

Los macroinvertebrados acuáticos

Por: ROCHA, Zulma*

como indicadores de la calidad del agua

RESUMEN

En el año 2003 se llevó a cabo en la quebrada 'las Iglesias', en el municipio de Sogamoso (Boyacá), un estudio sobre la composición de macroinvertebrados. Se seleccionaron dos estaciones de altitud entre los 3000 y 3200 m.s.n.m., y se realizaron mediciones de las condiciones físico-químicas: oxígeno disuelto y pH. Se determinación dos órdenes representativos que indican el estado del ecosistema. En el orden Trichoptera los géneros encontrados fueron Helycopsiche, Brachysedotes, Triplectides, Atanotolica, Nectopsyche, Smicridea y Leptonema, en el grupo Ephemeroptera los géneros reportados son Bateis, Tricorytodes, Leptohiphes y Traulodes.

ABSTRACT

In the 2003 year was development the out river Iglesias in the municipality of Sogamoso (Boyacá) in the gulch, a study on the composition of the community of macroinvertebrates. Two stations were selected to several altitude, between the 3000 y 3200 [m.s.n.m] and was make measuring of the physic-chemical conditions like dissolved oxygen and [pH]. This first surrender present the determination of larvae and nymphs of the three order representative the we indication the state of the ecosystem. In the Trichoptera order the opposing genders were Helycopsiche, Brachysedotes, Triplectides, Atanotolica, Nectopsyche, Smicridea and Leptonema, in the Ephemeroptera group the reported genders are Bateis, Tricorytodes, Leptohiphes and Traulodes.

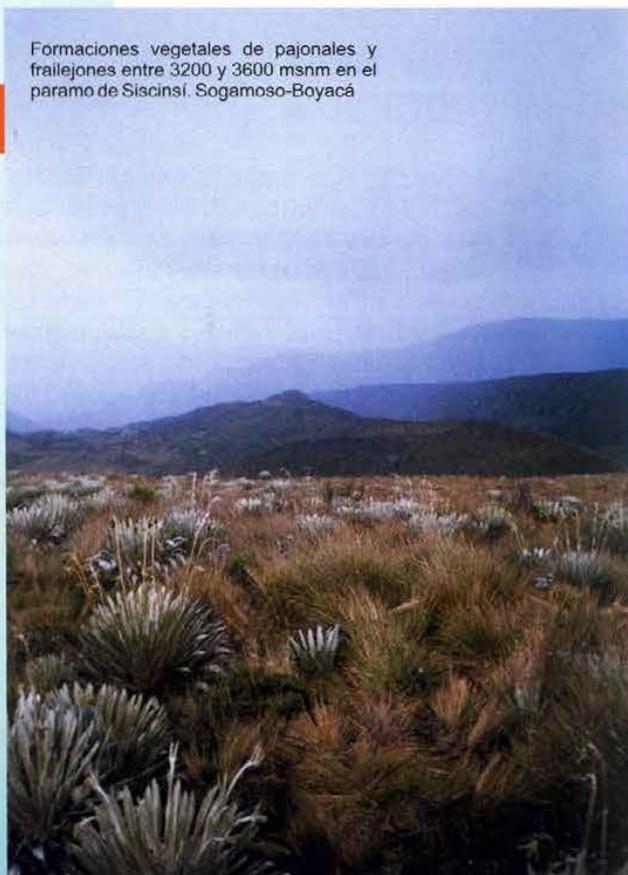
Introducción

El estudio de los organismos béticos ha sido de gran utilidad en la valoración de calidad de un cuerpo de agua y es uno de los métodos más usados en la evaluación de impactos ambientales (Alfaro y Hernández, 1985, citado por Mojica, 1993). Dentro del estudio de los macroinvertebrados béticos los órdenes seleccionados fueron Trichoptera y Ephemeroptera, debido al interés por conocer más sobre su ecología y biología, elementos indispensables en la utilización de bioindicadores del agua.

Los Trichopteros llamados también “caddisflies” (moscas recogedoras o moscas caja), (Correa et al; 1981), son un grupo de insectos acuáticos distribuidos sobre casi todo el mundo, excepto en la región Antártica (Rincón y Pardo, 1995). Son insectos holometábolos y, salvo algunas especies, sus estadios inmaduros son acuáticos; uno de los aspectos que más llama la atención son las variadas formas y materiales con que las larvas constituyen sus redes de seda y sus albergues; esto les ha permitido adaptarse para explorar un amplio rango de recursos acuáticos, explicando la gran diversidad del grupo. Los adultos son de hábitat terrestre, parecidos a pequeñas polillas con largas antenas filiformes, casi siempre de color pardo grisáceo, poseen cuatro alas membranosas peludas que en reposo se colocan en forma de “V” invertida. Son insectos principalmente nocturnos que reposan durante el día en hábitats seguros (Rincón y Pardo, 1995).

