

ENTOMOFAUNA ACUÁTICA PREDOMINANTE EN CINCO RÍOS DE LA PARTE ALTA DEL BALSAS, ENTRE MORELOS Y PUEBLA, MÉXICO

José Guadalupe Granados-Ramírez✉, A. Karen Rueda-Gómez y Karla A. Vázquez Servín

¹Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Facultad de Ciencias Biológicas-Laboratorio de Invertebrados. Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. C. P. 62210. E-mail.

✉Autor de correspondencia: jgranados@uaem.mx

RESUMEN. El estudio de los insectos acuáticos es aun insipiente en su conocimiento general y específico, su recién uso como indicadores de los cambios ambientales que experimentan actualmente los recursos acuáticos tanto lénticos como lóticos. El presente muestra un análisis comparativo de su similitud y disimilitud entre la riqueza de familias predominantes de insectos acuáticos registrados en cinco ríos tributarios de la cuenca del río Balsas. En la recolecta de los insectos acuáticos se utilizaron las redes convencionales y el material fue preservado en alcohol al 70 % para su posterior análisis en laboratorio. Los resultados muestran una riqueza total de 58 familias, registrando en el río Atila 39 familias y en el río Apatlaco 38 familias; con valores de similitud entre los ríos de un 26 % a un 48 %; valores de disimilitud promedio entre estos ríos variaron de un 23 % a un 40 %; se registra al orden Diptera con la mayor riqueza y a los órdenes Lepidoptera, Megaloptera y Plecoptera con sólo una o dos familias; de las familias más abundantes podemos citar a Baetidae (Ephemeroptera), Hydropsychidae (Trichoptera), Leptohiphidae (Ephemeroptera), Leptophlebiidae (Ephemeroptera), y Vellidae (Hemiptera), por sus abundancias y frecuencias concluimos que los cinco ríos presentan un grado de alteración ambiental.

Palabras clave: Insectos acuáticos, riqueza, familias, similitud, ríos.

Aquatic entomofauna predominant in five rivers of high part of Balsas basin, between Morelos and Puebla, Mexico

ABSTRACT. The study of aquatic insects is still insipid in its general and specific knowledge despite its current use as indicators of the environmental changes currently experienced by aquatic resources as lotic as lentic. This paper presents a comparative analysis of their similarity and dissimilarity between the richness of predominant families of aquatic insects recorded in five tributary rivers of the Balsas river basin. In the collection of aquatic insects, the conventional nets were used and the material was preserved in 70% alcohol for later laboratory analysis. The results have shown a total richness of 58 families, registering in the Atila river 39 families and in the Apatlaco river 38 families; with similarity values between rivers of 26% to 48%; values of average dissimilarity between these rivers ranged from 23% to 40%; to the order Diptera with the highest richness and to the orders Lepidoptera, Megaloptera and Plecoptera with only one or two families. One of most abundant families we can mention Baetidae (Ephemeroptera), Hydropsychidae (Trichoptera), Leptohiphidae (Ephemeroptera), Leptophlebiidae (Ephemeroptera), and Vellidae (Hemiptera), by their abundances and frequencies we can concluded that five rivers present a degree of environmental alteration.

Keywords: Aquatic insects, richness, families, similarity, rivers.

INTRODUCCIÓN

Dentro de un ambiente lótico, los insectos acuáticos se encuentran en el segundo eslabón del nivel trófico después del zooplancton y el fitoplancton, son los encargados de que la energía se transmita de los organismos más pequeños a los organismos más grandes, pues forman parte de la dieta de animales acuáticos como peces y de animales terrestres relacionados con los cuerpos de agua, como anfibios, aves, reptiles e incluso mamíferos como el hombre, siendo una fuente de alimento (Hernández, 2015).

