede considerarse como un género indicador de aguas arenosas.

La presencia de cinco familias de 11 reportadas en el Centro y Sur América y de 10 géneros de 30 conocidos en el neotrópico, se puede considerar un resultado altamente satisfactorio para la presente investigación. Seguramente, que aún falta mucha investigación en nuestro medio, y que futuros trabajos mostrarán una muy amplia y compleja fauna de efemerópteros en el neotrópico.

## AGRADECIMIENTOS

Se expresan los más sinceros agradecimientos al profesor Dr. W. Meinel de la Universidad de Kassel, Alemania Occidental por su dirección en este trabajo.

Igualmente se dan los agradecimientos al Profesor Dr. J. Illies y al Dr. V. Putz del Instituto de Limnología Marx Planck de Schlitz y a la Dra. J. Müller-Liebenau del IMP de Plön, Alemania Occidental por su ayuda y crítica en la elaboración del presente trabajo. También expreso mis agradecimientos a mis colegas en la Universidad de Antioquia Tito Machado, Gonzalo Pérez y Margarita Correa por su colaboración en la colección del material estudiado.

La presente investigación se inició con el apoyo de la Universidad de Antioquia y de Colciencias y se culminó en la Universidad de Kassel, Alemania Occidental gracias a la ayuda de la Fundación Alexander Von Humboldt. Su resultado final sirvió de tesis de doctorado en ciencias al autor del presente estudio y publicación.

## BIBLIOGRAFIA

- Apha. Métodos Standard para el examen de aguas y aguas de desecho. México, Edt. Interamericana, S.A. 1963.
- Allen, R. K. New Species of New World Leptohyphinae (Ephemeroptera: Tricorythidae). Can Ent. 99:350-375, 1967
- Generic Revisions of Mayfly Nymphs. I. *Traverella* in North and Central America (Leptophlebiidae). Ann. Ent. Soc. Am. 66 (6):1287-1295, 1973.
- New Species of *Leptohyphes* EATON (Ephemeroptera: Tricorythidae). Pan Pacific Ent. 49(4):363-372., 1973.
- A New Species of *Tricorythodes* with Notes (Ephemeroptera: Tricorythidae). Jour. Kans. Ent. Soc. 50(3):431-435, 1977.
- The Nymphs of North and Central American *Leptohyphes* (Ephemeroptera: Tricorythidae). Ent. Soc. Am. 71(4):537-558, 1978
- Allen, R. K. & R. Brusca. The Known Geographic Distribution of the Mexican Mayfly Genera in North America. (Insecta: Ephemeroptera). Proc. Intern. Conf. on Ephemeroptera, Tallahassee, Florida, 1970.
- New Species of Leptohyphinae from Mexico and Central America (Ephemeroptera: Tricorythidae). Can Ent. 105(83-95, 1973.
- Generic Revisions of Mayfly Nymphs. II. *Thraulodes* in North and Central America (Leptophlebiidae). Can. Ent. 110:413-433, 1978.

