

# Calidad biológica del agua de la microcuenca Perejil, La Libertad - Perú. 2012

Water biological quality of the Perejil microbasin.

La Libertad - Perú. 2012

<sup>1</sup>José Luis Polo Corro<sup>a</sup>, <sup>2</sup>Manuel Emilio Hora Revilla<sup>a</sup>, <sup>2</sup>Walter Pereda Ruiz<sup>b</sup>  
<sup>1</sup>Carmen Santoyo Burgos<sup>c</sup>

## RESUMEN

En Junio del 2012, se llevó a cabo la caracterización biológica de 7 estaciones de muestreo, distribuidas en el curso la microcuenca Perejil, localizada al norte del Perú, en la Región la Libertad, desde los 1844 - 3965 msnm, se analizaron parámetros biológicos a través de la identificación de los macroinvertebrados bentónicos in situ, así como ex situ. Las aguas superficiales de esta microcuenca muestran fluctuaciones altas por perturbaciones producto de la actividad agropecuaria, que arrastra sedimentos desde fuentes difusas como tierras agrícolas y poco forestadas, poblaciones y minería informal.

Se identificaron 22 familias de macroinvertebrados, estableciéndose que la calidad de agua de la microcuenca Perejil, basado en el Índice Biótico para los ríos del norte del Perú nPeBMWP, mostrando dos estaciones de muestreo que eran puntos de control (E-1 y E-7) con calidad Aceptable, mientras que en las restantes (E-2, E-3, E-4, E-5 y E-6) la calidad varía desde Regular a Pésima.

En general estos ríos están siendo alterados debido a las actividades mineras, gandería y agricultura, así como a la mala disposición de los residuales de los centros poblados.

**Palabras clave:** Índice biológico, macroinvertebrados, nPeBMWP, Perejil, microcuenca.

## ABSTRACT

In June 2012, was conducted biological characterization of 7 sampling stations distributed in the micro watershed during Perejil, located in northern Peru, in the region of La Libertad, from 1844-3965 masl, biological parameters were analyzed through identification of benthic macroinvertebrates in situ as well as ex situ. Surface waters in this micro watershed show high fluctuations by perturbations product of agricultural activity, which carries sediment from diffuse sources such as agricultural land and little forested, populations and informal mining.

We identified 22 families of macroinvertebrates, establishing that the water quality of the micro watershed Perejil, based on the biotic index for rivers in northern Peru nPeBMWP, showing two sampling stations were checkpoints (E-1 and E-7) with acceptable quality, while the remaining (E-2, E-3, E-4, E-5 and E-6) the quality varies from Fair to abysmal.

In general these rivers are being altered due to mining, ranching and agriculture, as well as the unwillingness of the residual population centers.

**Keywords:** biological index, macroinvertebrates, nPeBMWP, Perejil, micro watershed.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Jaén

<sup>2</sup>Asociación Marianista de Acción Social AMAS

<sup>a</sup>Biologo <sup>b</sup>Sociologo <sup>c</sup>Ing. Químico

## INTRODUCCIÓN

La degradación de los recursos acuáticos es motivo de preocupación del hombre en las últimas décadas, ya que el agua es un recurso natural limitado y en situación de escasez (Dourojeanni, 2008). Por esta razón, existe un creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, desarrollando criterios físicos, químicos y biológicos que permitan estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas (Norris & Hawkins, 2000).

La pérdida de la calidad ecológica natural de una cuenca y del agua ribereña se produce por diversas acciones que se pueden dar conjuntamente y que de forma resumida se pueden agrupar en: a) Destrucción del hábitat, por la canalización de los ríos y destrucción del bosque de ribera, su represamiento, así mismo, el incremento de la explotación de aguas subterráneas provoca la desaparición de muchas fuentes y ello afecta a los ríos, b) Cambios en el funcionamiento de los ecosistemas por contaminación (aumento de la temperatura, acidificación, aporte de sólidos en suspensión y de materiales orgánicos, pesticidas, nitratos, etc), c) Eutrofización por aportes de nutrientes, (especialmente el nitrógeno y el fósforo) procedentes de cultivos, residuos domésticos o ganaderos, d) Cambios de uso del territorio en la cuenca con aporte de sedimentos y contaminación difusa, e) Traspases o derivaciones de agua (Suárez et al, 2002).