Los insectos acuáticos cambian su estructura y funcionamiento al modificarse las condiciones ambientales de su hábitat (Alonso y Camargo, 2005). De modo que es posible usar algunas características o propiedades estructurales y funcionales de los diferentes niveles de organización biológica para evaluar en forma comparativa el estado de la biota acuática, cuya condición es el reflejo del estado ecológico del cuerpo de agua (Segnini y Chacón, 2005; Prat *et al.*, 2009). Por lo tanto, el estudio de toda la fauna de invertebrados acuáticos es importante para detectar el grado de perturbación que pueden sufrir los cuerpos de agua por actividades agrícolas, industriales y humanas. Su uso representa una gran herramienta con ventajas dada la sensibilidad que ellos tienen, no obstante, el estudio de los parámetros fisicoquímicos del ambiente río también nos muestra la influencia que estos tienen sobre la riqueza a diferentes niveles espaciales y algunas veces la falta de este conocimiento dificulta la identificación de los patrones de distribución en el espacio-tiempo que presentan los organismos acuáticos.

La mayoría de los insectos acuáticos viven sobre algún tipo de sustrato, ya sea en el fondo (bentos), bajo las rocas, sobre la arena, enterrados en el fango o en los tallos de plantas acuáticas o troncos sumergidos (Wallace y Webster, 1996). Conociendo la heterogeneidad ambiental y altitudinal de la Cuenca del Balsas en su parte alta esperaríamos encontrar una mayor diversidad morfológica en su entomofauna, ya que son organismos que pasan parte o todo su ciclo de vida dentro del ambiente acuático, algunos viven en la superficie del agua (neuston) mientras que otros permanecen suspendidos en la columna (plancton) o bien nadan activamente (necton). Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar comparativamente la estructura de la comunidad de los insectos acuáticos de cinco ríos que fueron estudiados, pertenecientes a la parte alta de la Cuenca del Río Balsas, así como aplicar los índices de Similitud y Disimilitud y registrar sus gremios tróficos para conocer el predominio de los grupos dominantes durante este periodo de estudio.

MATERIALES Y MÉTODO

Se muestrearon 18 sitios entre los cinco ríos estudiados durante los periodos primavera-verano y otoño-invierno del 2011 al 2015 (64 recolectas entre estos años de muestreo); los ambientes a examinados los encontramos ubicados en: Tramo Peña Colorada, río Mixteco estado de Puebla(subcuenca del río Mixteco)y río Atila que pertenece a la subcuenca del río Nexapa; y los tres restantes en el estado de Morelos (río Tembembe, río Apatlaco y río Cuautla) que pertenecen a la subcuenca del río Amacuzac (Fig. 1).



Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio dentro de las subcuencas del alto Balsas, Zona Hidrológica 18 (Tomado de INEGI, 2010).

En el cuadro 1 podemos apreciar el nombre del río, la ubicación, la altitud y el número de sitios de colecta, de cada uno de estos ambientes, resaltando que entre todos se tiene un gradiente de más 1000 metros de altitud, entre la parte alta del río Apatlaco y la parte baja del río Cuautla, ubicando en la parte media a los ríos del estado de Puebla; también hay que hacer notar que el recorrido década uno de los ambientes incluye áreas industriales, urbanas y agrícolas de constante actividad.

Cuadro 1. Se muestra el nombre de los ríos, las coordenadas, las altitudes y el número de sitios de colecta entre los puntos de referencia.

Nombre del río	Coordenadas	Altitud	Número de puntos muestreados
Río Mixteco	18° 35'36" N	937 msnm a	Tramo
	98° 33'06" W	920 msnm	Peña Colorada
	18° 40'48" N		Tres sitios
	98° 43'42" W		
Río Atila	18° 40'12.5" N	1319 msnm a	Tramo Tlapanala-
	98° 32'1.9" W	1272 msnm	Tilapa
	18° 35'54.1" N		Cuatro sitios
	98° 33'34.4" W		
Río Tembembe	18°52'2.60" N	1461 msnm a	Tramo
	99°19'52.70" W	1254 msnm	Cuatepec
	18°50'53.6" N		Cuatro sitios
	99°19'20.1" W		
Río Apatlaco	18° 58'25.7" N	1800 msnm a	Tramo Cuernavaca-
	99° 16'12.8" W	880 msnm	Jojutla
	18° 38'21.9" N		Cuatro sitios
	99° 11'35.9" W		
Río Cuautla	18° 45'56.422" N	1889 msnm a	Tramo Barranca el
	98° 58'29.55" W	850 msnm	Hospital-
	18° 32'54.24" N		Tlaquiltenango
	99° 6'29.7" W		Tres sitios

