

Aspectos bioecológicos de los tricópteros de la Quebrada Carrizal (Boyacá, Colombia)

Bioecological aspect of Trichoptera from the Carrizal Stream (Boyacá, Colombia)

María Eugenia Rincón Hernández¹

Resumen

En esta investigación se estudió la estructura de la comunidad de tricópteros y su distribución espacial a lo largo de un gradiente altitudinal en la quebrada Carrizal, localizada en el Santuario de Fauna y Flora de Iguaque (Boyacá). Con el fin de establecer interrelaciones entre los factores bióticos y abióticos se realizaron evaluaciones mensuales de los parámetros físicos y químicos desde septiembre de 1994 a octubre de 1995. La comunidad de tricópteros está compuesta por 15 géneros pertenecientes a nueve familias. Los géneros más importantes son: *Ochrotrichia* (28%), *Contulma* (17,8%), *Helycopsiche* (13,4%) y *Mortoniella* (9,49%). El patrón estacional climático definido por las épocas de alta precipitación (abril-mayo y octubre-noviembre) se convierte en el eje ordenador de las condiciones físico-químicas y biológicas. Este ecosistema puede ser considerado como oligotrófico, debido a los bajos valores de nitrógeno y fósforo, así como a la baja conductividad y cantidad de sólidos suspendidos.

Palabras claves: Comunidades acuáticas, Trichoptera, Distribución natural, Ecología de agua dulce, Limnología.

Summary

In this work the community structure of trichoptera and its spatial distribution along an altitudinal gradient at the Carrizal stream located on the Iguaque Sanctuary (Boyacá, Colombia) was studied. Monthly determinations of physical and chemical parameters were registered from september 1994 to october 1995 in order to establish the biotic

and abiotic relationships. The community consisted of 15 genera belonging to nine families. The most important genera of caddisflies found were *Ochrotrichia* (28%) and *Contulma* (17.8%), *Helycopsiche* (13.4%), and *Mortoniella* (9.49%). The physical-chemical and biological characteristics of the Carrizal stream is dictated by the rainfall pattern. This lotic ecosystem can be considered as oligotrophic, due to limited levels of nitrogen and phosphorus, low conductivity and quantity of suspended solids.

Introducción

Trichoptera es un orden de insectos ampliamente distribuido en el mundo a excepción de la región antártica y ocupa una gran variedad de hábitats de agua dulce, lóticos y lénticos. La mayoría de los grupos prefieren corrientes limpias y oxigenadas, alcanzando la mayor diversidad en los sistemas lóticos fríos, aunque algunas especies viven en sistemas lénticos y remansos de ríos y quebradas (Wiggins 1977).

Los tricópteros son muy importantes por su utilización como bioindicadores, teniendo en cuenta el estrecho rango de condiciones ecológicas toleradas por muchas de sus especies, así como por su papel en la transferencia de energía a través de los niveles tróficos de la mayoría de los sistemas acuáticos. Estas características han hecho que este grupo sea considerado un elemento fundamental en las investigaciones tanto básicas como aplicadas sobre la ecología de los cuerpos de agua.

Los tricópteros son insectos holometábolos y, a excepción de algunas especies, todos sus estados inmaduros son acuáticos. Generalmente pasan por cinco instares larvales, luego de los cuales en todas

las especies, incluyendo las de vida libre, construyen un estuche que se fija a un sustrato para pasar al estado de pupa. Estos estuches presentan formas variadas y son construidos con diversos materiales: granos de arena, restos vegetales, pedazos de hojas y secreciones de seda.

Las familias y géneros de Trichoptera han sido bien estudiados en las zonas templadas y en América Central, mediante claves e ilustraciones, entre las que se pueden citar las de Flint (1967), Hickin (1967), Wiggins (1977, 1984), Pennak (1978), Botosaneanu y Flint (1982), Morse y Holzenthal (1984), Merrit y Cummins (1984) y Hilsenhoff (1991).

Hulbert et al. (1981) mencionan que desde la época de Burmeister, en 1839, se han descrito tricópteros de la región tropical. Sin embargo, la única lista regional de Trichoptera fue publicada por Ulmer en 1913, citado por Roldán (1988), y contiene 162 especies. Los tricópteros neotropicales han sido estudiados por Flint (1963, 1966, 1967, 1972, 1974a y b, 1975, 1978, 1980) y este autor reporta, en 1981, 1.100 especies al sur de los Estados Unidos de América, de los cuales 425 han sido señalados de Sur América con exclusión de Argentina, Chile y Uruguay. A pesar de este número aparentemente grande, Flint (1981) estima que sólo la tercera parte de los tricópteros de la subregión brasilera ha sido descrita. La deficiencia en el conocimiento de este grupo se debe en primer lugar, al gran número de especies aún no descritas y por otro lado, a la falta de investigación básica que reconozca, documente y dé a conocer esta biodiversidad.

La tricopterofauna colombiana ha sido poco estudiada, lo que no permite establecer un cálculo real de sus especies. Estudios básicos sobre taxonomía y bioecología de los Trichoptera han sido realizados por Correa et al. (1981), Roldán (1988), Flint (1991) y Quintero y Rojas (1987). Otros trabajos importantes para Colombia son los de La Rotta (1989), Rincón (1995) y Holzenthal y Flint (1995). Con base en estos trabajos se puede establecer hasta el momento un total de 136 especies, distribuidas en 42 géneros y 14 familias.

¹ Profesora. Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.

La presente investigación tuvo como objetivo fundamental conocer las características estructurales y las variaciones espaciales y temporales que presenta la comunidad de tricópteros de la quebrada Carrizal y determinar de qué manera las características químicas y físicas del medio influyen en ésta.

Igualmente se pretende contribuir al establecimiento de un sistema de bioindicación regional, basado en los macroinvertebrados acuáticos.

Este trabajo está enmarcado dentro del proyecto de investigación «Biodiversidad y Conservación de los Sistemas Acuáticos del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque (Boyacá)», financiado por la Universidad Pedagógica Nacional y el Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis” FEN COLOMBIA.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en la quebrada Carrizal, ubicada en el Santuario de Fauna y Flora de Iguaque. Esta reserva se encuentra localizada en jurisdicción de los municipios de Villa de Leyva, Arcabuco y Chíquiza, en el departamento de Boyacá, sobre la cordillera Oriental, entre $5^{\circ} 36' 02''$ y $5^{\circ} 44' 38''$ de latitud norte y $73^{\circ} 22' 57''$ y $73^{\circ} 31' 20''$ de longitud oeste (Garcés y De La Zerda 1994). Tiene una superficie de 6.750 hectáreas y alturas que oscilan entre 2.400 y 3.600 msnm (Fig. 1).