En nuestro país, numerosos ríos y lagunas de la costa, sierra y selva están alterados en su capacidad física, química y biológica; así podemos citar el río Rímac (Guerrero, 1990); Cañete (Ramos y Echegaray, 1983); Ilo (Perú, 1986); Laguna Yanacocha (Montalvo y Nakamura, 1986); Amazonas (Wissmar et al., 1981), Moche (Malca, 1997). Utilizados estos sistemas acuáticos, como depósito final de la evacuación de aguas residuales de las empresas industriales, mineras y domésticas (Montalvo y Nakamura, 1986).

En la actualidad las riberas de los ríos del Perú se encuentran en un estado de degradación general, así por ejemplo las microcuencas del Alto Chicama; importante en el norte del país por irrigar, grandes áreas en la parte inferior de la Región de La Libertad, viene padeciendo numerosas alteraciones de origen antrópico como: vertidos de numerosas

pequeñas y grandes mineras informales y formales, orgánicos de poblaciones rurales, regulación de caudales para uso agrícola, alteración del bosque de ribera, movimiento de los suelos agrícolas (Medina, 2007). En el Perú, la implementación de metodologías, con énfasis en la caracterización de los componentes biológicos, aun no están estandarizadas para su aplicación en la gestión del agua (Medina, 2006). El objetivo del presente trabajo es determinar la calidad del agua de la microcuenca Perejil, del Alto Chicama, en La Libertad; en base a la caracterización de los parámetros biológicos presentes, empleado como medida la composición y abundancia de la fauna bentónica de macroinvertebrados en un intento por aplicar estas metodologías de evaluación, para determinar el estado de salud en las cuencas en el norte del Perú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Ubicación geográfica de la microcuenca:*

La microcuenca Perejil, se encuentra en el Alto Chicama, en la región La Libertad. La microcuenca Perejil tiene entre sus principales afluentes al río Canibamba, quebrada Huacamochal y quebrada la Fundición. Las estaciones de muestreo se seleccionaron de acuerdo a la influencia de la Minera Barrick Misquichilca y otras estaciones de muestreo sin influencia, utilizándose como puntos de control o sin influencia E1 y E7. (Fig. 1)

### *Reconocimiento y muestreo:*

La presente investigación se realizó en una excursión de campo el día 14 de junio del 2012 en la cual se realizó el muestreo. En 7 estaciones de muestreo, entre los 1844 - 3965 msnm, entre los paralelos 9119034 y 9140160S; y 0789943 y 0802075 W, distribuidas en el curso principal del río, como en sus principales afluentes.

La muestra de macroinvertebrados bentónicos, estuvo constituida por dos réplicas por punto de muestreo, cubriendo una longitud de 500 m. y una hora de esfuerzo, aproximadamente. Asegurándose además un muestreo representativo de todos los microhábitats, con y sin vegetación, zonas de piedras, arenas, en corriente y sin ella, etc. Se muestreó de aguas abajo a aguas arriba, utilizando una malla de 300  $\mu$ m; mediante dos redes semi-triangular "D-net", con los cuales se realizaron "barridos" a lo largo de las orillas con vegetación.

y sin vegetación, zonas de piedras, arenas, en corriente y sin ella, etc. Se muestreó de aguas abajo a aguas arriba, utilizando una malla de 300  $\mu\text{m}$ ; mediante dos redes semi-triangular “D-net”, con los cuales se realizaron “barridos” a lo largo de las orillas con vegetación.

El contenido de cada redada, se vació, en una fuente de color blanco y luego las muestras colectadas fueron almacenadas en envases plásticos de 250 ml., rotulados y fijados en alcohol al 70%, más dos gotas de glicerina. En el laboratorio de Evaluación de Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo se separaron y determinaron con ayuda de un Estereoscopio Olympus, ocular micrométrico, a nivel de Familia utilizando claves taxonómicas (Bouchard, 2004 y Fernandez, 2001).

