



## **MONITOREO DE INSECTOS ACUÁTICOS Y CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO PIRRE, PARQUE NACIONAL DARIÉN, REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**<sup>1</sup>Roberto A. Cambra T., <sup>1</sup>Alonso Santos M.**

<sup>1</sup> Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá, Estafeta Universitaria 0824, Panamá, República de Panamá.

### **RESUMEN**

El estudio se desarrolló en el río Pirre, dentro del Parque Nacional Darién (PND) y área de amortiguamiento cerca a la población Emberá de Pijibasal, con la finalidad de identificar la fauna de insectos acuáticos y semiacuáticos, determinar la calidad del agua y el estado de conservación del río Pirre. Las giras de campo para recolectar especímenes fueron en abril, agosto y diciembre de 2013. Las recolectas de insectos acuáticos se llevaron a cabo utilizando redes de tela con malla en el fondo. Los insectos acuáticos capturados se identificaron a nivel de familia y para determinar la calidad del agua se aplicaron los índices BMWP de Costa Rica, Panamá, y Colombia. La mayoría de los especímenes fueron identificados a nivel de género y algunos hasta especie. Se capturaron un total de 5,799 especímenes representando taxa de 10 órdenes. El orden con más especímenes recolectados fue Ephemeroptera, seguido de Trichoptera y Coleoptera. Los cuatro órdenes con más familias registradas fueron Coleoptera, Trichoptera, Hemiptera y Odonata, cada uno con nueve familias. La diversidad de insectos acuáticos en el río Pirre estuvo representado por 50 familias, de las cuales 49 son consideradas con puntajes por algunos de los índices BMWP utilizados. Los valores obtenidos, utilizando los índices BMWP ya especificados, indican que la calidad del agua para el río Pirre es excelente, tanto dentro del PND como en la zona de amortiguamiento. Los resultados sugieren que los programas de conservación dentro del PND están contribuyendo al excelente estado de la fauna y calidad del agua de este río.

### **PALABRAS CLAVES**

Insectos acuáticos, ecosistema lótico, calidad del agua, BMWP, inventario, conservación.

## **ABSTRACT**

The study was conducted in the river Pirre, within Darien National Park (PND) and buffer zone near to the Embera population of Pijibasal, in order to identify the fauna of aquatic insects, determine water quality and conservation status of the river Pirre. Field trips were conducted in April, August and December 2013 to collect specimens. The collections of aquatic insects were conducted using nets of fabric with mesh on the bottom. Aquatic insects caught in the river Pirre were identified at family level to determine water quality, applying BMWP indices from Costa Rica, Panama, and Colombia. Most specimens were identified to genus and some to species. A total of 5,799 specimens representing taxa of ten orders were captured. The order with more specimens collected was Ephemeroptera, followed by Trichoptera and Coleoptera. The four orders with more registered families were Coleoptera, Trichoptera, Hemiptera and Odonata, each one with 9 families. The diversity of aquatic insects in Pirre River was represented by 50 families, of which 49 are considered with scores by some of the used BMWP indices. The values obtained using the BMWP indices indicate that water quality for the river Pirre is excellent both inside the park and the buffer zone. The results suggest that conservation programs within the PND are contributing to the excellent state of fauna and water quality of this river.

## **KEYWORDS**

Aquatics insects, lotic ecosystem, water quality, BMWP, inventory, conservation.

## **INTRODUCCIÓN**

Según Resh (2008) los macroinvertebrados acuáticos son los organismos más ampliamente usados, en la actualidad, como bioindicadores de la calidad de ecosistemas lóticos y lénticos por diversas circunstancias; entre las que destacan, según Bonada *et al.* (2006), las siguientes características: 1) Una amplia distribución geográfica y en diferentes tipos de ambientes; 2) Una gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales; 3) Ser, en su mayoría, sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación; en otros casos, la posibilidad de utilizar su reacción de huida (deriva) como indicador de contaminación; 4) En algunas especies, tener ciclos de vida largo, porque integra los efectos de la contaminación en el tiempo; 5) Poder ser muestreados de forma sencilla y barata; 6) Una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género; 7) La sensibilidad

bien conocida de muchos taxa a diferentes tipos de contaminación; 8) El uso de muchas especies en estudios experimentales sobre los efectos de la contaminación.