Entre septiembre de 1994 y octubre de 1995 se realizaron diez muestreos. La selección de las estaciones de muestreo se hizo con base en mediciones del oxígeno disuelto, la conductividad y la composición de la comunidad de tricópteros en diferentes coriotopos. Acorde con las mediciones mencionadas se establecieron tres estaciones de muestreo en un gradiente altitudinal. La primera Estación se ubicó hacia el nacimiento de la quebrada a 3.350 msnm, zona de vida bosque muy húmedo montano (bmh-M), que presenta vegetación con formas de crecimiento arbustivo, herbáceo y mucinal, y formas de vida caulirrésula (frailejones) y graminoides (pajonales). La segunda y tercera Estaciones se ubicaron a 3.050 y a

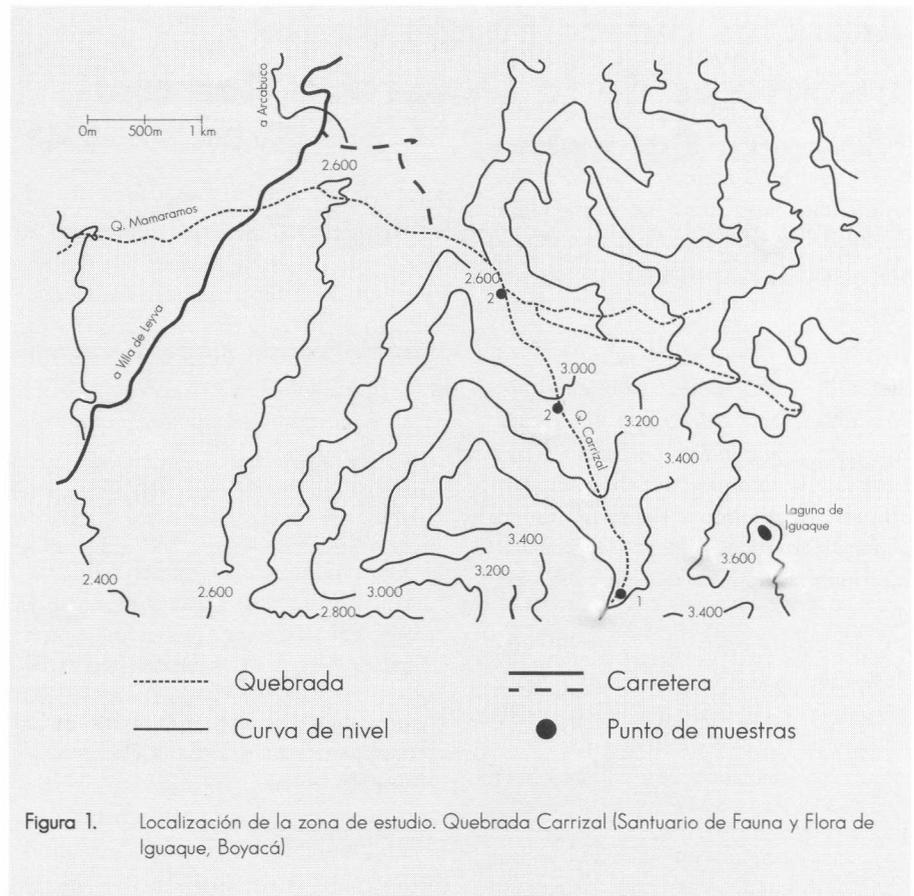


Figura 1. Localización de la zona de estudio. Quebrada Carrizal (Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, Boyacá)

2.780 msnm, correspondientes al límite superior e inferior de la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB). Esta zona presenta flora heterogénea con pino colombiano, amarillo y arrayán (Barrera y Acosta 1995).

En cada uno de los sitios se tomaron muestras de las formas inmaduras y de adultos. Los estados inmaduros se colectaron de ocho coriotopos así: Hojarasca (H), Gravilla en corriente lenta (GCL), Gravilla en corriente rápida (GCR), Musgo sobre piedras en corriente lenta (MCL), Musgo sobre piedras en corriente rápida (MCR), Piedras en corriente lenta (PCL), Piedras en corriente rápida (PCR) y Ribera o vegetación anfibia (R).

En cada una de las estaciones, las muestras se tomaron en una área aproximada de 10 m², empleando un tiempo aproximado de cinco minutos en cada coriotopo. Los estados inmaduros se colectaron utilizando redes de Thienneman. Paralelamente, en los dos primeros muestreos se utilizaron métodos convencionales (Sur-

ber, colecta directa, red triangular y de mano). Los especímenes se colocaron inicialmente en frascos con alcohol etílico al 50% y posteriormente se limpiaron y separaron en alcohol al 70%.

La metodología empleada en esta investigación (muestreo en coriotopos) fue propuesta inicialmente por Braukmamm (1987) e implementada por primera vez para Colombia en este trabajo por sugerencia de Riss (1994). Esta metodología, a diferencia de los métodos convencionales que se han venido desarrollando para el estudio de los invertebrados acuáticos, tiene en cuenta la heterogeneidad espacial presente en un sistema lótico y permite caracterizar la distribución horizontal y vertical de los macroinvertebrados acuáticos en cualquier tipo de sustrato (grava, piedras, rocas, macrofitas, etc). Estos aspectos son esenciales para el conocimiento de la autoecología de los diferentes grupos y permitirán, en el futuro, establecer sistemas de bioindicación regionales apropiados para la caracterización de los recursos acuáticos.

Para el muestreo de adultos se usaron trampas de luz y se revisó la vegetación aledaña a la cuenca, teniendo en cuenta que los adultos son principalmente nocturnos y que durante el día reposan en hábitats oscuros y fríos cerca a los cuerpos de agua. La captura de los adultos se realizó en las orillas de la quebrada, utilizando como trampas de luz, lámparas Coleman de luz blanca y tubos fluorescentes conectados a una batería de 12 vatios y se colocó una tela de algodón blanca de aproximadamente un metro cuadrado. Los muestreos se efectuaron entre las 18 y las 22 horas, cuando los adultos son más activos y son atraídos por las fuentes de luz.

Igualmente se analizó el comportamiento temporal de 30 parámetros físico-químicos. En el campo se tomaron datos de temperatura del agua, conductividad y oxígeno disuelto (ppm) con un oxímetro YSI modelo S54, previamente calibrado a cada altitud. La determinación de los demás variables fisicoquímicas: color, alcalinidad (total, hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos), acidez (total, mineral y sales hidrolizadas), pH, CO₂, dureza (total, carbonácea y no carbonácea), calcio, magnesio, hierro, manganeso, sodio, cloruros, nitratos, nitritos, amonio, sulfatos, ortofosfatos, fósforo total, turbidez y sólidos disueltos totales se realizó dentro de las siguientes 24 horas a su recolección, en el Laboratorio de Aguas del Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional, siguiendo los métodos recomendados por APHA-AWWA-WPCF (1989).