Los Ephemeropteros reciben este nombre debido a su vida corta o efímera que llevan como adultos. Las ninfas por lo regular viven en aguas claras, bien oxigenadas y son sensibles a la presencia de carga orgánica residual; por tal razón, son buenos indicadores ambientales de calidad de agua. Sus ninfas se encuentran normalmente adheridas a rocas, troncos, hojas o vegetación sumergida; algunas pocas especies se encuentran enterradas en fondos lodosos y arenosos (Roldán, 1992 y Margatef, 1983).

Formaciones vegetales de pajonales y frailejones entre 3200 y 3600 msnm en el paramo de Siscunsi, Sogamoso-Boyacá



Área de estudio

La quebrada 'las Iglesias' se encuentra ubicada, sobre la cordillera oriental Colombiana en el páramo de Siscunsi de Sogamoso Boyacá. Este se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 12°C y una altitud de 3500 msnm. Se encuentran formaciones vegetales de bosque primario y bosque secundario con árboles de eucalipto y pino. La vegetación de páramo está muy alterada y remplazada con frecuencia por pastos de ganadería y cultivos de papa.

METODOLOGÍA

Se seleccionaron dos estaciones, situadas en dos diferentes altitudes (estación uno 3000 y estación dos 3200 msnm). En cada sitio se hicieron anotaciones como: hora de muestreo, caudal del río, tipo de sustrato, profundidad y anchura del lecho, velocidad de la corriente. Para mediciones como la del caudal y velocidad de la corriente se siguió, en forma general, la metodología sugerida por Roldán (1992), aunque se implementaron pequeñas modificaciones teniéndose en cuenta, además de la medición del factor velocidad que hace Schowebel (1975: dejar caer una pelota de icopor en el agua y calcular el tiempo que ésta se tarda en recorrer una distancia conocida). También se miden pH, oxígeno disuelto por el método de Winkler, expresándose en porcentaje de saturación. El cálculo se realiza conociendo la temperatura del agua y la altura sobre el nivel del mar, y a través de una tabla se hace la conversión, observándose que a cada altura y presión barométrica corresponde un factor de corrección, el cual hay que multiplicar por el valor de oxígeno medido en mg/l (Roldán, 1992).

Las muestras cualitativas se tomaron mediante el uso de dos tipos de técnicas:

- Colección directa: se recogen piedras a lo largo y ancho del río colectándose todos los organismos presentes en ellas (Roldán, 1992). Para esto se utilizaron pinzas y pincel, y se fijaron los organismos mediante alcohol al 70%.

- Red de pantalla: la red se situó en diferentes partes del lecho, la cual se colocó perpendicularmente al sustrato, cuidando que no quedaran huecos entre uno y otro, mientras una persona sujeta la red otra remueve el sustrato que quedó frente a ésta; luego, se colectaron todos los organismos atrapados y se fijaron en alcohol al 70%.

Las muestras biológicas cuantitativas se tomaron mediante red surber (40 cm x 40 cm), primero en la ribera derecha, luego en la zona media, y por último en la ribera izquierda del lecho. Una vez colocada la red se removió el sustrato dentro del marco, colocando el saco en contra de la corriente, para que los organismos que quedan a la deriva, al remover el sustrato, fueran depositados dentro de ésta. Luego se colectaron los organismos que quedaron atrapados, los cuales a su vez se fijaron en alcohol al 70%. En cada estación muestreada se procedió de igual forma (Mc Cafferty y Provonsha, 1981).

Para el análisis en el laboratorio, se utilizaron estereoscopios ópticos y microscopios.

Luego en la determinación de los organismos de los órdenes Trichoptera y Ephemeroptera, se utilizaron las claves de Merritt y Cummins (1979); Roldán

(1988); Mc Cafferty y Provonsha (1981); Domínguez (1992) y Ospina, Riss y Ruiz (1999).