- Allen, R. K. & S. Cohen. Mayflies (Ephemeroptera) of Mexico and Central America: New Species, Descriptions, and Records. Can Ent. 109:399-414, 1977.
- Allen, R. K. & S. Roback. New Species and Records of New World Leptohyphinae (Ephemeroptera: Tricorythidae). Jour. Kans. Ent. Soc. 42(4):372-379, 1969.
- Berner, L. The Mayflies of Florida. Univ. of Florida Press, Gainesville, 1950.
- & T.B. TheW. Comments on the Mayfly Genus *Campylotia* with a Description of a New Species (Euthyplociidae: Euthyplociinae). A m. Mid. Nat. 66(2):329-336, 1961.
- Brusca, R. C. A New Species of *Leptohyphes* from Mexico. Pan Pacific Ent. 47(2):146-148, 1971.
- & R. K. Allen. A New Species of *Caroterpes* from Mexico (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). Jour. Kans. Ent. Soc. 46(2):137-139.
- Cohen, S. & R.K. Allen. New Species of *Baetodes* from Mexico and Central America (Ephemeroptera: Baetidae). 48(2):123-135, 1972.
- Generic Revisions of Mayfly Nymphs. III. *Baetodes* in North and Central America (Baetidae). Jour. Kans. Ent. Soc. 57(2):253-269, 1978.
- Demoulin, G. Ephemeropteres Neotropicaux. Une Synonymie Probable: *Atalophlebia auxillata* NAVAS *Massartella brieni* (LESTAGE). Bull. Ann. Soc. Roy. Ent. Bel. 97(1-11): 59-60, 1955.
- Une Mission Biologique Belge au Bresil Ephemeropteres. Inst. Roy. Sci. Nat. Bel. XXXI (20): 1-32, 1955.
- Contribution a L' Etude des Ephemeropteres du Surinam. Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg. 42 (37):1-22. 1955.
- Sur L'Origine et les Tendances Evolutives des Baetidae et des Siphlaenigmatidae (Ephemeroptera). Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Bel. 45(18):1-8, 1969.
- Eaton, A.E. List of Neuroptera (in British Mus. Part. II), 1853.
- A Monograph on the Ephemeridae. Trans. Ent. Soc. London. 1-164. 1871.
- A Revisional Monograph of Recent Ephemeridae or Mayflies. Trans. Lin. Soc. London. 2<sup>nd</sup> Series, Vol. III-Zoology., 1883-1888.
- Biologia Centrali-Americana: Insecta, Neuroptera, Ephemeridae. Vol. 38, Bernard Quaritch, Ltda. London, 1892.
- Edmunds, G. F. Jr. New Records of the Mayfly Genus *Baetodes* with Notes on the Genus. Ent. News. 67:171-177. 1950.
- Notes on Neotropical Ephemeroptera. I. New and Little Known Leptophlebiidae. Rev. Ent. 27(3): 551-554, 1950.
- Ephemeroptera. A Century of Progress in Natural Sciences, 1853-1953. Univ. of Utah, 509-512. 1953.
- A Key to the Genera of Known Nymphs of the Oligoneuriidae (Ephemeroptera). Ent. Soc. Wash. 63(4):255-256, 1961.
- A New Genus and Species of Mayfly from Peru (Ephemeroptera, Leptophlebiidae). Pan. Pacific Ent. XXXIX(1):34-36, 1963.
- Biogeography and Evolution of Ephemeroptera. Ann. Rev. Ent. 17:21-42, 1972.
- et. al. The Mayflies of North and Central America. Univ. of Minnesota Press, Minneapolis., 1976.
- An Annotated Key to the Nymphs of the Families and Subfamilies of Mayflies (Ephemeroptera). Univ. Utah Biol. Series. 73(1):1-49, 1963.
- & R.K.Allen. The Significance of Nymph Stages in the Study of Ephemeroptera. Ann. Ent. Soc. Am. 59(2):300-303. 1966.
- Egler, W. A. & H.O. Schwassmann. Limnological Studies in Amazon Estuary. Verh. Inter. Verein. Limn. XV: 1059-1066, 1964.
- 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.
- Hagen, H. A. On *Lachlantia abnormis*, a New Genus and Species from Cuba belonging to the Ephemerina. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 77:372-374, 1868.
- Hubbard, M. D. Some Specific Homonyms in Mayflies (Ephemeroptera). Jour. Kans. Ent. Soc. 47(3):357-359, 1974.

— & W.L. Peters. Ephemeroptera. (In: Hulbert, S.H. Edlt. Biota Acuatica de Sudamerica Austral. San Diego State University, 1977.

IDE, F. P. Mayflies of Two Tropical Genera, *Lechlania* and *Campsurus* from Canada with Descriptions. Can. Ent. LXXIII: 153-156, 1941.

Illies, J. Gebirgsbäche in Europa und Südamerika ein Limnologischer Vergleich. Verh. Internat. Verein. Limn. 74:517-523, 1961.

