



CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN LA PARTE MEDIA-BAJA DEL RÍO SANTA MARÍA, PROVINCIA DE VERAGUAS, REPUBLICA DE PANAMÁ

¹Roberto C. Lombardo y ²Viterbo E. Rodríguez

¹Graduate School of Fisheries Science, Department of Marine Biology and Biodiversity, Hokkaido University, Minato-cho, Hakodate, 041-0821, Japan, e-mail: rlombardo09@gmail.com

²Universidad de Panamá, Sede Veraguas, Escuela de Biología. Tel. 958 7623.

RESUMEN

Se determinó la calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María, a través del estudio de las comunidades de insectos acuáticos presentes en este río. Durante los meses de abril de 2002 a abril de 2003, se obtuvieron en cada una de las 13 estaciones de muestreo, valores para la calidad biológica del agua aplicando el índice BMWP'. Además se midió la conductividad, concentración de oxígeno disuelto, salinidad y temperatura del agua. Estos parámetros mostraron que en el cauce principal del río Santa María las condiciones son estables. Sin embargo, la calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María se clasifica como crítica.

PALABRAS CLAVES

Río Santa María, calidad biológica, insectos acuáticos, parámetros fisico-químicos, índice BMWP'.

ABSTRACT

During april 2002 to april 2003, biological water quality in the Santa Maria River was monitored at 13 sampling stations along 50 km of the mid-low section. Values for the biological water quality were calculated using the BMWP' index. Physical & chemical parameters were also observed. Although parameters indicated stable conditions, biological water quality represents a limiting factor for the establishment and normal development of aquatic insect communities.

KEYWORDS

Santa Maria River, biological quality, water insects, physical & chemical parameters, BMWP' index.

INTRODUCCIÓN

El término calidad biológica del agua, surge al analizar la capacidad de ecosistemas acuáticos para mantener comunidades biológicas en dichos ecosistemas. Este parámetro, puede estimarse al estudiar la composición, y estructura de las comunidades (Alba-Tercedor 1996; Roldán 1988), a la vez, existen métodos analíticos para determinar la calidad del agua, basados en parámetros que definen los diferentes usos que se le pueden dar al agua. Las cualidades intrínsecas de estos métodos, les hacen muy puntuales, aunque no se desestima su valor (Alba-Tercedor 1996; Roldán 1988). En ecosistemas acuáticos se desarrollan comunidades de insectos que dependen de las características fisico-químicas del agua. Dichas comunidades pueden ser impactadas por eventos naturales (caudal, tasas de sedimentación) o antropogénicos (deforestación, extracción de sustrato, descargas orgánicas, erosión), que alteran la calidad del agua (Roldán 1988). Cambios en la presencia o ausencia, número, morfología, fisiología o comportamiento de la comunidad bioindicadora, se reconocen como indicadores de trastornos en las condiciones fisico-químicas preferidas por los individuos en la comunidad (Resh & Rosenberg 1983). Tras un evento de perturbación, las comunidades de insectos acuáticos requieren de un tiempo mínimo de recolonización, estimado en un mes o más, por lo que los efectos de dichos eventos pueden detectarse varias semanas o incluso meses después, a través del uso de índices biológicos (Alba-Tercedor 1996). Al utilizárseles en índices biológicos, las comunidades de insectos acuáticos, sirven como monitores que detectan grados de contaminación que sufren los ríos donde variables fisico-químicas, como temperatura y turbidez, son factores limitantes (Armitage et al., 1983; Hellawel 1986; Roldán 1988; Alba-Tercedor 1996).

En Panamá, análisis fisico-químico y la demanda biológica de oxígeno (DBO) son comúnmente utilizados para determinar la calidad del agua. En este estudio se midió la calidad biológica utilizando insectos acuáticos, basado en la metodología del índice BMWP', el cual, provee una visión general de la calidad biológica del agua en ríos,

frente al impacto producido por descargas de efluentes, en base a la tolerancia de las comunidades de insectos acuáticos contra la contaminación orgánica (Armitage et al., 1983; Alba-Tercedor 1996). Se decidió adaptar el índice BMWP' para realizar este estudio, ya que, existe considerable información sobre la entomofauna asociada a los ríos y quebradas de Veraguas (Rodríguez & Bonilla 1999; Quiróz & Villar 1999; Rodríguez et al. 2000; Rodríguez & Sánchez 2001; Rodríguez & León 2003; Rodríguez & Mendoza 2003).