La identificación de las familias y géneros de Trichoptera presentes en la quebrada se realizó con base en las claves de Wiggins (1977), Flint (1967, 1977, 1983, 1991), Botosaneanu y Aint (1982), Roldán (1988) y Morse y Holzenthal (1984). Las determinaciones fueron corroboradas por el doctor Oliver Flint, del Smithsonian Institution, en Washington.

El análisis e interpretación de los resultados físicos, químicos y biológicos se hizo con base en técnicas de clasificación y ordenamiento. Para el análisis de los parámetros físico-químicos de la quebrada Carrizal, previa transformación de los da-

tos, se aplicó un modelo estadístico de ordenamiento con base en una matriz de correlación, que analiza la matriz secundaria por filas y por columnas; esto es a nivel de sitios y de variables (Biplot o Análisis de componentes principales).

Para la clasificación de los datos biológicos, la matriz de datos se transformó en una matriz de similitud, mediante la aplicación del Índice de Bray & Curtis, previa transformación logarítmica de las abundancias de los tricópteros. Este índice se calculó tanto en modo Q (entre coriotos) como en modo R (entre géneros). A partir de la matriz de disimilitud se elaboró un dendrograma, utilizando para ello el subprograma Cluster, del paquete estadístico Statistical Ecology.

Con respecto a la ordenación de las variables biológicas se utilizó un Análisis Multidimensional no Paramétrico (NMDS), para lo cual se emplearon los resultados de la matriz de similitud (modo Q), aplicando el coeficiente de asociación de Bray Curtis y los resultados del análisis de componentes principales (PCA) entre coriotos. Además se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Weinner, Riqueza de Margalef y Equitatividad de Pielou.

Resultados y Discusión

Aspectos Físico-Químicos

Desde el punto de vista climático, en el Santuario de Iguaque se presenta un régimen de precipitación bimodal: el primer pico en los meses de abril-mayo y el segundo de octubre a noviembre (Garcés y De La Zerda 1994). De manera similar se presenta la distribución de los caudales, con dos períodos de aguas altas entre octubre- noviembre y abril-mayo y dos períodos de aguas bajas entre diciembre-marzo y junio-agosto.

En las tres estaciones de muestreo, el comportamiento de la mayoría de las variables físico-químicas a lo largo del año es uniforme; sin embargo, en la época de mayor precipitación (septiembre-noviembre) y en menor intensidad en abril y mayo, aumentan los valores de turbidez, color y amonio (Fig. 2). Como es de esperar, los valores de turbidez muestran

una notable relación con la precipitación e indican el aporte de material alóctono en suspensión, procedente de los sistemas aledaños a la cuenca.

La conductividad, los sólidos totales, el calcio, el magnesio, la dureza total y la alcalinidad muestran un comportamiento opuesto, pues disminuyen a sus niveles más bajos como resultado del efecto de dilución, debido al aumento de los caudales de la quebrada en esta época (Fig. 3); en estos meses, los valores de casi todos los parámetros son similares en todo el sistema. La conductividad no sobrepasa en ningún caso los 32 S/cm y la alcalinidad presenta valores muy bajos. Esto es debido a que las cuencas de drenaje están constituidas, casi en su totalidad, por areniscas de color blanco amarillento del cretáceo (Molano 1990).

Tanto la dureza como la conductividad están definidas especialmente por las variaciones en las concentraciones de calcio y magnesio. En la quebrada Carrizal, los valores de conductividad siguen las variaciones en las concentraciones de calcio (Wetzel 1981).

El régimen pluviométrico parece ser el factor más importante para determinar el comportamiento de las variables físico-químicas. Lo anterior se puede corroborar en el biplot de componentes principales (Fig. 4), en el cual se agrupan los elementos, como: color, nitritos, turbidez, amonio, acidez y CO₂ con los meses o épocas más lluviosas (septiembre, octubre y noviembre) (Grupo I); alcalinidad, calcio, conductividad y sólidos totales con los meses de diciembre, marzo y mayo, y los elementos dureza y magnesio con las épocas de febrero, junio y diciembre, ratificando que el comportamiento físico y químico depende de las épocas de alta y baja precipitación.

La mayoría de los ríos tropicales tienen un ciclo anual modificado por el patrón de lluvias, esta influencia es más marcada cuando el tamaño de la cuenca es pequeño (Payne 1986). Esto se pudo constatar en la Estación 1 a 3.350 msnm (nacimiento de la quebrada), donde las variaciones en los parámetros físico-químicos fueron mayores.