Además de ser importantes indicadores de la calidad del agua, los insectos acuáticos son importantes eslabones en la pirámide de la cadena alimenticia. La interacción depredador-presa es una de las principales fuerzas de estructuración de las comunidades acuáticas, y por lo tanto una potencial fuente de regulación de las poblaciones de mosquitos (Fischer *et al.* 2012). La importancia de esta interacción depende de múltiples factores, como por ejemplo, la permanencia del agua o la complejidad estructural del ambiente, la composición de depredadores presentes y el comportamiento de los depredadores frente a múltiples presas (Fischer *et al.* 2013).

Hasta ahora no existen inventarios de insectos acuáticos del río Pirre. Esta investigación tiene como objetivos determinar el estado de conservación de los recursos hídricos y fauna del río Pirre, utilizando como bioindicadores los insectos acuáticos y establecer una colección de insectos acuáticos para ser utilizada en futuras investigaciones.

## **MÉTODOS Y MATERIALES**

El monitoreo de insectos acuáticos se realizó en la provincia de Darién, distrito de Pinogana, dentro y fuera (zona de amortiguamiento) del PND, en áreas cercanas a la Serranía de Pirre. Los muestreos de insectos acuáticos se realizaron en el río Pirre (afluente del río Tuira) en abril, agosto y diciembre de 2013. El centro de logística para las tres salidas de recolectas, fue la Estación Científica Rancho Frío. Las recolectas de los insectos acuáticos se realizaron en las dos zonas siguientes: 1) dentro del Parque 2) fuera del Parque, área de amortiguamiento, poco antes de la población Emberá de Pijibasal. Las zonas de muestreos fueron georreferenciadas con un GPS, y se tomó la temperatura del agua y la altitud (Cuadro 1).

El esfuerzo de recolecta en el río Pirre para abril fue de 5 días: 1 persona x 6 horas diarias x 2 días = 12 horas; 3 personas x 6 horas diarias x 1 día = 18 horas; 2 personas x 6 horas diarias x 2 días = 24 horas, lo que hace un total de 54 horas de recolecta para el mes de

Cuadro 1. Coordenadas geográficas, altitud, temperatura del agua y días de muestreo de los sitios de muestreo en el río en el río Pirre, Darién.

<b>Fuera del Parque (Cerca a Pijibasal)</b>	<b>Dentro del PND (Dos Bocas)</b>
08°01'53''N	08°00'11''N
77°45'37''O	77°44'42''O
08°01'46''N	08°00'02''N
77°45'45''O	77°44'57''O
64 m s.n.m. – 68 m, 27° C	83 m s.n.m. – 90 m, 27° C
3, 4, 5 abril; 8 agosto; 11 diciembre	6-7abril; 9, 11 agosto; 12, 15 diciembre

abril. El esfuerzo de recolecta para agosto y diciembre fue de: 2 personas x 6 horas diarias x 3 días, lo que hace un total de 36 horas.

Las recolectas de insectos acuáticos se llevaron a cabo utilizando redes de tela con malla en el fondo. Se hicieron capturas manuales con la ayuda de pinzas, goteros, pinceles y bandejas blancas, removiendo los insectos adheridos a las rocas, entre la hojarasca del fondo del río, y los ocultos en la arena del río. Estos muestreos fueron de tipo cualitativo, tratando de muestrear todos los tipos de hábitat y capturar la mayor cantidad de especímenes.

Los insectos acuáticos y subacuáticos capturados en el campo fueron preservados en alcohol al 95 % y depositados en el Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá (MIUP). Los especímenes fueron identificados usando las claves presentes en: Hungerford & Matsuda (1960), Brown (1970), Quintero y Aiello (1992), Contreras-Ramos y Harris (1998), Merrit *et al.* (2008), Springer *et al.* (2010). También se identificaron algunos especímenes de escarabajos comparando con ejemplares identificados por especialistas y que se encuentran depositados en la colección del MIUP. Una vez identificados, los especímenes se utilizaron como bioindicadores para determinar el estado de conservación del río Pirre. Se utilizaron los índices biológicos BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) /Colombia (Roldán 2003); BMWP/Costa Rica

(MINAE 2007); y BMWP/Panamá Cornejo (2014, en prep.) para determinar la calidad de agua del río Pirre.