— The Invertebrate Fauna of the Hualfaga, a Peruvian Tributary of Amazon River, from the Sources down to Tingo Maria. Verh. Internat. Verein. Limn. XV: 1977-1083, 1964.

— Handbuch der Zoologie. IV. Band: Arthropoda. 2. Hälfte: Insecta. Ephemeroptera (Eintagsfliegen). 7:1-63, 1968.

— Biogeography and Ecology of Neotropical Freshwater Insects, Especially those from Running Waters. (In: E.J. Fittkau et. al. Edlt. Biogeography and Ecology in South America. 2:685-708, 1969.

Kimmins, D.E. The Ephemeroptera Types of Species Described by A. E. Eaton, R. McLachlan and F.Walker, with particular Reference to those in British Museum (Natural History). Brit. Mus. Nat. Hist. Bull. Ent. IX(4):269-313, 1960.

Klinge, H. & W. Ohle. Chemical Properties of Rivers in the Amazonian Area in Relation to Soil Conditions. Verh. Internat. Verein. Limn. XV: 1067-1076, 1964.

Mayo, V. K. Some New Mayflies of the Subfamily Leptophlebiinae (Ephemeroptera: Tricorythidae). Pan. Pacific Ent. 44:301-308. 1968.

— Two Species of the genus *Baetodes* from Ecuador (Ephemeroptera: Baetidae). Pan Pacific Ent. 44(3):251-257, 1968.

Mayo, V. K. New Species of the Genus *Baetodes* (Ephemeroptera: Baetidae). Pan. Pacific Ent. 48(4):226-241, 1969.

— A New Species of *Baetis* from Ecuador. Pan Pacific Ent. 49(4):285-288, 1973.

— Four New Species of the Genus *Baetodes* (Ephemeroptera: Baetidae). Pan Pacific Ent. 49:308-314, 1973.

McCafferty, W. P. Neotropical Nymphs of the Genus *Hexagenia* (Ephemeroptera: Ephemeridae). Jour. Georgia Ent. Soc. 5(4): 224-228. 1970.

Müller-Liebenau, I. Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). Gewässer und Abwässer, Heft 48-49, 1969.

— Morphological Characters Used in Revising the European Species of the Genus *Baetis* LEACH. Proc. First. Internat. Conf. Ephemeroptera, 1970, Tallahassee, Florida, 1973.

— Systematisch-Ökologische Beziehungen Zwischen europäischen und au Beuropäischen Baetidae (Insecta, Ephemeroptera). Verh. Internat. Verein. Limn. 18:1505-1511. 1973.

Navas, L. Insectos Suamericanos. Octava Serie. 37(11):9-28, 1934a)

Needham, J. & H. Murphy. Neotropical Mayflies. Bull. Lloyd Library. Bull. No. 24, Ent. Series No.4. , 1924.

Packer, J. S. A Preliminary Study of the Mayflies of Honduras. Celba, 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. Limnol. XV(1): 1084-1090. 1964.

Perez, G. & G. Roldán. Niveles de Contaminación por detergentes y su influencia en las comunidades Bénticas del rio Rionegro. Act. Biol. 7(24):27-36, 1978.

Peters, W. L. & G.F. Jr. Edmunds. A Revision of the Generic Classification of Certain Leptophlebiidae from Southern South America (Ephemeroptera). Ann. Ent. Soc. Am. 65(6):1398-1414, 1972.

Puthz, V. Eintagsfliegen (Ephemeroptera) aus Südamerika. Opusc. Zool. Budapest. XII(1-2):91-97. 1973.

— Eine neu Caenidengattung aus dem Amazonasgebiet (Insecta: Ephemeroptera: Caenidae). Amazonia. V(3):411-415, 1973.

Ransom, J. Community Structure of Benthic Macroinvertebrates and Related Physicochemical Conditions in Keystone. PhD Thesis, Oklahoma State University, Still Water, 1969.