La parte media baja del río Santa María, es donde se encuentra localizada la toma de agua cruda que suple la planta potabilizadora en Santiago de Veraguas. Asentamientos humanos y agroindustria dependen del suministro de agua que brinda el río Santa María, por lo que es importante conocer la calidad biológica del agua, ya que así, se podrían tomar medidas respecto al manejo del recurso y orientar su uso en forma sostenible. Por lo que este trabajo tuvo como objetivo determinar la calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María utilizando el índice BMWP' y a la vez complementar dicho índice con mediciones de los parámetros fisico-químicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La parte media-baja del río Santa María se localiza en la vertiente Pacífica de Panamá, cuenca 132. El río Santa María nace en el Distrito de Santa Fe, a 1,300 msnm. Fluye de norte hacia el sudeste. Recorre 148 km aproximadamente desde su origen hasta su desembocadura en el Golfo de Parita, provincia de Herrera (Universidad de Panamá 1972). (Fig. 1).

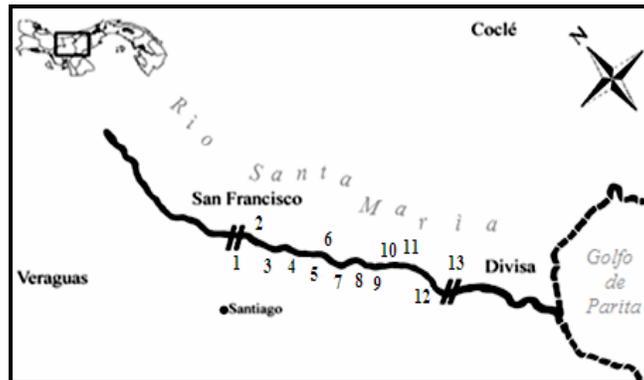


Fig. 1. Diagrama de la parte media-baja del río Santa María, Veraguas Panamá.

Se establecieron 13 estaciones de muestreo, a lo largo de 50 Km de trayecto en la parte media-baja del río Santa María, asegurando la mayor cantidad posible de hábitats para la comunidad de insectos acuáticos. La selección de localidades se dio en base a conocimiento previo de la ubicación de asentamientos humanos y agroindustria, también, áreas accesibles con poca actividad humana a orillas del río. Las estaciones comprenden la sección del río incluida entre las localidades de San Francisco (puente sobre río Santa María - vía San Francisco) y el Puente sobre el río Santa María en Divisa. Las estaciones de muestreo se ubican en: (1) Puente - balneario Vía San Francisco (2) Toma de agua IDAAN- Veraguas (3) El Zapote (4) Finca cañera Ingenio La Victoria (5) Pueblo Nuevo (6) Las Palmas - Posada Ingenio La Victoria (7) Tierra Hueca-Los Panamaes (8) Finca Ballesteros (9) Desembocadura del río San Juan (10) La Raya de Santa María- Isla Pollo (11) La Huaca (12) Toma de agua INA (13) Sendero ecológico INA- Puente sobre río Santa María, Divisa. (Fig. 1).

Colecta de especímenes

Se realizaron muestreos desde abril del 2002 hasta abril del 2003, con tres colectas mensuales. Se mantuvo un esfuerzo de captura uniforme en toda estación, donde dos personas colectaron insectos acuáticos, siguiendo la metodología descrita por Alba-Tercedor (1996). Se utilizaron redes tipo D-Net (500 μ) y pinzas entomológicas para capturar insectos acuáticos en los diferentes sustratos. Los ejemplares fueron preservados en alcohol al 95 % más una gota de glicerina. Las colectas promediaron 45 a 60 minutos de duración en cada estación. Posteriormente, los insectos colectados fueron cuantificados e identificados con las claves de Roldán, 1988; Novelo-Gutiérrez, 1997a, 1997b; Westfall 1988; Edmunds 1988; Wiggins 1988; White et al., 1988; Polhemus 1988; Evans & Neuazig 1988.