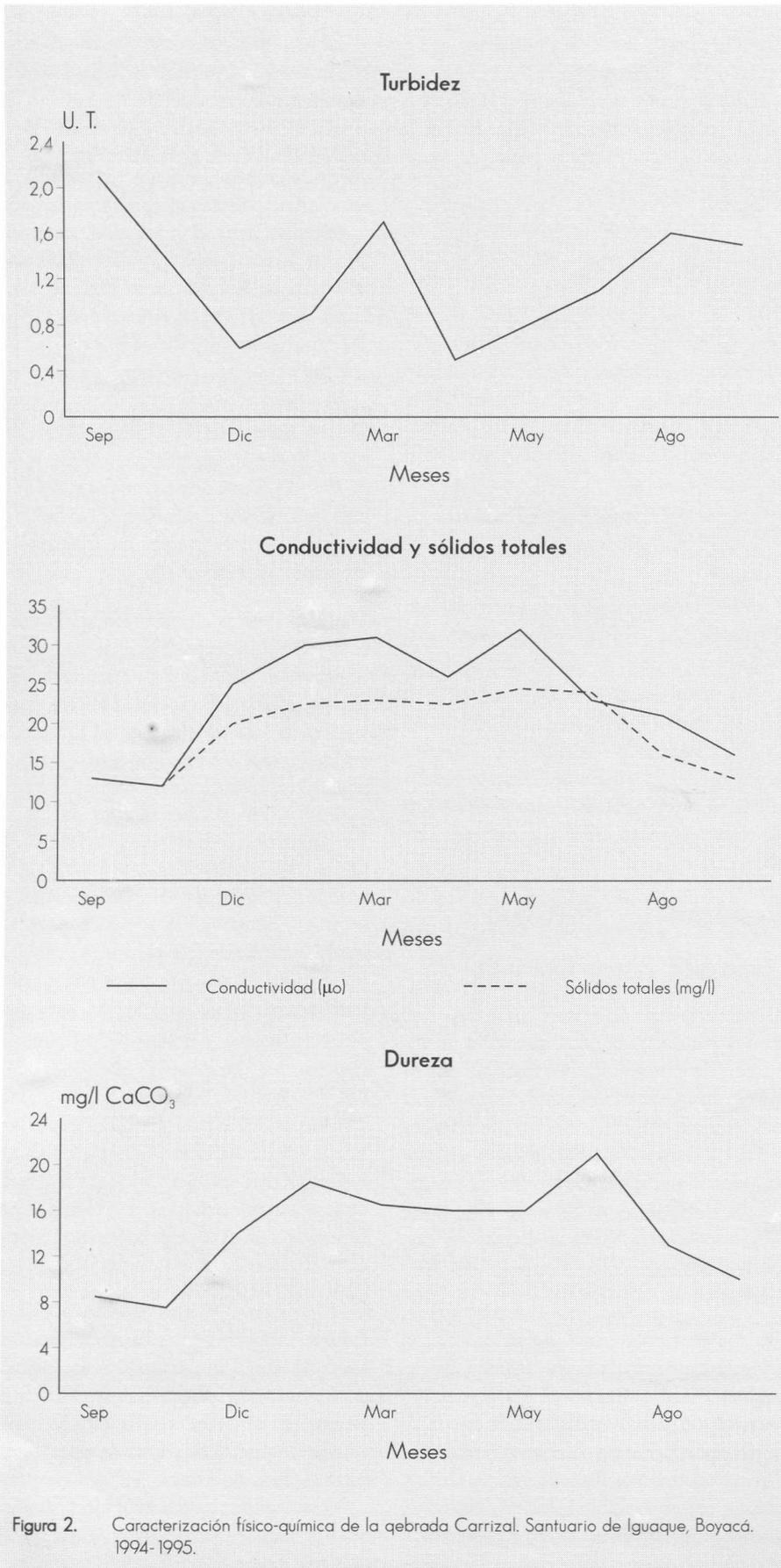


Figura 2. Caracterización físico-química de la quebrada Carrizal. Santuario de Iguaque, Boyacá. 1994-1995.

La quebrada Carrizal puede catalogarse como un sistema acuático de aguas claras, blandas, ligeramente ácidas y sobresaturadas de oxígeno (7,7 mg/l), hecho que se ve favorecido por la topografía quebrada de la región y las bajas temperaturas del agua (9- 11°C). Aunque no se presentan fluctuaciones marcadas para este factor, en los meses de mayor precipitación se presenta una ligera variación, posiblemente como consecuencia de los procesos de oxidación del material orgánico proveniente de los sistemas aledaños. Las características mencionadas anteriormente son típicas de los sistemas acuáticos de alta montaña tropical (Donato 1991).

Aspectos biológicos

En los seis muestreos en los coriotopos se encontró un total de 5.210 individuos pertenecientes a 15 géneros y a nueve familias de Trichoptera. Por su abundancia relativa se destacan los géneros *Ochrotrichia* (28,3%), *Contulma* (17,8%), *Helycopsyche* (13,4%), *Mortoniella* (9,49), *Neotrichia* (8,1%), *Grumichella* (5,2%) y *Alisotrichia* (4,7%).

La composición de la comunidad de tricópteros fue bastante homogénea en las tres estaciones de muestreo; sin embargo, se presentó una alta diferencia en cuanto a la abundancia de individuos de cada género. En la Estación 1, los géneros más importantes fueron: *Mortoniella*, *Helycopsyche* y *Smicridea*; en las Estaciones 2 y 3 abundaron los géneros *Ochrotrichia*, *Contulma*, *Helycopsyche*, *Neotrichia* y *Alisotrichia* (Fig. 5).

A diferencia del muestreo por coriotopos, con los métodos tradicionales (Surber, colecta directa, red triangular y de mano) cambia la estructura de la comunidad de tricópteros, pues se sobreestima la importancia de géneros como *Helycopsyche* y *Grumichella*, y se subestima la importancia de otros como *Ochrotrichia*, *Neotrichia* y *Alisotrichia*, los cuales están muy bien representados en el Neotrópico (Fig. 6).

Con respecto a la distribución espacial, el coriotopo Musgo corriente rápida (MCR) alberga el 33,8% de la tricóptero-fauna total; el Piedra corriente rápida

(PCR) el 17,9%, el Ribera (R) y Musgo corriente lenta (MCL) el 12,4 y 8,12%, respectivamente. (Fig. 7). El menor porcentaje se encontró en los coriotopos GCR y GCL, sustratos que presentan alta inestabilidad, especialmente para aquellos grupos que construyen redes, como es el caso de *Smicridea* (Hydropsichidae), cuyas formas inmaduras necesitan una base firme para una vida sedentaria (Townsend 1980), este género, por el contrario, fue muy abundante en los coriotopos MCR y PCR.

Los resultados obtenidos a partir del Análisis Multidimensional no Paramétrico (NMDS) entre muestras de tricópteros, permiten evidenciar la heterogeneidad espacial en un sistema lótico, como la quebrada Carrizal. Como se puede apreciar, en la Figura 8 se evidencian cuatro grupos. El Grupo I conformado por los coriotopos MCR, MCL y R y constituido por los géneros dominantes *Contulma* y *Ochrotrichia*, los cuales son principalmente neotropicales (Wiggins 1977) y presentaron una similaridad del 64%. En este grupo también se incluyen géneros codominantes como: *Neotrichia*, *Grumichella*, *Alisotrichia* y *Smicridea*, con porcentajes de similaridad conjunta del 66% (Fig. 9). Los coriotopos MCL y R presentaron las diversidades más altas (1,95 y 1,92 bits), presentando igualmente una alta uniformidad (0,74 y 0,71).

Según Payne (1986) y Townsend (1980), en las áreas litorales y en la vegetación marginal la diversidad y la abundancia de los diferentes grupos se incrementa dramáticamente. En este coriotopo se localizó un gran número de larvas, ninfas y adultos de diferentes grupos de insectos.

Los coriotopos GCL y GCR, constituyen el Grupo II, y en este grupo sobresalen por su abundancia alta en todos los muestreos los géneros *Cotulma* y *Helicopsyche*, con bajos valores de diversidad (1,62 y 1,99 bits) y valores de uniformidad de 0,63 y 0,77, respectivamente.