Las recolectas se realizaron con la red Surber, la red triangular y rectangular, todas con abertura de poro de 500 μ m, se hicieron recorridos de 40 m sobre los márgenes y cubriendo la mayor parte de los diferentes nichos en cada río. Los organismos recolectados se preservaron en alcohol al 70 %, se utilizaron tamices con diferente abertura para separar materia orgánica y rocas de diferente tamaño (Fig. 2). Las muestras de cada sitio fueron trabajadas e identificadas en el Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UAEM, utilizando las claves especializadas para estos grupos de insectos acuáticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se hace una descripción de los resultados por río, con el fin de enfatizar más su riqueza y predominancia (Cuadro 2): para el río Mixteco tramo Peña Colorada se identificaron un total de nueve órdenes, con 33 familias; el orden Diptera fue el que registró el mayor número de familias aunque en abundancia ocupó el segundo lugar, mientras que los órdenes Coleoptera y Hemiptera obtuvieron el registro de solo cinco familias con escasa abundancia, con cuatro familias encontramos a los órdenes Odonata y Trichoptera; no obstante el orden Ephemeroptera fue de los más abundantes pero sólo fue representado por tres familias, por último con dos familias se registró al orden Lepidoptera y con sólo una familia los órdenes Megaloptera y Plecoptera. Walsh *et al.* (2007) consideran que la identificación taxonómica a nivel de familia es también un buen estimador de la riqueza y de las condiciones ambientales.

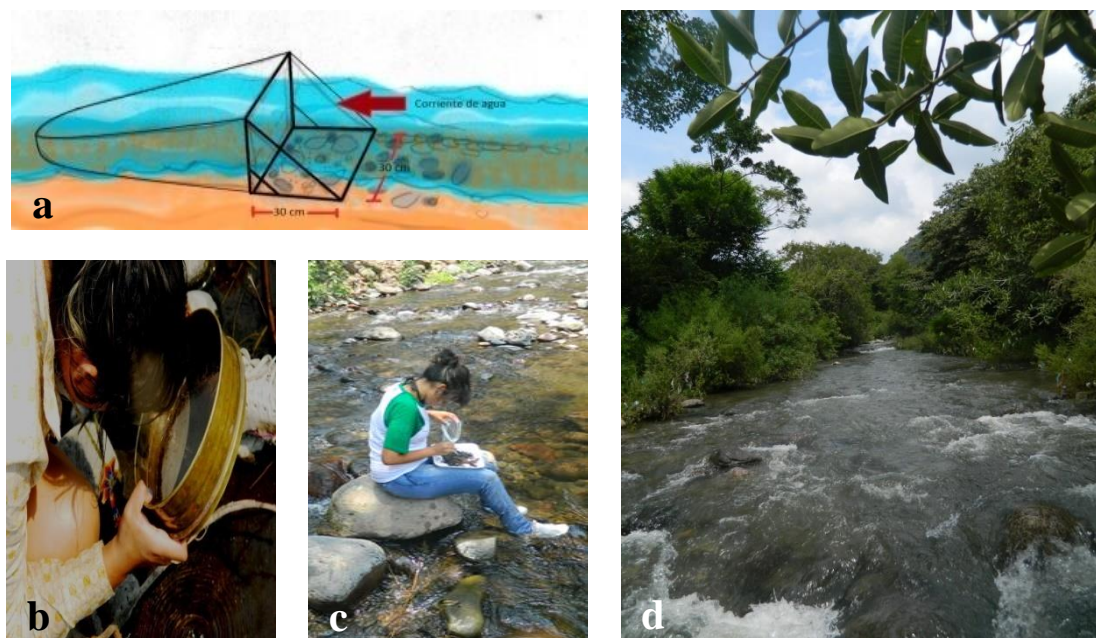


Figura 2. Se muestra el esquema y su colocación para la colecta de organismos de la red Surber (a), el uso de tamices (b), separación en campo del material colectado (c) y una vista del ambiente río.

Cuadro 2. Número de familias registradas por cada uno de los órdenes de los cinco ríos estudiados.