Determinación de la calidad biológica BMWP'

Cada familia de insecto acuático identificada y presente en la tabla de puntuaciones del índice BMWP' (Alba-Tercedor 1996), se le asignó la puntuación correspondiente. Las familias encontradas en nuestro estudio que no aparecían en dicha tabla, se les asignó puntuaciones basadas en el conocimiento de las condiciones del medio acuático que se tienen para dichas familias en Veraguas y otras localidades, como Colombia y Norte América. Luego de asignar estos valores, se

sumaron las puntuaciones de cada familia por estación. El valor calculado por la suma total de las puntuaciones en cada estación se comparó con la tabla de clases de calidad biológica del agua, propuesta en el método BMWP' Alba-Tercedor (1996), para establecer la calidad biológica en cada estación de muestreo.

Cuadro 1. Significado de los valores BMWP' y colores a utilizar para representación cartográfica (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega,1988; Alba-Tercedor, 1996; Alba-Tercedor y Pujante, 2000).

Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
I	Buena	> 150 101-120	Agua limpia, no contaminadas. No alteradas de modo sensible.	Azul
II	Aceptable	61-100	Evidentes efectos de contaminación	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Parámetros físico químicos

Durante la colecta de insectos acuáticos en cada una de las estaciones de muestreo, simultáneamente se realizó la toma de datos de las variables físico-químicas del agua (oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, conductividad). Para lo cual se utilizó un salinómetro YSI 30 y oxigenómetro YSI 55.

RESULTADOS

Colecta de especímenes

De la colecta de insectos acuáticos, 56 géneros representados en 32 familias y 7 órdenes fueron observados. El orden mejor representado fue Hemíptera con 17 géneros y 10 familias. Odonata, 15 géneros y 6 familias, Ephemeroptera, 10 géneros y 5 familias, Coleoptera 7 géneros y 5 familias, Trichoptera 3 géneros incluidos en 2 familias, Díptera con 3 géneros y 3 familias; mientras que el orden Neuroptera solo fue representado por una familia y un género. (Véase lista completa de las familias y géneros de insectos acuáticos asociados a la parte media-baja del río Santa María en Lombardo & Rodríguez 2007).

Calidad biológica

Desde la estación 1 (Puente-balneario San Francisco), hasta la estación 4 (Finca Ingenio La Victoria), acorde a la puntuación BMWP', corresponde a una calidad de agua dudosa (Cuadro 1). De la estación 5 (Pueblo Nuevo), a la 11 (La Huaca), la calidad biológica del agua es crítica. En la 12 (Toma de agua INA) resultó muy crítica y en la estación 13 (Sendero ecológico INA), la calidad biológica resultó crítica. En promedio la parte media-baja del río presenta una calidad biológica del agua crítica (Cuadro 2). La calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María, presenta un gradiente de calidades que decrece a medida que se avanza aguas abajo, a través de las estaciones 1 a la 13. Se obtuvo adicionalmente, que no existe diferencia significativa entre la calidad biológica del agua en alto cauce y bajo cauce $P > 0.05$ (Mann-Whitney, U test).

Cuadro 2. Calidad biológica del agua en parte media-baja del Río Santa María, Veraguas. BMWP' 2002-2003 por estación.