El Grupo III incluye los coriotopos PCL Y PCR, los cuales presentaron las diversidades más bajas (1,25 y 1,77 bits) y valores de uniformidad de 0,5 y 0,69, respectivamente, evidenciados por la dominancia de los géneros *Mortoniella* y *He-*

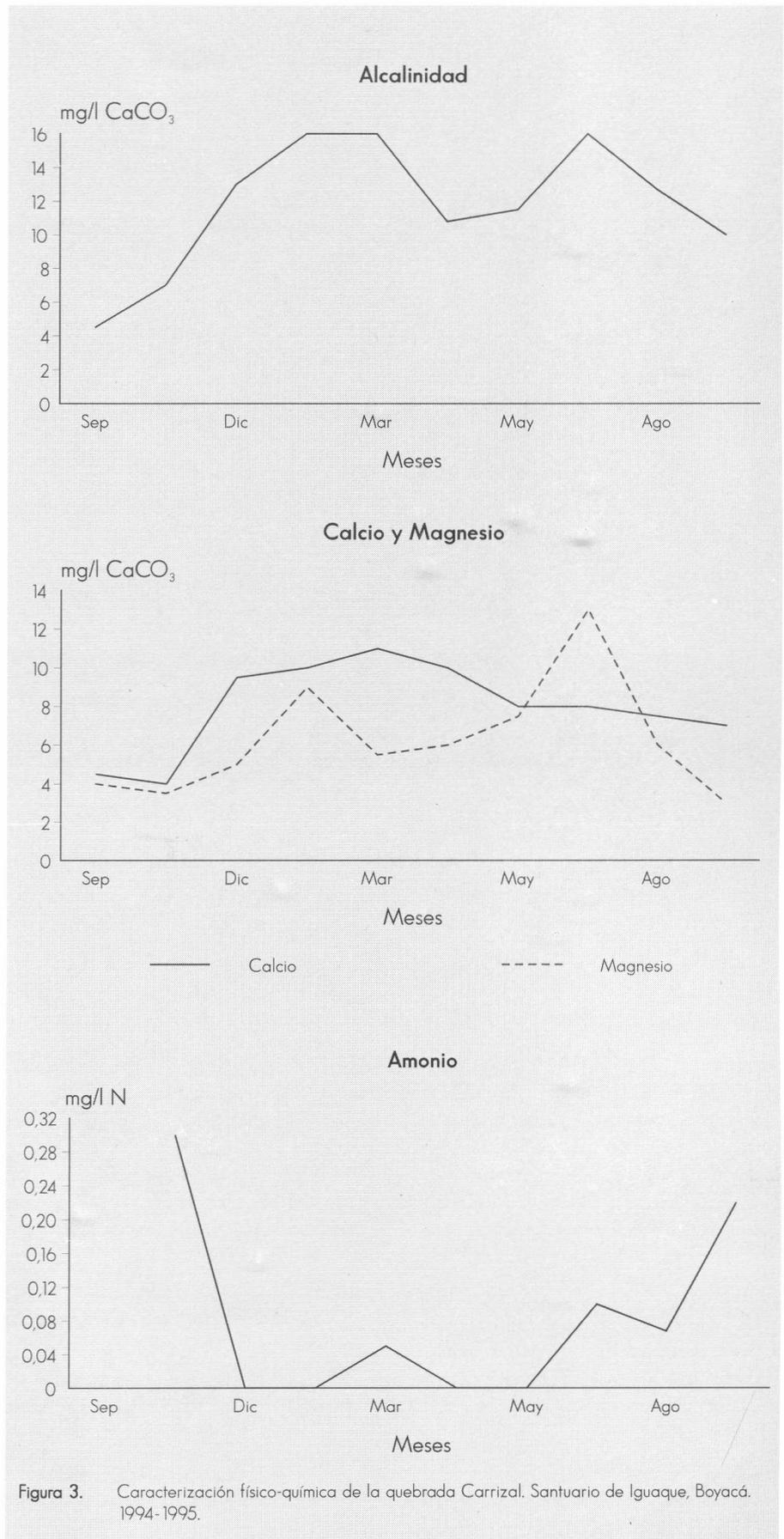


Figura 3. Caracterización físico-química de la quebrada Carrizal. Santuario de Iguaque, Boyacá. 1994-1995.

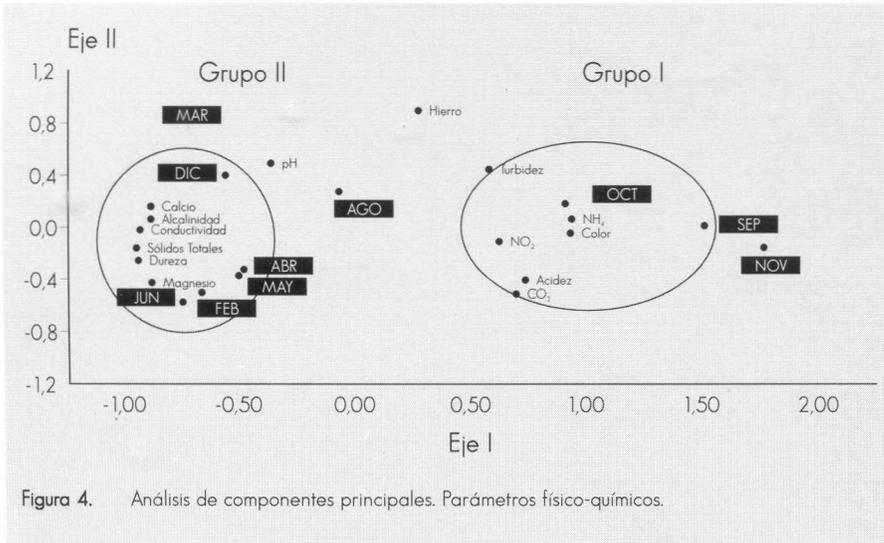


Figura 4. Análisis de componentes principales. Parámetros físico-químicos.