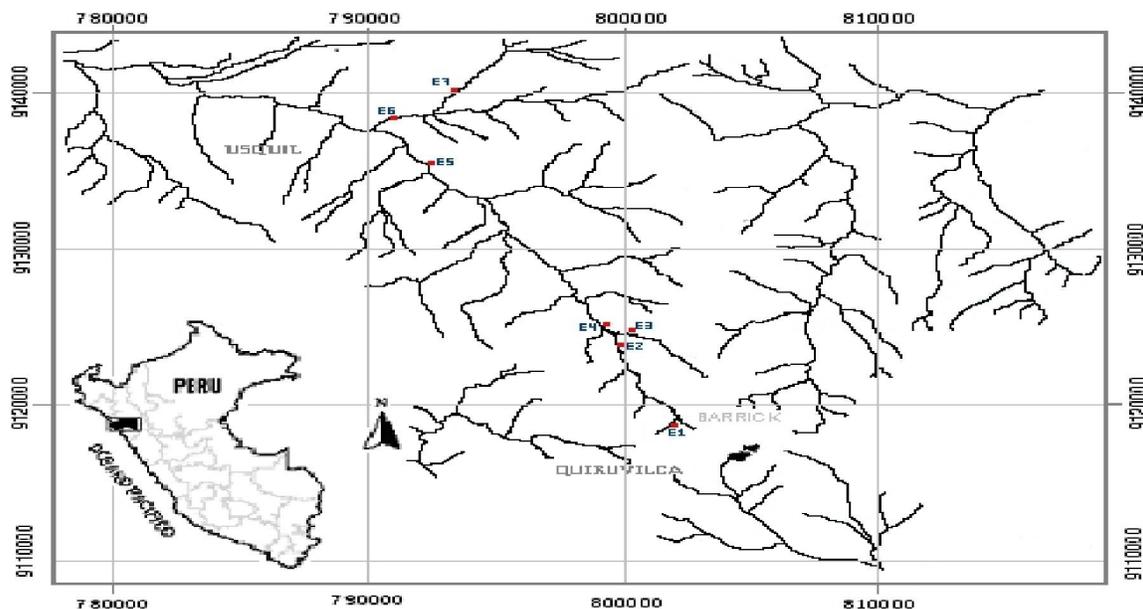


Figura 1. Mapa con la ubicación de las estaciones de muestreo en la microcuenca Perejil. La Libertad. Perú

Tabla 1. Ubicación georeferenciadas y altura de los puntos de muestreo, en la microcuenca Perejil, en el Alto Chicama. La Libertad. 2012.

Microcuenca	EM	DESCRIPCION DE LA ZONA DE MUESTREO	Ubicación Geográfica		Altura m.s.n.m.
			UTM W	S	
Perejil	E1	Quebrada a 30 m antes del encuentro de la naciente con el río Perejil, cerca a Callacuyán	0802075	9119034	3965
	E2	Río Perejil, a la altura del canal El Grillo 2 a Canibamba. San Pedro, canal El Grillo a Canibamba	0799661	9124182	3444
	E3	Río Negro, 300m antes del encuentro con el Perejil, San Pedro.	0800128	9124502	3506
	E4	Río Perejil, 50 m después del encuentro con el río Negro. San Pedro, canal El Grillo o Canibamba.	0799558	9124484	3254
	E5	Río Chicama, altura de fundición Siguis-canal de riego.	0792130	9135442	1982
	E6	A 200 mts. De la mina Shumin, altura del puente	0789943	9137582	1844
	E7	Río Huacachal, altura de bocatoma canal Chambuc	0793512	9140160	2330