Orden/ No de Familias	Ríos				
	Mixteco	Atila	Cuautila	Apatlaco	Tembembe
Ephemeroptera	3	3	3	4	6
Odonata	4	6	3	8	4
Plecoptera	1	0	0	0	1
Hemiptera	5	7	1	2	5
Megaloptera	1	1	1	1	1
Coleoptera	5	3	2	4	5
Trichoptera	4	7	3	10	6
Lepidoptera	2	2	1	1	2
Diptera	8	8	5	9	7

Para el río Atila se recolectaron un total de 39 familias pertenecientes a ocho órdenes de la clase Insecta. El orden con mayor abundancia en los cuatro sitios fue Ephemeroptera. Las familias más numerosas fueron Baetidae del orden Ephemeroptera con el 27 % de la abundancia, Hydropsychidae del orden Trichoptera con el 19 % y Leptohiphidae del orden Ephemeroptera con el 14 %; con menor porcentaje de predominancia encontramos a las familias Leptophlebiidae (8%), Vellidae (6 %), Calopterygidae y Chironomidae (4 %), por último, registramos a las familias Coenagrionidae y Simuliidae con el 3 %. Juárez (2012) reporta dentro de la entomofauna más abundante a las familias Baetidae y Chironomidae dentro del río Papaloapan. Con los resultados de las abundancias relativas se elaboró la estructura de los gremios tróficos predominantes para el río Atila (Fig. 3). Flores (2016), reporta también a los Efemerópteros y Tricópteros como predominantes del arroyo San Andrés de la Cal, señalando que su abundancia y frecuencia definen un estado de salud de bajo impacto ambiental.

El río Tembembe también registró un total de 8 órdenes con 35 familias; los órdenes con mayor abundancia fueron Coleoptera aportando el 32 % del total y Ephemeroptera con el 25 %; le siguen Diptera con el 13 % y Hemiptera con el 11 % del promedio general. Coleoptera y Diptera registraron la mayor riqueza al tener 12 familias como representantes, mientras que Megaloptera y

Plecoptera, sólo se identificó una familia como representante. La estructura trófica estuvo integrada por 8 gremios de los clasificados por Merritt *et al.* (2008). Los gremios tróficos que predominaron estuvieron conformados por depredadores con un 32.8 %; colectores con el 14.2 %; fragmentadores con un 11.4 %, considerando los criterios ya citados por Pérez *et al.* (2008).

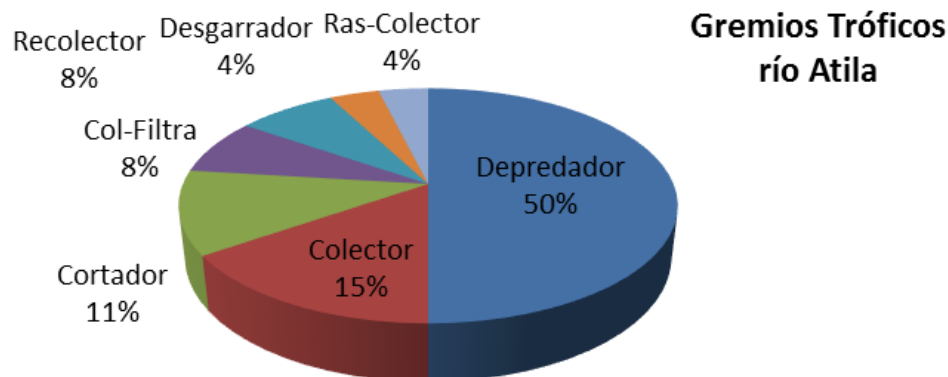


Figura 3. Gremios tróficos predominantes para el río Atila, durante el presente estudio.

La entomofauna descrita para el río Apatlaco la encontramos representada por nueve órdenes con 38 familias. Los órdenes con mayor número de familias y alta predominancia en los sitios de colecta fueron Trichoptera y Diptera con 10 y nueve familias respectivamente, el orden Diptera es el más representativo con las mayores abundancias y predominancias en las muestras de recolecta, es importante señalar que las familias de dípteros generalmente se ven asociadas a los altos contenidos de materia orgánica acumulada en el ambiente río (Roldán, 2003); los odonatos sólo registraron 6 familias, mientras que los coleópteros y efemerópteros obtuvieron cuatro familias, este último orden tuvo una predominancia importante en los sitios de recolecta; finalmente los órdenes Hemiptera, Lepidoptera, Megaloptera y Plecoptera con menos de dos familias, por lo que fueron sus familias las menos abundantes durante este estudio. Huerto *et al.* (2005) reportan para los ríos Amacuzac y Balsas un total de 41 y 20 familias de insectos acuáticos respectivamente, en estos ecosistemas considerados como de buena calidad.