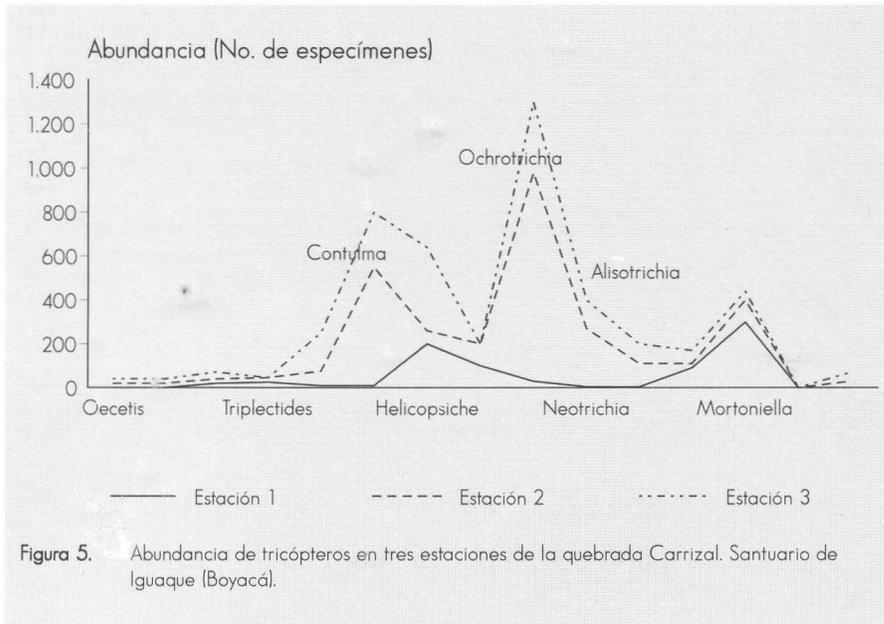


Figura 5. Abundancia de tricópteros en tres estaciones de la quebrada Carrizal. Santuario de Iguaque (Boyacá).

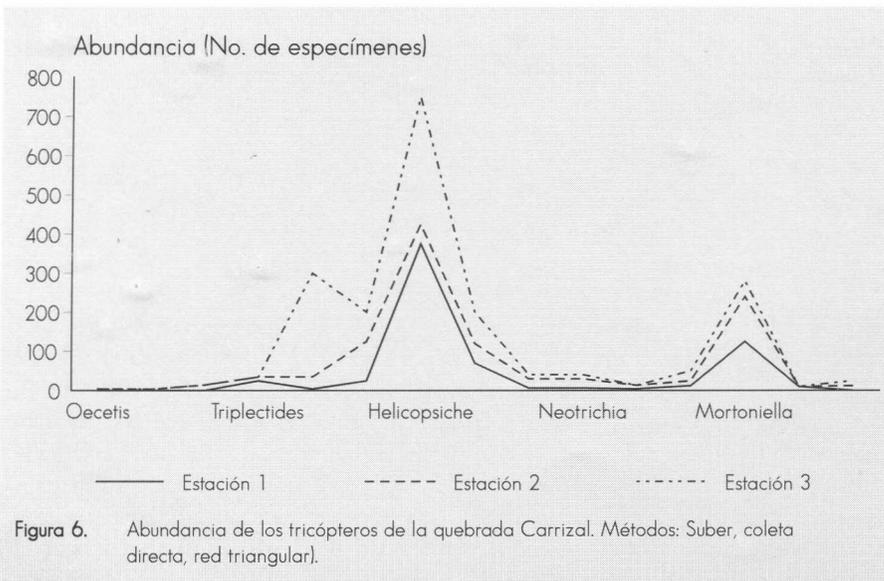


Figura 6. Abundancia de los tricópteros de la quebrada Carrizal. Métodos: Suber, coleta directa, red triangular.

licopsyche. El Grupo IV corresponde al coriotopo H, integrado por los géneros *Nectopsyche*, *Triplectides*, *Phylloicus*, *Atanotolica* y *Atopsyche* que constituyen los grupos más abundantes. Estos géneros se consideran de significancia ecológica baja, debido a que se encontraron en pocos coriotopos y sólo en algunos muestreos. En relación con otros coriotopos, aquí no hay una dominancia tan marcada; todos los géneros son igualmente importantes, y esto se refleja en los altos valores de diversidad (1,93) y de uniformidad (0,74).

El género *Xyphocentron* presentó una distribución espacial muy restringida y se encontró ocasionalmente en el coriotopo R y en una abundancia relativa muy baja. Como se puede apreciar en el dendrograma (Fig. 9), la similaridad conjunta fue muy baja (9%), lo que indica que cada uno de los grupos tienen requerimientos de hábitat específicos.

Los macroinvertebrados acuáticos tienen gran importancia en los estudios de impacto ambiental, donde constituyen una variable fundamental para la evaluación de la calidad del agua de un sistema acuático. Con los métodos tradicionales se enfatiza la importancia de los muestreos en rocas y gravilla; sin embargo, este trabajo permite enfatizar la importancia de tomar muestras en coriotopos donde se encuentra la diversidad más alta de los sistemas acuáticos.

Con respecto a la distribución altitudinal de los tricópteros, la mayor diversidad (2,04 bits) fue para la Estación 3 ubicada a 2.780 msnm, donde se encontraron 14 géneros. De la Rotta (1989) reporta valores altos en esta misma altitud. El menor valor de diversidad correspondió a la Estación 1. Así mismo, las abundancias más bajas fueron para esta estación. Allí, la corriente ejerce su mayor influencia sobre la comunidad béntica, el agua es turbulenta y superficial, y ejerce un efecto abrasivo sobre el lecho de la quebrada, por lo tanto sólo los organismos que poseen las adaptaciones más obvias resisten a ser arrastrados y se encuentran en estos sitios (Townsend 1980). Los géneros más abundantes fueron *Helicopsiche* y *Mortoniella*, los cuales se encontraron adheridos a sustratos pedregosos. Estos

géneros son euritolerantes y presentan una alta distribución en el neotrópico (Wiggins 1977).

Conclusiones

- La quebrada Carrizal puede catalogarse como un sistema acuático de aguas claras, blandas, sobresaturadas de oxígeno, ligeramente ácidas y con una baja mineralización
- El régimen pluviométrico parece ser el factor más importante para determinar el comportamiento de las variables físico-químicas y biológicas de la quebrada Carrizal. En la época de alta precipitación se nota una considerable reducción en las abundancias de los grupos de Trichoptera; sin embargo, el número de géneros permanece constante.
- La metodología propuesta en este trabajo, utilizando coriotopos a diferencia de los métodos convencionales empleados para el muestreo de los macroinvertebrados acuáticos, tiene en cuenta la heterogeneidad espacial presente en un sistema lótico y permite caracterizar su distribución horizontal y vertical.

Agradecimientos

La autora desea expresar sus agradecimientos al Doctor Hans Wolfgang Riss por sus valiosas sugerencias metodológicas, al doctor Oliver Flint por la determinación de los ejemplares y el suministro de bibliografía. Al Fondo para la Protección del Medio Ambiente FEN COLOMBIA por la financiación otorgada y al Departamento de Biología de La Universidad Pedagógica Nacional, en especial a los estudiantes María Teresa Páez, Nelson Pineda y Martha Liliana Uribe y a los profesores Carlos Arturo Sierra y Yolanda Ladino por su constante apoyo.