EM = Estaciones de Muestreo

UTM = Unities Translators Mercator

### Valoración de la calidad biológica

La calidad biológica se valoró mediante el índice biótico para los ríos del norte del Perú (nPeBMWP) (Medina, 2006), basado en una modificación y adaptación del índice biótico andino (ABI) (Ríos, 2006) y de sus similares elaborados para Inglaterra, (BMWP: Biological Monitoring Working Party Score); España (IBMWP), Colombia (IBMWP/Col), Venezuela (IBMWP (RP-NdS)), Costa Rica (BMWP-CR) y Chile (ChBMWP). Esta metodología está basada en algunas incorporaciones de familias y sus puntajes teniendo como referencia los modelos de Armitage, Sánchez y Alba (Armitage, 1983, Alba & Sánchez, 1988) y los aportes latinoamericanos de Zúñiga de Cardoso (Zúñiga, 2001), Roldán (Roldán,

2003), Sánchez-Herrera (Sánchez Herrera, 2005). El índice biótico para los ríos del norte del Perú (nPeBMWP) (Medina, 2007) y sus similares son índices aditivos que van sumando puntos según el número de familias encontradas, cada una de las cuales tiene un valor numérico del 1 al 10, relacionado con su sensibilidad a la polución. El valor es más elevado cuanto más intolerante es la familia a la contaminación (Prat et al, 2006) (Tabla 2).

Posteriormente se calculó el valor del índice biótico nPeBMWP y se le asignó a cada punto de muestreo una clase de calidad y un código de color sobre la cartografía (ver tabla 3).

Tabla 2. Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para ríos de la costa del norte del Perú (nPeBMWP)

Familias	Puntaje
<i>Helicopsychidae, Calamoceratidae, Odontoceridae, Anomalopsychidae, Blepharoceridae, Polythoridae, Perlidae, Gripopterygidae, Oligoneuridae,</i>	10
<i>Leptophlebiidae, Athericidae, Ameletidae, Trycorythidae</i>	
<i>Leptoceridae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae, Hydrobiosidae, Philopotamidae, Gomphidae, Calopterygidae.</i>	8
<i>Glossosomatidae, Limnephilidae, Leptohiphidae.</i>	7
<i>Ancylidae, Hydroptilidae, Hyaellidae, Aeshnidae, Libellulidae, Corydalidae, Coenagrionidae, Pseudothelphusidae (Decapoda). Amphipoda.</i>	6
<i>Turbellaria, Hydropsychidae, Ptilodactylidae, Lampyridae, Psephenidae, Scirtidae (Helodidae), Elmidae, Dryopidae, Hydraenidae, Veliidae, Gerridae, Simuliidae, Corixidae, Notonectidae, Tipulidae, Naucoridae, Hydrochidae, Planaridae.</i>	5
<i>Hydracarina, Baetidae, Pyralidae, Tabanidae, Belostomatidae, Limoniidae, Ceratopogonidae, Dixidae, Dolichopodidae, Stratiomidae, Empididae, Curculionidae, Haliplidae</i>	4
<i>Hirudinea, Ostracoda, Physidae, Hydrobiidae, Limnaeidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Staphylinidae, Gyrinidae, Dytiscidae, Hydrophilidae, Psychodidae, Hydrometridae, Mesovellidae, Psychodidae.</i>	3
<i>Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Ephydriidae, Gelastocoridae.</i>	2
<i>Oligochaeta, Syrphidae</i>	1

Índice biótico para ríos de la costa del norte del Perú (nPeBMWP), modificado de Medina. (2006)

Tabla 3. Valores del índice biótico para ríos de la costa norte del Perú nPeBMWP según los rangos de calidad (Prat et al., 2000 y Prat et al., 2006.)

CALIFICACION	VALORES	COLOR	Calidad Biológica
Aguas muy limpias	> 100	● Azul	Buena
Aguas con signos de estrés	61-100	● Verde	Aceptable
Aguas contaminadas	36-60	● Amarillo	Regular
Aguas muy contaminadas	16-35	● Naranja	Mala
Aguas extremadamente contaminadas	≤ 15	● Rojo	Pésima

Fuente: Prtetal 2006

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos a continuación en las tablas 4, 5 y Figura 2.

Tabla 4. Taxones capturados en cada estación de muestreo el 14 de junio del 2012.