Estaciones		Valores BMWP'						Promedio	
		Periodos de alto cauce			Periodos de bajo cauce				
Calidad biológica del agua	Dudosa	1 Puente-balneario San Francisco	51	48	46	62	52	33	49
		2 Toma de agua IDAAN	56	48	23	53	59	31	45
		3 El Zapote	68	59	28	41	62	20	46
		4 Finca Ingenio La Victoria	59	63	27	40	49	49	47.8
		5 Pueblo Nuevo	42	28	0	32	25	0	22
	Crítica	6 Quebrada Las Palmas	68	38	0	38	53	0	33
		7 Tierra Hueca- Puente	36	31	0	34	43	26	29
		8 Finca Ballesteros	15	9	6	53	44	42	28
		9 Desembocadura río San Juan	31	3	23	31	50	48	31
		10 La Raya de Santa María	39	9	3	17	45	9	20.3
		11 La Huaca	27	0	0	42	46	49	27.7
		12 Toma de agua INA	36	0	3	22	28	0	15.2
		13 Sendero ecológico INA	28	0	0	31	34	21	19.3
TOTAL								32	

Parámetros físico-químicos

La conductividad promedio del agua fue de $64.52 \text{ mS/cm} \pm 31.23 \text{ sd}$. El promedio de oxígeno disuelto en agua fue de $6.56 \text{ mg/L} \pm 1.49 \text{ sd}$. La temperatura promedió $26.38 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5.58 \text{ sd}$. En cuanto a la salinidad, el promedio para la parte media-baja del río Santa María resultó ser $0.02 \text{ }^\circ\text{‰} \pm 0.033 \text{ sd}$. Las variables consideradas, presentaron valores estables durante el período de muestreo (Fig. 2). Los valores registrados, indican que las condiciones en el cauce principal del río Santa María en su parte media-baja están dentro de lo esperado para sistemas similares.

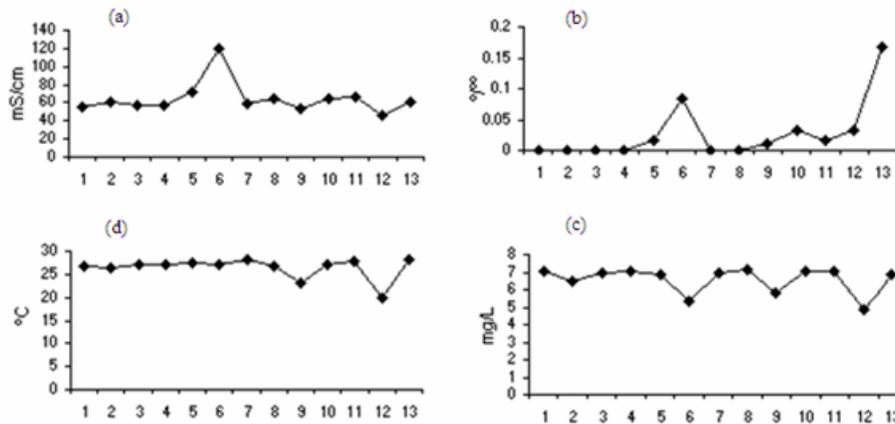


Fig. 2. Parámetros físico-químicos del agua, valores promedio por estación (eje horizontal) en la parte media-baja río Santa María. Conductividad (a), salinidad (b), oxígeno disuelto (c) y temperatura del agua (d).

DISCUSIÓN

De acuerdo con el índice BMWP', la calidad biológica del agua en la cuenca media-baja del río Santa María, está dentro de la categoría dudosa-crítica, lo cual presenta limitantes para el desarrollo normal de la comunidad de insectos acuáticos, propios de ecosistemas similares. Esto podría atribuirse a la presencia de factores ambientales de origen natural, como, el caudal del río, el cual, modifica la disponibilidad y diversidad de hábitats (Alba-Tercedor & Prat 1992; Alba-Tercedor 1996), o de origen antropogénico, debido a la presencia agroindustrial en la región (obs. personal).