Con los datos biológicos de abundancia se estimó la diversidad de Shannon, riqueza de Margalef, dominancia de Simpson y similaridad de Jaccard. Estos cálculos se realizaron considerando el nivel de morfoespecie de acuerdo con las siguientes fórmulas (Krebs, 1989):

DIVERSIDAD DE SHANNON

$$H' = - \sum P_i (\ln P_i)$$

P_i : proporción de individuos por especie.

\ln : Logaritmo natural de pi

DOMINANCIA DE SIMPSON

$$D_s = \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

n_i : número de individuos de la especie i

N : proporción de individuos de la especie i .

SIMILARIDAD DE JACCARD

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

a : número de especies comunes entre 1 y 2

b : número de especies exclusivas de 1

c : número de especies exclusivas de 2

RIQUEZA DE MARGALEF

$$D_m = \frac{S - 1}{\ln N}$$

S : Número de especies

N : Número total de individuos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS MUESTREALES

En la tabla 1 se presentan los valores obtenidos tanto en la medición de las variables físico-químicas como en las variables de dinámica fluvial en las dos estaciones de muestreo.

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico y de dinámica fluvial, realizado en la Quebrada 'las Iglesias' en las estaciones muestreadas.

FISICO - QUÍMICOS							
ZONA	m.s.n.m	T°C agua	pH	Carbonatos mmol/lit	Oxígeno disuelto	% Saturación	Presión Mb.
1	3000	10	5.75	0.1	4.8	48	709
2	3200	8	5.57	0.7	6.6	62.5	718
DINÁMICA FLUVIAL							
ZONA	FLUJO	N Sustrato	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Velocidad (m/s)	Descarga (m ³ /s)	
1	Turbulento	Pedregoso arcilloso	0.363	2.18	0.48	0.37	
2	Laminar lento alternado con turbulento	Pedregoso	0.255	2.10	0.23	0.12	

Zona uno: zona de caídas con mucho aporte de material alóctono, color amarillo ferroso y mucha materia orgánica en descomposición. Corrientes dendríticas y con una pendiente pronunciada.

Zona dos: comprende una zona de rápidos y remansos, con vegetación de galería, lecho con piedras de tamaño grande, agua turbia color amarillo ferroso. Zona posiblemente utilizada como bebedero de animales.

OXÍGENO

Es uno de los factores químicos más importantes que controla la fauna béntica. Por ser los Trichopteros un grupo de organismos representantes de aguas claras y poco contaminadas, requieren de una buena oxigenación (Correa et al, 1981). No sólo los Trichopteros tienen estos requerimientos, ya que los Ephemeropteros corresponden también a aguas limpias, claras, con niveles de oxígeno disuelto, cercanos a la saturación y baja carga orgánica (Zúñiga y Rojas, 1995). El valor de éste en las estaciones estudiadas fue relativamente bajo (4.8 y 6.6 mg/Lt), alejándose un poco del valor normal (8.0 mg/Lt) (Correa et al; 1981). En la tabla No. 1 se observa cómo el valor de porcentaje de saturación más bajo de esta variable se presenta en la zona uno, tendiendo a aumentar y mantenerse en la zona dos.

TEMPERATURA

La temperatura del agua es un parámetro tam-

bién de gran importancia en el estudio de las comunidades bénticas (Correa et al, 1981). Teniendo en cuenta los valores de temperatura registrados en el trabajo realizado por Correa et al, (1981), en altitudes un tanto similares, podría decirse que los valores obtenidos en este estudio son bajos 10 y 8 °C, correspondientes a corrientes frías propias de regiones altas (Cf. Rincón, 1999).

PH.

Los valores de pH registrados (5.75 y 5.57) se encuentran en relación directa con los de carbonatos, ya que los valores de pH bajos, es decir, aguas ácidas corresponden a sistemas donde los carbonatos en el medio son bajos, en las zonas uno y dos los valores tanto de pH como de carbonatos empiezan a incrementarse; pero, a pesar de ello, estos no alcanzan a establecer un valor neutro, luego podría decirse que la capacidad amortiguadora de este sistema (buffer) no es óptima (Payne, 1986).

Los valores de velocidad de la corriente y de caudal corresponden a 1.73 m y 1.10 m, los esperados en aguas muy lentas (Roldán, 1992); estas variables pueden verse afectadas por el aporte de material alóctono (zona 1), forma del lecho, el tipo de sustrato y el tipo de flujo, ya que estos factores son determinantes y en cierta forma reguladores de estas.