## RESULTADOS

Durante las tres giras de campo se recolectaron un total de 5,799 especímenes (Cuadro 2). Los especímenes capturados representaron taxa de 10 órdenes (Cuadros 2-3). El orden con más especímenes recolectados fue Ephemeroptera (2,450), seguido de Trichoptera (1,054), Coleoptera (918), Hemiptera (454) y Plecoptera (447) (Cuadro 2). Los cinco órdenes anteriores agrupan el 91.8% (5,323) del total (5,799) de especímenes recolectados. En cuanto al número de familias presentes, el río Pirre estuvo representado por 50 familias (Cuadro 4). Los órdenes con más familias registradas fueron Coleoptera, Trichoptera, Hemiptera y Odonata con nueve familias cada una (Cuadro 4). Los órdenes Ephemeroptera (con 21 géneros), Odonata (17) y Trichoptera (14) fueron los mejor representados en cuanto al total de géneros encontrados (cerca de 92) en el río Pirre (Cuadro 4). Los tres órdenes anteriores agrupan cerca del 56% (52 géneros) de los géneros identificados.

El puntaje total obtenido de la calidad del agua para el río Pirre, utilizando los índices BMWP, fueron los siguientes: BMWP/Costa Rica = 251; BMWP/Panamá = 278; BMWP/Colombia = 302. Los puntajes de calidad del agua para cada zona muestreada por gira, utilizando el BMWP/ Panamá, son presentados en el (Cuadro 5).

## DISCUSIÓN

Las 50 familias de insectos acuáticos o subacuáticos presentes en el río Pirre indican que la calidad del agua es excelente dentro del Parque Nacional Darién, como también en la zona de amortiguamiento. La única familia recolectada en el río Pirre y que no es considerada con puntaje por los BMWP utilizados es Dipsocoridae (Hemiptera). Esta familia de chinche es básicamente terrestre, pero algunas especies de *Cryptostemma* (Dipsocoridae) pueden habitar cerca al agua (Usinger 1945). Los BMWP-Panamá y Costa Rica consideran aguas excelentes aquellas con índices mayores a 120 y el BMWP/Colombia aquellas con índices mayores a 150. En un solo día de recolecta, con el esfuerzo

de dos personas durante 6 horas, se obtuvieron índices de excelente calidad de agua utilizando el BMWP/Panamá, excepto un día en la tercera gira de campo en donde el índice de 112 (Cuadro 5) indica aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible. Los índices BMWP más bajos durante la segunda y tercera gira de campo en el área de amortiguamiento (Cuadro 5), con respecto a la primera gira de campo, pueden ser explicados por el mayor tiempo de recolecta durante la primera gira (30 horas), contra 12 horas de recolecta para cada una de las dos otras giras. Los índices de calidad de agua obtenidos en la zona dentro del PND durante cada gira de campo son muy parecidos (Cuadro 5).

Existe bastante parecido entre la fauna recolectada en cada gira de campo. Lo anterior sugiere que, probablemente, en el río Pirre no se dan cambios marcados en la diversidad de insectos acuáticos a lo largo de todo un año. La abundancia de especímenes para algunos órdenes (por ejemplo: Trichoptera, Plecoptera, Odonata) fueron marcadamente variables en los diferentes meses de recolecta. Se necesitan muestreos con una metodología experimental cuantitativa para determinar si estas diferencias de abundancia son significativas. Medianero y Samaniego (2004) indican que la precipitación pluvial influye de manera directa e indirecta en los patrones anuales de abundancia de insectos en el río Curundú, Panamá.

La presencia en el río Pirre de 21 géneros de Ephemeroptera, 14 de Trichoptera (Cuadro 4) y la gran abundancia de especímenes de estos dos órdenes (Cuadro 2), ubican a éstos como excelentes bioindicadores de la calidad del agua para este río. Los efemerópteros y tricópteros son muy susceptibles a cambios bióticos o abióticos en su ecosistema (Flowers & De la Rosa, 2008). La ausencia o disminución, posterior a este estudio, en el número de familias en el río Pirre podrían indicar cambios químicos o físicos en las aguas por contaminación, deforestación o por alguna alteración natural como lo indican estudios en otros ríos (Medianero & Samaniego 2004, Fischer *et al.* 2013). La presencia de Plecoptera y de escarabajos Psephenidae y Ptilodactylidae son también buenos indicadores de la excelente calidad del agua para el río Pirre, ya que fueron muy comunes durante todas las giras de

recolecta, y reciben puntajes muy altos por los BMWP utilizados en esta investigación.