Aunque los parámetros físico-químicos medidos en este estudio indican que las condiciones son relativamente estables para este tipo de ecosistema (ISO. 1980a, 1980b; Sánchez & González 1999; Robles & Vega 2004), autores como Armitage et al. (1983) y Alba-Tercedor (1996), afirman que los métodos físico-químicos, nos ofrecen solo una visión puntual de las condiciones existentes y no una perspectiva histórica de la condición de las aguas. Alba-Tercedor (1996) y Kampa et al. (2000) advierten que el índice BMWP', no es estrictamente consistente con parámetros físico-químicos, ya que no existe correlación entre el efecto inmediato de las descargas contaminantes en los parámetros físico-químicos y el impacto acumulativo que se observa en la dinámica poblacional de insectos acuáticos. Esta inconsistencia, puede deberse a que el potencial de dilución del cauce central del río Santa María es altamente dinámico, amortiguando rápidamente cambios en las condiciones físico-químicas de éste (Robles & Vega 2004). Razón por la cual, el volumen del cauce tiene un efecto importante, generando diferencias entre análisis físico-químicos e índices biológicos, lo cual ocurrió en nuestro estudio, sugiriendo que las alteraciones de origen antropogénico pudieran ser, en efecto, de carácter acumulativo en la dinámica poblacional de insectos acuáticos, en tanto que, a través de el uso único de evaluaciones físico-químicas, las alteraciones de origen antropogénico, son difíciles de detectar, ya que presentan un comportamiento efímero que responde a fluctuaciones del cauce. Según Alba-Tercedor (1996), los efectos de dichos cambios, tienen impacto prolongado sobre las comunidades de insectos acuáticos. Tras un evento de perturbación, las comunidades de insectos acuáticos requieren de un tiempo mínimo de recolonización, estimado en un mes o más, por lo que los efectos de dichos eventos pueden detectarse varias semanas o incluso meses después con el uso de índices biológicos (Alba-Tercedor 1996). En el río Santa María no encontramos diferencias significativas en cuanto a la calidad biológica del agua en los periodos de alto y bajo caudal, a pesar de que en el trópico las variaciones estacionales de los organismos acuáticos, dependen del efecto que la época de lluvias o de sequías, tengan sobre el volumen de agua (Wolda 1978).

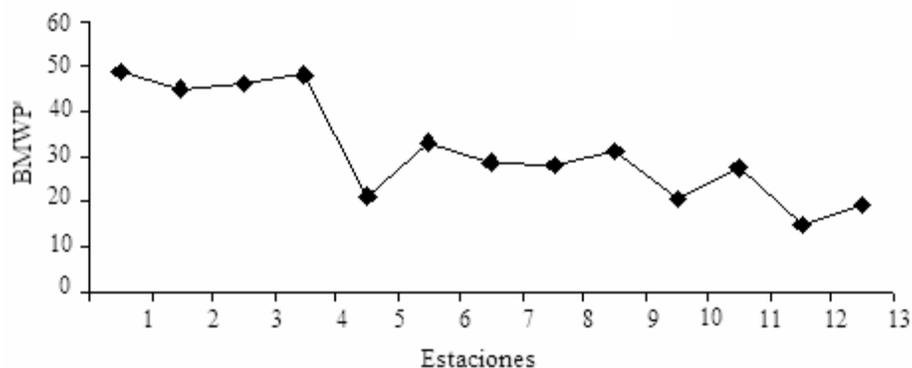


Fig. 3. Valores medios de la calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María, BMWP' Veraguas Panamá.

El río Santa María en su parte media baja, presenta una tendencia de deterioro en la calidad biológica del agua a medida que se avanza aguas abajo. Tal degradación de la calidad biológica del agua (Fig. 3), puede deberse de acuerdo con Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega en Goethals (2002), a que la tendencia natural, en los ríos, es la de perder la calidad biológica de sus aguas a medida que se avanza aguas abajo. La tendencia hacia la disminución en la calidad biológica del agua se agrava en los ríos, que como el Santa María, pudieran encontrarse impactados por agroindustria y asentamientos humanos (Death & Winterbourn 1994; Death 1995; Alba-Tercedor 1996; Townsend et al. 1997; Oroz 1998; Flannery 1999; Alba-Tercedor & Pujante 2000; Figueroa et al. 2000; Kampa et al. 2000; Goethals 2002).