Roback, S. S. Catherwood Foundation Peruvian-Amazon Expedition. VI. Ephemeroptera Nymphs. Monogr. Acad. Nat. Sci. Phila. 74:129-199, 1966.

Roldán, G., J. Builes, C.M. Trujillo, & A. Suarez, (1973): Efectos de la Contaminación Industrial y Doméstica sobre la Fauna Béntica del Rio Medellín. Act. Biol. 2(5): 54-64, 1973.

- Sattler, W. Über die Lebensweise, insbesondere das Bauerhalten, neotropischer Eintagsfliegen-Larven (Ephemeroptera, Polymitarcidae). *Beit. Neotrop. Fauna. Jena.* 5:89-110., 1967.
- Stoll, H. General Features of the Limnology of Amazonia. *Verh. Internat. Verein. Limnology.* XV(1053-1058), 1964.
- Spieth, H. T. On the Ephemeroptera. III. Some Interesting Ephemerids from Surinam and other Neotropical Localities. *Am. Mus. Nov.* 1244:1-13, 1943.
- Thew, T.B. Taxonomic studies on some Neotropical Leptophlebiid Mayflies (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Pan Pacific. Ent.* XXXVI(3):119-132, 1960.
- Traver, J. R. New Venezuelan Mayflies. *Bol. Ent. Venezuela,* 2:79-98, 1943.
- Notes on Brazilian Mayflies. *Bol. do Museu. Nac.* 22:1-53. 1944.
- 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.
- A New Genus of Neotropical Mayflies (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Proc. Ent. Soc. Wash.* 58(1):1-13, 1956.
- Some Mexican and Costa Rican Mayflies. *Bull. Brook. Ent. Soc.* LIII(4):81-89, 1958.
- Traver, J. R. The Subfamily Leptohephinae (Ephemeroptera: Tricorythidae). Part. I. *Ann. Ent. Soc. Am.* 51:491-503, 1958.
- The Subfamily Leptohephinae. Part. II. Five New Species of *Tricorythodes* (Ephemeroptera: Tricorythidae). *Proc. Ent. Soc. Wash.* 61(3): 121-131, 1959.
- & G.F. Jr. Edmunds. A Revision of the Genus *Thraulodes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Misc. Publ. Ent. Soc. Am.* 5:349-395, 1967.
- A Revision of the *Baetidae* with Spatulate Clawed Nymphs (Ephemeroptera). *Pacific Insects.* 10(3-4):629-677, 1968.
- Ulmer, G. Neue Ephemeropteren. *Arch. Naturg.* 85:1-80, 1919.
- Übersicht über die Gattungen der Ephemeropteren nebst Bemerkungen über einzelne Arten. *Stett. Ent. Zeit.* 81:97-144, 1920.
- Über die Nymphen einiger Exotischer Ephemeropteren. *Festsch. f. Zsch.* 25:1-25, 1920.
- Über einige Ephemeropteren-Typen älterer Autoren. *Arch. Naturg.* 87A (6):229-267, 1921.
- Bemerkungen über die seit 1920 neu aufgestellten Gattungen der Ephemeropteren. *Stett. Ent. Zeit.* 93:204-219, 1932.
- Alte und neu Eintagsfliegen (Ephemeropteren) aus Süd- und Mittelamerika. *Stett. Ent. Zeit.* 103:98-128, 1942.
- Alte und neu Eintagsfliegen (Ephemeropteren) aus Süd und Mittelamerika. *Stett. Ent. Zeit.* 104:14-46, 1943.
- Weyenbergh, H. Bijdrage Tot de Kennis der Zuid-Amerikaansche Ephemeriden. *Tijdschr. Ent.* 26:159-174, 1883.
- 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.
- Biological Parameters for Water Quality Criteria. *Biosc.* 18 (6):477-480. 1968.
- Zelinka, M. Production of Ephemeroptera in Running Waters. *Hydrobiologia.* 56(2):121-125, 1977.