Cambra & Barría (2014) estudiaron la fauna de insectos acuáticos y subacuáticos presentes en el río Perresénico, PND, y la compararon con otros nueve diferentes ecosistemas lóticos de Panamá. Los resultados obtenidos por Cambra y Barría (2014), en cuanto a taxa y calidad de agua, son muy semejantes a los obtenidos para el río Pirre. De las 50 familias presentes en el río Pirre, solo las siguientes ocho familias no se encontraron en el río Perresénico: Mesoveliidae, Nepidae, Limmichidae, Glossomomatidae, Odontoceridae, Xiphocentronidae, Crambidae y Simuliidae.

Los resultados de esta investigación son de gran importancia, pues servirán para comparar con futuros monitoreos. Así, se podrá cotejar si han ocurrido cambios en la composición de los insectos acuáticos por posibles alteraciones biológicas, químicas o físicas en las aguas del río Pirre. Se espera que esta información ayude a los tomadores de decisiones a evaluar la efectividad de las estrategias de conservación.

Cuadro 2. Total de especímenes capturados por orden en las tres giras de campo al río Pirre, Darién.

Órdenes	Gira 1	Gira 2	Gira 3	Total
Ephemeroptera	456	1,211	783	2,450
Odonata	204	62	16	282
Plecoptera	282	118	47	447
Blattodea	4	3	0	7
Hemiptera	146	205	103	454
Megaloptera	33	62	23	118
Coleoptera	169	371	378	918
Trichoptera	540	346	168	1,054
Lepidoptera	3	0	0	3
Diptera	23	27	16	66
Total	1,860	2,405	1,534	5,799

Cuadro 3. Total de especímenes capturados por días de recolecta en el río Pirre, Darién.

Orden	3-4 abr	5 abr	6 abr	7 abr	8 ago	9 ago	11 ago	11 dic	12 dic	15 dic
Ephemeropt	28	278	99	51	534	312	365	335	222	226
Odonata	52	53	32	67	13	23	26	4	9	3
Plecoptera	90	144	36	12	18	51	49	17	6	24
Blattodea	0	2	0	2	0	2	1	0	0	0
Hemiptera	12	87	30	17	151	31	23	43	28	32
Megaloptera	6	8	11	8	13	12	37	4	7	12
Coleoptera	2	46	98	23	71	165	135	48	300	30
Trichoptera	46	394	79	21	68	163	115	63	38	67
Lepidoptera	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	1	10	9	3	14	1	12	2	9	5



Cuadro 4. Familia y géneros recolectados en el río Pirre, Darién.