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7
Hidrophylidae			x 3	x 3			
Sthaphylinidae		X 3					
Elmidae	x 5	X 5		x 5		x 5	
Hydrobiosidae	x 8						X 8
Simuliidae		X 5					X 5
Chironomidae	x 2	X 2			x 2	x 2	X 2
Leptophlebiidae	x 10	X 1					X 1
Baetidae	x 4	X 4	x 4	x 4	x 4	x 4	X 4
Perlidae	x 10						X 1
Gyrinidae					x 3		
Helicopsychidae	x 10						
Hydrachnidae			x 4				X 4
Psychodidae				x 3			X 3
Corydalidae	x 6					x 6	X 6
Tipulidae	x 5	X 5					X 5
Trycorythidae							X 1
Muscidae	x 2						X 2
Dolichopodidae		X 4				x 4	X 4
Hydroptilidae							X 6
Oligochaeta	x 1						
Haliplidae		X 4					
Empididae							X 4
Total de taxones:	1 63	9 4	3 1	4 1	3 9	5 2	15 8

Tabla 5. Valores obtenidos del Índice nPeBMWP mediante el muestreo de la macroinvertebrados bentónica en las 7 estaciones el 14 de junio del 2012.

EM	nPeBMWP	Calidad Biológica	Calificación
E-1	63	● Aceptable calidad	Aguas con signos de estrés
E-2	42	● Regular calidad	Aguas contaminadas
E-3	11	● Pésima calidad	Aguas extremadamente contaminadas
E-4	15	● Pésima calidad	Aguas extremadamente contaminadas
E-5	9	● Pésima calidad	Aguas extremadamente contaminadas
E-6	21	● Mala calidad	Aguas muy contaminadas
E-7	83	● Aceptable calidad	Aguas con signos de estrés

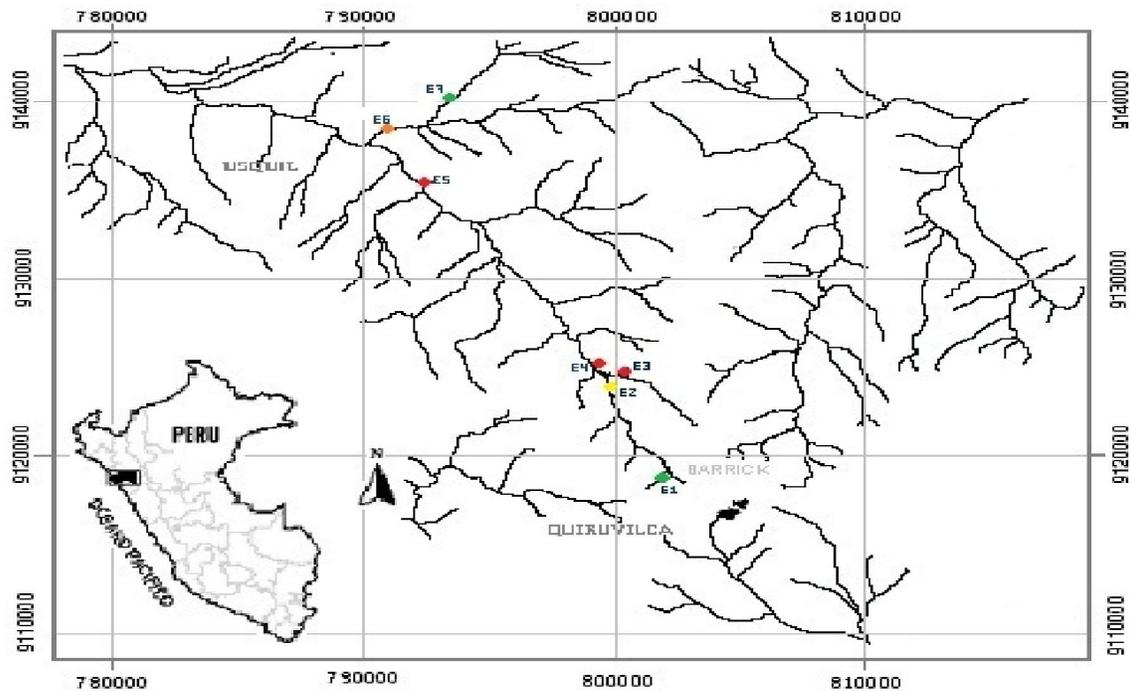


Figura 2. Valores de Calidad Biológica de las aguas medidas con el Índice nPeBMWP en la microcuenca Perejil, durante junio del 2012.