Para la parte baja del río Cuautla se recolectaron un total de 8 órdenes con 19 familias. El primer punto de recolecta (Barranca Hospital) registró cinco familias, predominando del orden Diptera con la familia Chironomidae con el 41 %; el segundo punto (San Vicente) con mayor riqueza al registrar 15 familias, también predominando la familia Hydropsychidae con el 36 % y para la estación tres (en Tlaquiltenango) se reconocieron 17 familias, siendo más abundante la familia Leptophlebiidae con el 29 %. Pérez y Pineda (2005) y Pérez *et al.* (2008) señalan que el grupo Insecta en el ecosistema río dominan las relaciones sinérgicas. Alonso y Camargo (2005) señalan que el orden Diptera como otros grupos de insectos, su abundancia está asociado a la acumulación de materia orgánica.

De forma general para este estudio comparativo la estructura trófica de las comunidades de insectos acuáticos estuvo conformada entre ocho y nueve gremios, los mismos reportados por Barbour *et al.* (1999) y Merritt *et al.* (2008). Los gremios tróficos que estuvieron presentes en todos los sitios fueron las familias de los depredadores con un 34.4 %, le siguieron las familias de los recolectores/colectores con el 32.7 %. En menor cantidad pero de igual forma presentes en todos los sitios de muestreo, fueron los raspadores con 14.3 % y filtradores/colectores con 9.7 %. Los

gremios tróficos poco frecuentes fueron las familias de los fragmentadores con 3.4 % y los perforadores con solo el 2.8 % (Fig. 3).

Finalmente el análisis de similitudes y disimilitudes, entre los ríos estudiados nos muestra que cerca de la mitad de las familias identificadas las podemos encontrar en cualquiera de estos ríos, a excepción del río Cuautla donde se encontró una menor riqueza de familias; por ejemplo los ríos con los mejores porcentajes de similitud y disimilitud están entre los ríos Mixteco y Tembembe (48 % y 33.9 % respectivamente); también entre los ríos Tembembe y Atila, registrando excelentes porcentajes en ambos índices (45 % y 34.5 %, respectivamente) (Cuadro 3). Flores (2016) reporta altos índices de similitud entre la riqueza obtenida en el estiaje con relación a la del periodo de lluvias (58 %), enfatizando que existe una continuidad de las poblaciones a lo largo del año. No obstante, estos resultados, la riqueza de familias registrada en cada uno de estos ambientes, hacen ver que su estado de resiliencia temporal la presenta poco después del periodo de lluvias, de acuerdo a los resultados y análisis realizado por Huerto (1988) y Moreno (2014); al respecto Roldán (2003) cita que varios autores consideran a los índices de diversidad y similitud como poco convincentes para definir la estructura de la biota acuática. Por lo tanto, en el presente trabajo los índices nos muestran los valores de asociación y permanencia que tienen las familias al poblar los ecosistemas lóticos dentro de la región hidrológica del Balsas.

Cuadro 3. Resultados de la aplicación de los índices de Jaccard (I_J) y Sokal y Michener (S_{sm}) entre la riqueza de familias de los ríos muestreados.

Valor de los Índices: Similitud y Disimilitud	Río Mixteco	Río Atila	Río Apatlaco	Río Cuautla
Río Tembembe	48 %	45 %	43 %	28.5 %
Río Apatlaco	33.9 %	34.5 %	33.6 %	39.3 %
Río Cuautla	42 %	40 %	-	35 %
Río Atila	34.8 %	23.1 %	-	25.3 %
Río Mixteco	-	44 %	42 %	26.8 %
Río Tembembe	-	33.9 %	34.8 %	40.1 %
Río Apatlaco	44 %	-	40 %	38 %
Río Cuautla	33.9 %	-	23.1 %	32.5 %

CONCLUSIÓN

Más del 40 % de las familias reportadas en cada uno de los ríos estudiados han sido predominantes en cada ambiente río dentro de la cuenca del Balsas; y nos deja ver que hay una asociación muy estrecha entre las diferentes familias en relación a sus abundancias y frecuencias. El paso siguiente es trabajar taxonómicamente a nivel más específico para definir sus estrategias de asociación de cada uno de los gremios.