<b>EPHEMEROPTERA</b>	<b>ODONATA</b>	<b>HEMIPTERA</b>	<b>TRICHOPTERA</b>
<b>Baetidae</b>	<b>ZYGOPTERA</b>	<b>Ochteridae</b>	<b>Glossosomatidae</b>
<i>Baetis</i>	<b>Calopterygidae</b>	<i>Ochterus</i>	<i>Protoptila</i>
<i>Baetodes</i>	<i>Hetaerina</i>	<b>Veliidae</b>	<b>Helicopsychidae</b>
<i>Camelobaetidius</i>	<b>Coenagrionidae</b>	<i>Rhagovelia</i>	<i>Helicopsyche</i>
<i>Cloeodes</i>	<i>Argia</i>	<b>MEGALOPTERA</b>	<b>Hydropsychidae</b>
<i>Guajirolus</i>	<b>Megapodagrionidae</b>	<b>Corydalidae</b>	<i>Leptonema</i>
<i>Mayobaetis</i>	<i>Heteragrion</i>	<i>Chloronia?</i>	<i>Macronema</i>
<b>Euthyplociidae</b>	<i>Philogenia</i>	<i>Corydalus</i>	<i>Plectropsyche?</i>
<i>Euthyplocia</i>	<b>Perilestidae</b>	<b>Sialidae</b>	<i>Smicridea</i>
<b>Leptohyphidae</b>	<i>Perissolestes</i>	<i>Protosialis</i>	<b>Leptoceridae</b>
<i>Allenhyphes</i>	<b>Platystictidae</b>	<b>COLEOPTERA</b>	<i>Nectopsyche</i>
<i>Asioplax?</i>	<i>Palaemnema</i>	<b>Dryopidae</b>	<i>Tripletides</i>
<i>Epiphraodes</i>	<b>Polythoridae</b>	<i>Dryops</i>	<b>Odontoceridae?</b>
<i>Haplohyphes?</i>	<i>Cora?</i>	<i>Elmoparnus</i>	Género?
<i>Leptohyphes</i>	<b>Protoneuridae</b>	<i>Helichus</i>	<b>Philopotamidae</b>
<i>Tricorythodes</i>	<i>Protoneura</i>	<b>Dytiscidae</b>	<i>Chimarra</i>
<b>Leptophlebiidae</b>	<b>PLECOPTERA</b>	<i>Copelatus</i>	<b>Polycentropodidae</b>
<i>Atopophlebia</i>	<b>Perlidae</b>	<b>Elmidae</b>	<i>Polycentropus</i>
<i>Choroterpes?</i>	<i>Anacroneuria</i>	<i>Cylloepus</i>	<i>Polyplectropus</i>
<i>Farrodes</i>	<b>BLATTODEA</b>	<i>Hexanchorus</i>	<b>Xiphocentronidae</b>
<i>Terpides</i>	<b>Blaberidae</b>	<i>Heterelmis</i>	Género?
<i>Thraulodes</i>	<b>HEMIPTERA</b>	<i>Macrelmis</i>	<b>LEPIDOPTERA</b>
<i>Tikuna</i>	<b>Dipsocoridae</b>	<i>Neelmis</i>	<b>Crambidae</b>
<i>Traverella</i>	<i>Cryptostemma</i>	<i>Phanocerus</i>	Afin a <i>Paraponyx</i>
<i>Ulmeritoides</i>	<b>Gelastocoridae</b>	<b>Hydrophilidae</b>	<i>Petrophila</i>
<b>ODONATA</b>	<i>Gelastocoris</i>	<i>Anacaena.</i>	<b>DIPTERA</b>
<b>ANISOPTERA</b>	<b>Gerridae</b>	<b>Lutrochidae</b>	<b>Athericidae</b>
<b>Gomphidae</b>	2 géneros?	<i>Lutrochus</i>	<i>Suragina</i>
<i>Agriogomphus</i>	<b>Hebridae</b>	<b>Limnichidae</b>	<b>Ceratopogonidae</b>
<i>Epigomphus</i>	<i>Hebrus</i>	<b>Psephenidae</b>	<i>Probezzia</i>
<i>Erpetogomphus</i>	<b>Mesoveliidae</b>	<i>Psephenops</i>	<b>Chironomidae</b>
<i>Perigomphus</i>	<i>Mesoveloidea</i>	<b>Ptilodactylidae</b>	1 Género?
<i>Progomphus</i>	<b>Naucoridae</b>	<i>Anchytarsus</i>	<b>Simuliidae</b>
<b>Libellulidae</b>	<i>Ambrysus</i>	<b>Staphylinidae</b>	<i>Simulium</i>
<i>Brachymesia</i>	<i>Cryphocricos</i>	Género?	<b>Tipulidae</b>
<i>Brechmorhoga</i>	<i>Limnocoris</i>	<b>TRICHOPTERA</b>	(Limoniidae)
<i>Macrothemis</i>	<b>Nepidae</b>	<b>Calamoceratidae</b>	<i>Hexatoma</i>
<i>Neocordulia</i>	<i>Ranatra</i>	<i>Phylloicus</i>	

Cuadro 5. Calidad del agua del río Pirre utilizando el BMWP-Panamá.

FUERA DEL PND			DENTRO DEL PND		
Gira 1	Gira 2	Gira 3	Gira 1	Gira 2	Gira 3
190	166	112	180	180	170

## **CONCLUSIONES**

La calidad del agua para el río Pirre, basado en los índices BMWP utilizados, es excelente dentro del PND y en su área de amortiguamiento.

Los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera fueron muy abundantes o diversos, indicando la excelente calidad biológica del agua para el río Pirre.