En ríos de tierras bajas, impactados por actividad humana, así como también en la parte media baja del río Santa María, la calidad biológica decrece, cayendo en la categoría crítica. Estudios realizados por Erauskin (1998); Oroz (1998) utilizando el método BMWP', han logrado discriminar entre factores naturales (caudal, tasas de sedimentación) capaces de producir cambios temporales en las condiciones que permiten el desarrollo de comunidades de insectos acuáticos y aquellos factores de origen antropogénico (deforestación, extracción de sustrato, descargas orgánicas, erosión), sugiriendo que en las regiones bajas de los ríos, la mala calidad biológica del agua, es frecuentemente, producto de alteraciones antropogénicas. La baja

calidad biológica del agua en el río Santa María puede deberse, a que una considerable parte del trayecto en la parte media-baja del río Santa María recibe efluentes de tipo doméstico y agroindustrial. Según Flannery (1999), en estudios de este tipo, las localidades más afectadas, están directamente relacionadas a regiones agrícolas y ganadería intensiva, situación observada en el área de estudio.

CONCLUSIONES

Existe un gradiente de calidad biológica del agua en la parte media-baja del río Santa María, el cual decrece a través de las estaciones de muestreo, agrupando las categorías dudosa y crítica, aguas abajo. Por otra parte, las variables fisico-químicas en términos generales mostraron ser relativamente estables durante el periodo de muestreo.

REFERENCIAS

Alba-Tercedor, J. & A. Sánchez-Ortega. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basada en el de Hellawel (1978). *Limnética*. 4:51-56.

Alba-Tercedor, J. & N. Prat. 1992. Spanish Experience In The Use of Macroinvertebrates As Biological Pollution Indicators. Control de la calidad de agua en ríos . CCEE 733-738 Bruselas. Bélgica.

Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV SIAGA*, 2: 203-213.

Alba-Tercedor, J. & B. Pujante. 2000. BMWP', un adattamento spagnolo del British Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System. *Biol. Amb.* 14(2): 65-67.

Armitage, P.D., D. Moss, J.F. Wright & M.T. Furse. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on a macroinvertebrate over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.* 17(3): 333-347.

Death, R. G. & M. J. Winterbourn. 1994. Environmental Stability and Community Persistence - a Multivariate Perspective. *Journal of the North American Benthological Society* 13(2): 125-139.

Death, R. G. 1995. The effect of habitat stability on benthic invertebrate communities: The utility of species abundance distributions. *Hydrobiologia* 317(2): 97-107.

Edmunds, Jr., G. F. 1988. Ephemeroptera. In *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Second Edition. eds Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 94-125 pp.

Erauskin, J. 1998. Los ríos de Gipuzkoa. Estaciones de Aforo y calidad de aguas. *Memorias*. Universidad de Navarra. Gipuzkoako Foru-Aldundia / Diputación Foral de Gipuzkoa. 32 pp.

Evans, E. D. & H. H. Neuazig. 1988. Megaloptera and Aquatic Neuroptera. In *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Second Edition. (Eds) Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 261-270 pp.

Figueroa, R., E. Araya, O. Parra & C. Valdovinos. 2000. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua. VI Jornada del CONAPHI-CHILE, 4 : 10-39.

Flannery, A. 1999. Land use effects on river Avon water quality. *English press for science*. Press bulletin. 12 pp.

Goethals, P. 2002. Data collection concerning macrobenthos. *European Aquatic Modelling Network (EAMN)*. Science press. Bélgica. 82 pp.

Hellawell, J.M. 1986. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. Elsevier, Londres.

ISO. 1980a. *Water quality - Sampling. Part 1: Guidance on the design of sampling programmes*. International Organization for Standarization. ISO 5667/1-1980 (E). :1-13.

ISO. 1980b. Water quality - Sampling. Part 2: Guidance on sampling techniques. International Organization for Standardization. ISO 5667/2-1980 (E). :1-8.

Kampa, E., V. Artemiadou & M.Lazaridou-Dimitriadou. 2000. Ecological quality of the River Axios during spring and summer 1997. Dept. of Zoology, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 54006 Thessaloniki, Greece. Belg. J. Zool., 130: 21-27 pp.