Literatura Citada

- Alonso, A. y J. A. Camargo. 2005. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadores del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, 14(3): 87–99.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Zinder, B. D. and J. B. Stribling. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. Second Edition. EPA 841-B41-99-002. U. S. Environmental Protection Agency. Office of Water. Washington, D.C. 243 pp.
- Flores, P. L. 2016. *Registro de microinvertebrados y macroinvertebrados del arroyo San Andrés de la Cal, Tepoztlán Morelos*. Tesis Licenciatura, Biología. Universidad Autónoma de Estado de Morelos. 74 pp.

- Hanson, P., Springer, M. and A. Ramírez. 2010. *Capítulo 1 Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. Revista de Biología Tropical*. 58(Suppl. 4): 3–37.
- Hernández, P. M. 2015. *Macroinvertebrados acuáticos del río Tembembe en la comunidad Nahua de Cuentepec, Temixco, Morelos México*. Tesis Licenciatura, Biología. Universidad Autónoma de Estado de Morelos. 77 pp.
- Huerto, R., Alonso-Eguía, P., Brug, B. y P. Maya. 2005. Monitoreo biológico de la calidad del agua en ríos caudalosos: Amacuzac y Balsas, Anuario IMTA, México, IMTA. 105 pp.
- Huerto, R. I. D. 1988. *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del agua del río Cuautla, estado de Morelos*. Tesis Licenciatura Biologo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. 86 pp.
- INEGI. 2010. Censo de población y vivienda. Disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>. (Fecha de consulta: XI-2012).
- Juárez, R. A. 2012. Disturbios en las comunidades de macroinvertebrados en el arroyo Las Conchas, La Picada, Entre Ríos, UADER, Paraná, Entre Ríos. *Biología Acuática*, 30: 93–105.
- Merrit, R. W., Cummins, K. W. and M. B. Berg. 2008. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Fourth Edition. Kendall/Hunt Publishing Company. USA.
- Moreno, H. I. E. 2014. *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos en el río Apatlaco, Morelos, México*. Tesis Licenciatura, Biología. Universidad Autónoma de Estado de Morelos. 71 pp.
- Pérez, R. M. M. y R. Pineda. 2005. Calidad ambiental de ríos y arroyos en el centro de México: posibilidades para evaluar la integridad ecológica de microcuencas. *SAS Institute. JMP v. 6*. 37-47 pp.
- Pérez, R. M., M., Torres, U. y M. A. Piñon. 2008. Estructura Funcional de las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos en arroyos y ríos del sur del municipio de Morelia, Michoacán. Pp. 391–396. In: E. G. Estrada-Venegas, A. Equihua-Martínez, J. R. Padilla-Ramírez y A. Mendoza-Estrada. (Eds.) *Entomología mexicana* Vol. 7. Colegio de Postgraduados y Sociedad Mexicana de Entomología. Texcoco, estado de México.
- Prat-N., Ríos, B., Acosta, R. y M. Rieradevall. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de las aguas. Pp. 631–654. In: E. Domínguez y R. H. Fernández. (Eds.). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología*. Tucumán, Argentina Fund. Miguel Lillio, 2009.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP/Col. In: Colección ciencia y tecnología; Editorial universidad de Antioquia; Antioquia – Medellín, Colombia, 170 pp.
- Segnini S. y M. M. Chacon. 2005. Caracterización fisicoquímica del hábitat interno y ribereño de los ríos andinos de la cordillera de Merida, Venezuela. *Ecotropicos*, 18(1): 38–61.
- Wallace, J. B. and J. R. Webster. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41: 115–139.
- Walsh, C. J., Waller, K. A., Gehling, J. and R. Mac-Nally. 2007. Riverine invertebrate assemblages are degraded more by catchment urbanization than by riparian deforestation. *Freshwater Biology*, 52: 574–587.