Los órdenes Ephemeroptera (21 géneros), Odonata (17) y Trichoptera (14) fueron los mejor representados en cuanto al total de géneros encontrados para cada orden.

Se sugiere que los programas de conservación en el PND están contribuyendo al excelente estado de conservación del río Pirre.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al personal de The Nature Conservancy (TNC), Embajada de los Estados Unidos de América en Panamá, Ministerio de Economía y Finanzas, República de Panamá (MEF), FUNDES, Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), Colegio de Biólogos de Panamá (COBIOPA), Cámara Americana de Comercio e Industrias de Panamá (PANACHAM), NATURA y Museo de Invertebrados G. B. Fairchild, Universidad de Panamá (MIUP) por el apoyo brindado. A Carlos Guerra y Ruby Caballero, COBIOPA, por toda la asistencia brindada. A Aydeé Cornejo, Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, por facilitarnos literatura con los índices BMWP. Esta investigación se realizó con dineros del FONDO DARIÉN, con el apoyo de la Fundación NATURA, coordinado por COBIOPA y ejecutado por el personal del MIUP.

## **REFERENCIAS**

Bonada, N., N. Prat, V. H. Resh, & B. Statzner. 2006. Developments in Aquatic Insect Biomonitoring: A Comparative Analysis of Recent Approaches. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 495–523.

Brown, H. P. 1970. A key to the dryopid genera of the New World (Coleoptera, Dryopoidea). Entomol. News 81: 171-175.

Cambra, R. A. & L. Barría, 2014. Insectos acuáticos como indicadores de la calidad del agua del río Perresénico, Parque Nacional Darién, República de Panamá. Scientia 24(2): 57-70.

Contreras-Ramos, A. & S. C. Harris. 1998. The immature stages of *Platyneuromus* (Corydalidae), with a key to the genera of larval Megaloptera of Mexico. J. North Am. Benthological Soc. 17(4): 489-517.

Fischer, S., D. Pereyra, & L. A. Fernández. 2012. Predation ability and non-consumptive effects of *Notonecta sellata* (Heteroptera: Notonectidae) on immature stages of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). J. Vect. Ecol. 37: 245-251.

Fischer, S., G. Zanotti, A. Castro, L. Quiroga & Vázquez-Vargas, D. 2013. Effect of habitat complexity on the predation of *Buenoa fuscipennis* (Heteroptera: Notonectidae) on mosquito immature stages and alternative prey. J. Vect. Ecol. 38 (2): 215-223.

Flowers, R. W. & C. De La Rosa. 2008. Ephemeroptera, p. 63-93. En: Springer, M., Ramírez, A., Hanson, P. 2010 (eds.). Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos, métodos de recolección, biomonitoreo acuático Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera. Rev. Biol. Trop. 58(4): 1-240.

Hungerford, H. B. & R. Matsuda. 1960. Keys to subfamilies, tribes, genera and subgenera of the Gerridae of the World. Univ. Kans. sci. bull. 41(1): 1-690.

Medianero, E. & M. Samaniego. 2004. Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el río Curundú, Panamá. Folia Entomol. Mex. 43(3): 279-294.

Merritt, R. W., K. W. Cummins & M. B. Berg. 2008. *An Introduction to the aquatic insects of North America*. Cuarta edición. Kendall/Hunt Publishing. 1,158 págs.

Ministerio Nacional de Ambiente y Energía (MINAE). 2007. Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales: Capítulo IV: Monitoreo Biológico. *La Gaceta Diario oficial*, 178: 3-4.

Quintero, D. & A. Aiello, 1992. *Insects of Panama and Mesoamerica: Selected Studies*. Oxford University Press, Oxford. 692 págs.

Resh, V. H., 2008. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 138: 131–138.

Roldán, G. 2003. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP-Colombia*. Universidad de Antioquia, Medellín, 170 págs.

Springer, M., A. Ramírez & P. Hanson. 2010. Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos, métodos de recolección, biomonitoreo acuático Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera. *Rev. Biol. Trop.* 58(4): 1-240.

Usinger, R. L. 1945. Notes on the genus *Cryptostemma* with a new record for Georgia and a new species from Puerto Rico. *Entomol. News* 56: 238-241.

*Recibido mayo de 2014, aceptado noviembre de 2014.*