Bibliografía

APHA-AWWA-WPCF. 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17th ed. APHA, Washington, D.C.

BARRERA, E.; ACOSTA, N. 1995. Distribución altitudinal y diversidad de hemiparásitas y parásitas del orden Santales en el Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, Boyacá (Colombia). Acta Biológica Colombiana (Colombia) no. 9, p. 119-146.

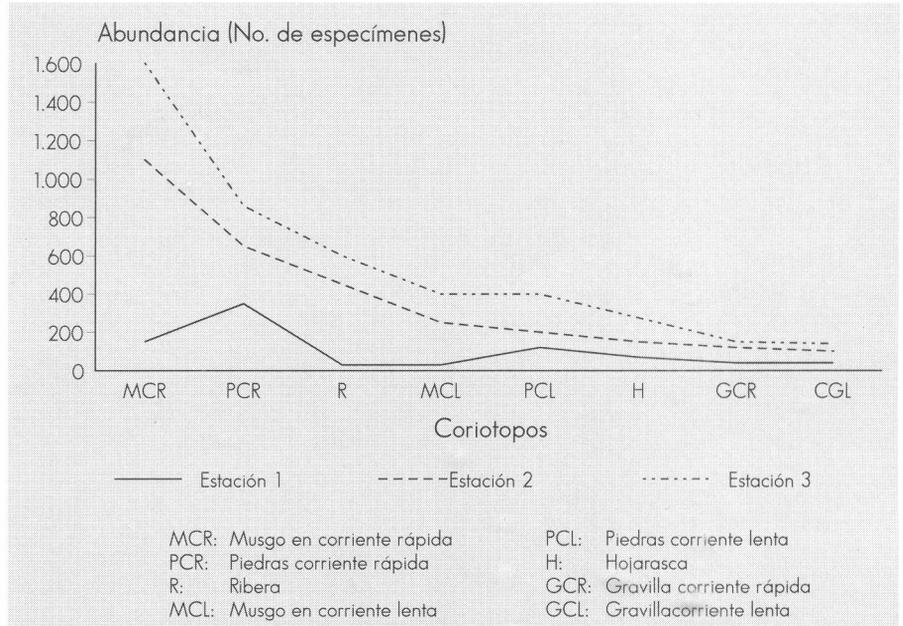


Figura 7. Abundancia de los tricópteros en diferentes coriotopos de la quebrada Carrizal, Santuario de Iguaque (Boyacá)

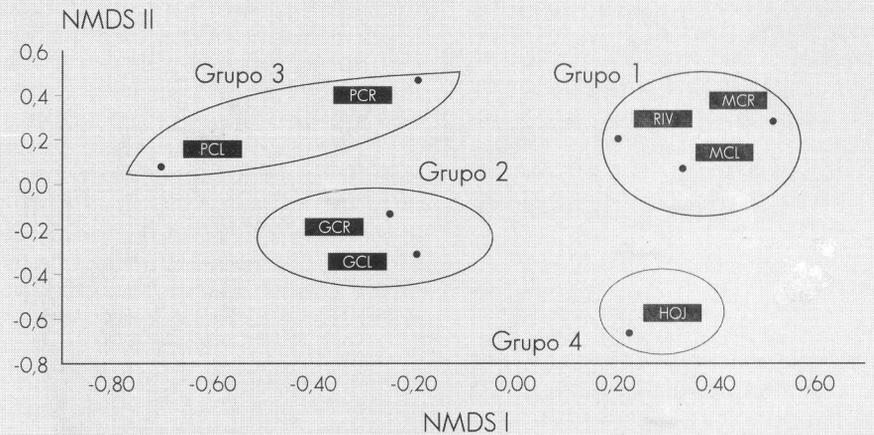


Figura 8. Ordenamiento de coriotopos en la quebrada Carrizal, Santuario de Iguaque, Boyacá. Análisis Multidimensional no Paramétrico (NMDS).

BOSTONEANU, I.; FLINT, O. S., Jr. 1982. On some Trichoptera from Northern Venezuela and Ecuador (Insecta). Beaufort v. 32 no. 2, p. 13-26.

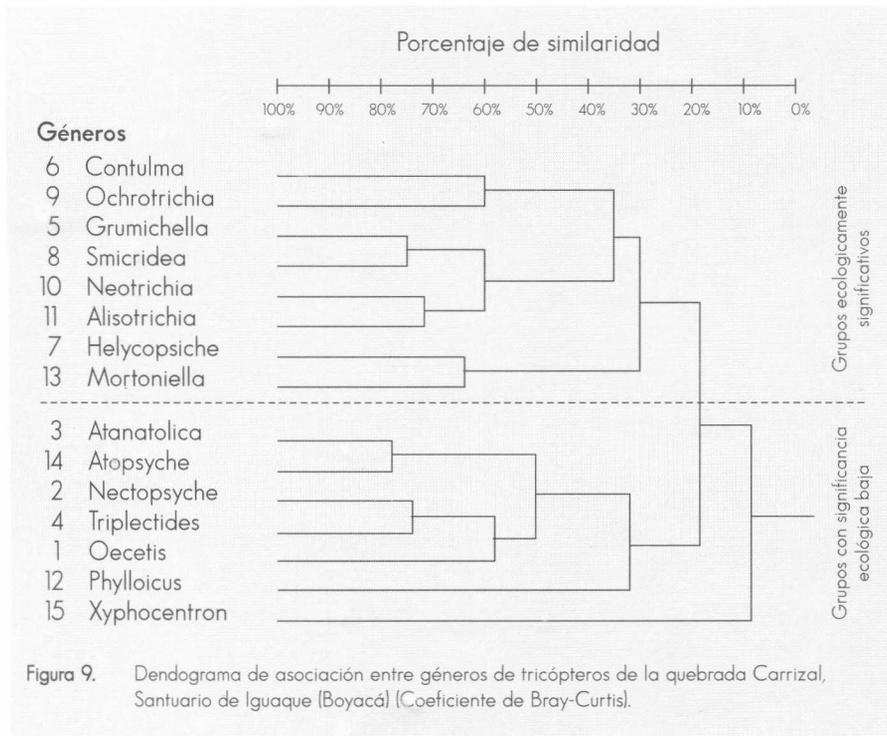
BRAUKMAMM, 1987. The stenoic fauna of highland brook. En: Curso Teórico-Práctico y Taller "Sistemática y Ecología de Insectos Acuáticos". Santafé de Bogotá, marzo 13-24 de 1995. Memorias. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, D.C.