Los Trichopteros hacen parte de la fauna del fondo de los ríos. Se encuentran en asociaciones con diferentes tipos de sustratos. Son hidropneústicos (tienen un tipo de respiración cutánea) y construyen

Laguna de Siscunsi, principal abastecedora de la quebrada las Iglesias que al unirse con las quebradas Veguitas, Sarna y Cañas forman la cuenca alta del río Cusiana.



casas dentro de las cuales disuelven el oxígeno pasivamente, algunos habitan en microhábitats donde el oxígeno no es demasiado abundante como en el fondo de los lagos (Mc Cafferty & Provonsha, 1981).

En la quebrada 'las Iglesias' se colectaron en total 4 familias y 7 géneros de Trichoptera, los géneros más abundantes de manera general fueron : Smicridea y Helicopsyche, géneros que presentan una alta distribución en el neotrópico (Wiggins, 1996, citado por Rincón, 1999) y corresponden a géneros eurotolerantes (Rincón, 1999), es decir, se encuentran en sistemas con diferentes condiciones.

Las familias encontradas fueron Leptoceridae, Calamoceratidae, Hydropsychidae, Helicopsychidae, presentando la mayor diversidad de los géneros; la familia Leptoceridae presentó 5 géneros : Brachysetodes, Triplectides, Atanotolica, Nectopsyche; la familia Hydropsichidae, los géneros Smicridea y Leptonema, en la familia Helicopsychidae el género reportado fue Helicopsyche ; de las familias Calamoceratidae no fue posible determinar el género, ya que el organismo colectado fue una pupa.

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla 1, en el rango altitudinal de los 2000 msnm, los géneros encontrados (Tabla 2) son géneros representados de aguas corrientes con sustrato vegetal en descomposición, a nivel de indicación están presentes en aguas oligomesotróficas (Cf. Roldán, 1992). Es decir, se trata de aguas en las cuales la productividad tiende a ser menor.

Tabla 2. RELACIÓN DE LOS PRINCIPALES GÉNEROS ENCONTRADOS EN LA QUEBRADA LAS IGLESIAS.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO
Trichoptera	Calamoceratidae	Pupa
Helicopsychidae	Helicopsyche	
Leptoceridae	Brachysetodes	Triplectides
	Atanotolica	Nectopsyche
Hidropsychidae	Smicridea	Leptonema
Ephemeroptera	Baetidae	Baetis
Tricorythidae	Tricorythodes	Leptohyphes
Leptophlebiae	Thraulodes	

En el rango de los 3000 m.s.n.m, se encontró el mayor número de géneros (Tabla 2), representados estos en aguas corrientes frías (Rincón, 1999) y con mucha vegetación, los géneros Smicridea y Leptonema se caracterizaron por ser muy abundantes. De forma general los géneros de esta zona son indicadores de aguas de oligo a eutróficas (Roldán, 1992).

En el rango de 3200 msnm, el género que presenta la mayor abundancia en número fue Helicopsyche, característico de aguas de poca corriente y litoral de remanso y lagos (Roldán, 1992); se encuentran en gran proporción en los sustratos pedregosos o rocosos (Rincón, 1999) como el observado en esta zona de estudio; los restantes géneros encontrados son Atanotolica, característico de

aguas corrientes, sustratos pedregosos (Roldán, 1992).

En la tabla 3 se presentan los resultados numéricos en cuanto a diversidad. La zona que presenta la mayor diversidad de Shannon es la uno, que puede estar favorecida porque los géneros encontrados están representados en la misma proporción poblacional. Este valor concuerda con el obtenido por el índice de riqueza de Margalef, que fue el más alto, además el valor de dominancia de Simpson es cero, indicando que no hay dominancia de los grupos.

Tabla 3. SÍNTESIS NUMÉRICA DE LOS INDICES IMPLEMENTADOS

ANÁLISIS	SHANNON-WEAVER	RIQUEZA MARGALEF	DOMINANCIA DE SIMPSON	SIMILARIDAD DE JACCARD
TRICHOPTERA	1.098	1	0	Entre 1-2
1				0.25
2	0.586	0.066	0.738	Entre 1-2
				0.25
EPIHEMEROPTERA	0	0.574	1	Entre 1-2
1				0.3
2	0.263	0.307	0.85	Entre 1-3
				0.3

ZONA 1	ZONA 2
X	
X	X
X	
X	X
X	
X	X
X	
X	X
	X
	X

cuenca alta de la quebrada Las Iglesias, vereda Las Cañas el el Páramo de Siscunsi. Sogamosos

En la zona 1, los valores de los índices de forma general presentan diferencias significativas. Podría generalizarse que la diversidad para la zonas es baja, ya que los valores hallados corresponden a la mitad de los calculados para la zona uno; de igual forma, los valores de riqueza de Margalef son muy bajos en comparación con el anterior. La riqueza de esta zona no es muy significativa; esta situación puede verse afectada por la abundancia de la



familia trichorythidae, evidenciándose en los altos valores (0.85 en la zona 2) obtenidos con el índice de Simpson (teniendo en cuenta que este oscila entre 0-1); estos valores nos permiten decir que, en realidad, en las comunidades de estas zonas los valores de diversidad están afectados por la abundancia de los géneros Smicridea y Helicopsyche.