Lombardo, R. & V. Rodríguez. 2007. Entomofauna acuática asociada a la parte media-baja del río Santa María, provincia de Veraguas, Panamá. *Tecnociencia*. 9(1), 89-100.

Novelo-Gutiérrez, R., 1997a. Clave para la determinación de familias y géneros de náyades de odonata de México Parte II. *Anisoptera. Dugesiana*, 4(2): 31-40.

Novelo-Gutiérrez, R., 1997b. Clave para la separación de familias y géneros de náyades de odonata de México Parte I. *Zigoptera. Dugesiana*, 4(1): 1-10.

Oroz, I. 1998. Estudio de la calidad del agua de los ríos de Gipuzkoa. Informe. Año 1998. Universidad de Navarra. Gipuzkoako Foru-Aldundia/Diputación Foral de Gipuzkoa. 64 pp.

Polhemus, J. T. 1988. Aquatic and Semiaquatic Hemiptera. In *An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Second Edition.* (Eds) Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 231-260 pp.

Quirós, T. & E. Villar. 1999. Estudio Taxonómico de Insectos Acuáticos del Ciruelito del Distrito de Atalaya, provincia de Veraguas, República de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Escuela de Biología, Universidad de Panamá. 77 pp.

Resh, V. H. & D. M. Rosenberg. 1983. *The ecology of aquatic insects.* Praeger. 625 pp

Robles, Y. & A. J. Vega. 2004. Caracterización físico, química y biológica de la parte media-baja del Río Santa María, Veraguas, Panamá. *Tecnociencia*. 6 (2), 75- 89.

Rodríguez, V. & E. Bonilla. 1999. Estudio Taxonómico de la Comunidad de Insectos Acuáticos en Los Corrales, Distrito Cabecera de San Francisco, Provincia de Veraguas, República de Panamá. *Scientia*. 14(2), 65-77.

Rodríguez, V., M Barrera. & A. Delgado. 2000. Insectos acuáticos de la Quebrada El Salto, en Las Palmas de Veraguas, Panamá. *Scientia*. 15(1).

Rodríguez, V. & N. Sánchez. 2001. Entomofauna Acuática asociada al Río Santa Clara en Veraguas, República de Panamá. *Tecnociencia*. 3(2), 73- 87.

Rodríguez, V. & H. León. 2003. Insectos acuáticos asociados al río Tribique en el Distrito de Soná, provincia de Veraguas. *Tecnociencia*. 5(1), 51-64.

Rodríguez, V. & M. Mendoza. 2003. Entomofauna acuática asociada al río Agué, en la Mesa, Veraguas, Panamá. *Tecnociencia*. Vol. 5 (2), 109 –118.

Roldán, G. 1988. Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos. Dep. de Antioquia, Fondo para la Protección del Medio ambiente. Bogotá, Colombia. 220 pp.

Sánchez, C., M. & H. González Z. 1999. Evaluación del efecto generado por la extracción de arena sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad físico- química del agua en el río Los Robles, departamento del Cauca. *CESPEDECIA*. V 23: 79-97.

Townsend, C. R. & M. R. Scarsbrook. 1997. Quantifying disturbance in streams: alternative measures of disturbance in relation to macroinvertebrate species traits and species richness. *Journal of the North American Benthological Society* 16(3): 531-544.

Universidad de Panamá. 1972. Diccionario geográfico de Panamá. Editorial Universitaria cuatro tomos.

Westfall, Jr., M. J. 1988. Odonata. In An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Second Edition. (Eds) Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 126-176 pp.

White, D. S., W. N. Brigham & J. T. Doyen. 1988. In An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Second Edition. Eds. Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 361-437 pp.

Wiggins, G. B. 1988. Trichoptera. In An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Second Edition. Eds. Merritt R. W. And Cummins, K. W. Debuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company. 270-311 pp.

Wolda, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insect. J. Anim. Ecol. 47:360-381.

Recibido enero de 2007, aceptado agosto de 2007.