CORREA, M.; MACHADO, T.; ROLDAN, G. 1981. Taxonomía y ecología del orden Trichoptera en el departamento de Antioquia a diferentes pisos altitudinales. Actualidades Biológicas (Colombia) v. 10 no. 36, p. 35-48.

DONATO, J. Ch. 1991. Los sistemas acuáticos de Colombia. Síntesis y revisión. Pontificia Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá. 8p.

FLINT, O. S., Jr. 1963. Studies on Neotropical Caddisflies. I. Rhyacophilidae and Glossosomatidae (Trichoptera) U.S. National Museum. Proceedings (Estados Unidos) v. 114 no. 3473, p. 453-478.

———. 1966. Studies of Neotropical Caddisflies. Types of some species described by Ulmer and Braur. U.S. National Museum. Proceedings (Estados Unidos) v. 120 no. 3559, p. 1-21.



FLINT, O. S., Jr. 1967. Studies of Neotropical Caddisflies. IV. New species from Mexico and Central America. U.S. National Museum. Proceedings (Estados Unidos) v. 123 no. 3608, p. 1-24.

———. 1972. Studies of Neotropical Caddisflies. XII. The genus *Ochrotrichia* from Mexico and Central America (Trichoptera: Hydropsychidae). Smithsonian Contributions to Zoology (Estados Unidos) v. 118, p. 1-28.

———. 1974a. Studies of Neotropical Caddisflies. XVII. The genus *Smicridea* for North and Central America (Trichoptera: Hydropsychidae). Smithsonian Contributions to Zoology (Estados Unidos) v. 167, p. 1-65.

———. 1974b. Studies of Neotropical Caddisflies. XVIII. New species of Rhyacophilidae and Glossosomatidae (Trichoptera). Smithsonian Contributions to Zoology (Estados Unidos) v. 169, p. 1-30.

———. 1975. Studies of Neotropical Caddisflies. XX. Trichoptera collected by the Hamburg South Peruvian expedition. Ent. Mittell. Zoo. Mus. Hamburg (Alemania) v. 4 no. 90, p. 565-573.

———. 1977. Biota acuática de Sudamérica austral. San Diego State University, San Diego CA. 342p.

———. 1978. Studies of Neotropical Caddisflies. XXII. Hydropsychidae of the Amazon Basin (Trichoptera). Amazoniana (Colombia) v. 6, p. 373-421.

FLINT, O.S. Jr. 1980. Studies of Neotropical Caddisflies. XV. The immature stages of *Blepharopus diaphanus* and *Leptonema columbianum* (Trichoptera: Hydropsychidae). Biological Society of Washington. Proceedings (Estados Unidos) v. 93, p. 178-193.

———. 1981. Trichoptera. In: S.H. Hulbert; G. Rodríguez; N.D. Santos (Eds.). Aquatic Biota of Tropical South America. Part I. Arthropoda. San Diego State University, San Diego CA. p. 249-253.

———. 1983. Studies of Neotropical Caddisflies. XXXIII. New species from austral South America. Smithsonian Contributions to Zoology (Estados Unidos) p. 1-5.

———. 1991. Studies of Neotropical Caddisflies. XLV. The taxonomy, phenology and faunistic of the Trichoptera of Antioquia, Colombia. Smithsonian Institutional Press. Washington, D.C., 113p.

GARCES, M.D.; DE LA ZERDA, S. 1994. Gran libro de los parques nacionales de Colombia. Círculo de Lectores S.A., Santafé de Bogotá. 230p.

HICKIN, N.E. 1967. Caddis Larvae of the British Trichoptera. Hutchinson & Co., London. 476p.

HILSENHOFF, W.L. 1991. Diversity and classification of insect and Collembola. In: J.H. Thorp; A. Covich (Eds.). Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Academic Press, San Diego CA. 911p.

HOLZENTHAL, R.W.; FLINT, O.S., Jr. 1995. Studies of Neotropical Caddisflies. LI. Systematics of the Neotropical caddisfly genus *Cotulma* (Trichoptera: Anomalopsychidae). Smithsonian Contributions to Zoology (Estados Unidos) no. 575, 59p.

HURLBERT, S.H.; RODRIGUEZ, G.; SANTOS, N.D. (Eds.). 1981. Aquatic Biota of Tropical South America. Part I. Arthropoda. San Diego State University, San Diego CA. 323p.

LA ROTTA, L. E. 1989. Faunistisch-Autokologisch untersuchung der Trichopteren des Santuario de Fauna y Flora de Iguaque (Boyacá, Kolumbien). Institut fur Allgemeine und Spezielle Zoologie der Justus-Liebig Universität, Gießen. (Tesis de Doctorado).

MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W. 1984. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 2nd. ed. Kendall-Hunt, Dubuque, Iowa. 772p.

MOLANO, J. 1990. Villa de Leyva. Ensayo de interpretación social de una catástrofe ecológica. Fondo FEN Colombia, Bogotá, D.C. 279p.

MORSE, J.C.; HOLZANTHAL, R.W. 1984. Trichoptera Genera. In: R.W. Merritt; K.W. Cummins (Eds.). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 2nd. ed. Kendall-Hunt, Dubuque, Iowa, p. 313-347.

PAYNE, A.I. 1986. The Ecology of Tropical Lakes and River. John Wiley, Great Britain. 301p.

PENNAK, R.W. 1978. Fresh-water Invertebrates of the United States. John Wiley, New York. 767p.

QUINTERO, A.; ROJAS, A.M. 1987. Aspectos biológicos del orden Trichoptera y su relación con la calidad del agua. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 13 no. 1, p. 24-38.

RINCON, M.E. 1995. Aspectos biológicos de los tricópteros de la quebrada Carrizal (Boyacá). En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 22o., Santafé de Bogotá, julio 26-28 de 1995. Resúmenes. Socolen, Santafé de Bogotá, p. 84.

RISS, H.W. 1994. Curso Teórico-Práctico y Taller "Sistemática y Ecológica de Insectos Acuáticos". Santafé de Bogotá, marzo 13-24 de 1994. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, D. C.

ROLDAN, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN-Colciencias-Universidad de Antioquia, Bogotá, D.C. 217p.

TOWNSEND, C. R. 1980. The Ecology of Streams and Rivers. The Institute of Biologists. Studies in Biology no. 122. Edward Arnold Ltd. London. 69p.

WIGGINS, G.B. 1977. Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera). University of Toronto Press, Toronto. 401p.

———. 1984. Trichoptera. In: R.W. Merritt; K.W. Cummins (Eds.). An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 2nd. ed. Kendall-Hunt, Dubuque, Iowa, p. 271-311.

WETZEL, R. 1981. Limnología. Ediciones Omega, Barcelona.