En cuanto al índice de Jaccard, podría decirse que las no zonas son similares, situación que puede ser favorecida por la dinámica fluvial (Tabla 1), y a nivel de caracterización biológica; de cada zona muestreal: ambas presentan vegetación de galería y se ven influenciadas de forma más acentuada (en la zona 1) por la acción antrópica, debido a que en sus laderas se ve intensificada la actividad agrícola que podría generar el ingreso de productos químicos, por escorrentía al sistema, alterando las condiciones naturales del medio las zonas presentan un valor de similaridad entre 0.25 y 0.66, que las califica como disímiles.

Para el grupo Ephemeroptera se colectaron en total de 3 familias y 4 géneros; el género más abundante fue Baetis, que exhibe un amplio rango altitudinal, frecuencia poblacional alta y gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes; el menos abundante, Thraulodes, presenta sensibilidad al déficit de oxígeno y contaminación orgánica (Zuñiga y Rojas, 1995).

En la zona también hay mayor representación de géneros posiblemente debido al tipo de sustrato (pedregoso y arcilloso) que presentan mayor número de espacios (Cf. Wetzel y Likens, 1975). El índice de Margalef expresa una riqueza mayor para la zona 1 y el valor más bajo para la zona 2, permitiendo esta-

blecer así una relación directa con la estructura y distribución de los géneros predominantes, Leptohyphes y Baetis, que exhiben un amplio rango altitudinal (Cf. Zuñiga y Rojas, 1995).

BIBLIOGRAFÍA

- ANGRISANO, E. 1995. Insecta Trichoptera. En: Ecosistema de aguas continentales. Tomo III. Lopretto, E., y Tell, G. (Ed). La Plata, República Argentina. 897-1390.
- CORREA M., MACHADO T., ROLDÁN G. 1981. Taxonomía y ecología del orden Trichoptera en el departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. Actual Biol. 10 (36):35-48
- DOMÍNGUEZ E, HUBBARD, M. D. & W. PETERS. 1992. Clave para ninfas y adultos del orden Ephemeroptera (insecta) Sudamericanos. Biología Acuática. Número 16. La Plata (Argentina).
- KREBS, CHARLES J. 1989. Ecological Methodology. University of British Columbia
- MC CAFFERTY, P.Y.A. PROVONSHA. 1981. Aquatic Entomology. Science Books International. Boston, Massachusetts.
- OSPINA R, RISS W, Y RUIZ J. 1999. Guía para la identificación genérica de las larvas de quironomidos (díptera: quironomidae) de la Sabana de Bogotá. Bogotá: Editorial Guadalupe.
- PAYNE, A. 1986. The ecology of tropical lakes and river. Editorial John Wiley & Sons. Gran Bretaña.
- RINCÓN M. PARDO R. 1995. Trichoptera. Seminario de macroinvertebrados acuáticos y su utilización en estudios ambientales. Santafé de Bogotá. D.C. Colombia.
- RINCÓN M. 1999. Insectos de Colombia. Volumen II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Alvarez Lleras. Número 13. Santafé de Bogotá.
- ROLDÁN G. 1996. Primera reimposición. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Medellín: Fondo FEN Colombia, COLCIENCIAS, Universidad de Antioquia.
- ROLDÁN G. 1992. Fundamentos de Limnología Tropical. Medellín: Edit. Universidad de Antioquia.
- WETZEL R, Y LICKENS E. 1991. Limnological Analyses. Springer-Verlag. U.S.A.
- ZUÑIGA DE C, MARÍA DEL CARMEN, Y ROSAS DE H, ANGELA MARTHA. 1995. Contribución al conocimiento del orden Ephemeroptera en Colombia y su utilización en estudios ambientales. Seminario de Invertebrados Acuáticos y su utilización en estudios ambientales. Santafé de Bogotá. Septiembre 15 y 16.