## DISCUSIÓN

Usar como parámetro de evaluación de la calidad biológica a los macroinvertebrados se justifica, debido a su papel central en las corrientes de los ríos, ya que contienen la información sobre la base de la energía del ecosistema, de la salud relativa de la comunidad (muchas o pocas especies), de la diversidad del hábitat, y de la disponibilidad de clases apropiadas de alimento para sostener las poblaciones de peces nativos; pueden ser vistos como integradores de la información sobre la estructura y la función del ecosistema de corriente de agua así como la calidad de esta; además, son excelentes organismos para la investigación por el uso en pruebas biológicas y químicas.

Los macroinvertebrados son agentes ideales de supervisión, utilizando índices bióticos, situación importante por la facilidad con la cual se muestrean en muchas situaciones (Rosenberg & Resh, 1993 y Alba-Tercedor, 1996). Por lo tanto, se puede utilizar un índice biótico a un nivel taxonómico superior como familia, basado en que su aplicación es sencilla, rápida y de bajo costo, permitiendo evaluar la calidad del agua en un período corto de

tiempo, ya que se reduce la complejidad taxonómica, al no requerir claves específicas para la identificación de los insectos, ni el apoyo de expertos en la materia, disminuyendo el costo en términos de tiempo y dinero (Leiva, 2004).

El establecimiento de una comunidad específica de macroinvertebrados bentónicos en un cuerpo de agua, depende de los factores físicos, químicos y biológicos que ocurren en ese cuerpo de agua. Los resultados obtenidos demuestran que la presencia de taxas como Leptophlebiidae, Perlidae y Trycorytidae (Norris, 2000), se producen en sitios con buenas condiciones ecológicas, como en las estaciones de muestreo E-1 y E-7, mientras que la presencia de otros taxas como los Chironomidae y Psychodidae, parecen indicar la existencia de un cierto deterioro y es propia de zonas con condiciones ecológicas desmejoradas, como en algunas de las estaciones de muestreo de la microcuenca Perejil.

Zamora-Muñoz et al. 1995, demostraron que los juicios de calidad elaborados con el IBMWP son independientes de la estacionalidad, hecho que sugiere la simplificación de los muestreos anuales. La intercalibración y selección de un protocolo de muestreo para evaluar el estado o calidad ecológica de un río, es un paso importante a tener en cuenta antes de empezar cualquier estudio a gran escala, ya que no todos los métodos son igualmente aplicables en cada zona y escala (Wright *et al.*, 2000) y además, los objetivos bajo los cuales estos métodos fueron diseñados, pueden no ser los mismos (Barbour *et al.*, 1999).

Aunque los criterios para la determinación de la calidad biológica, están basados en parámetros biológicos y son relativos a las condiciones de referencia de cada grupo de puntos o tipo de río (D.O.C.E. 2000), una localidad de referencia se define como el estado que ha existido antes de las perturbaciones humanas que hayan alterado de manera significativa las características naturales de un río.

La mayor parte de los segmentos de la microcuenca hidrológica Perejil evaluada (1844 hasta 3965 msnm), están afectados por perturbaciones humanas de diferente tipo, hecho que ha dificultado encontrar estaciones de referencia en la zona de estudio y poder discriminar las clases de la calidad biológica; sin embargo, sí se ha conseguido encontrar estaciones de referencia, considerando que son estaciones adyacentes no influenciadas; ya que de las 7 estaciones de muestreo seleccionadas, 2 de ellas son de calidad biológica Aceptable (E-1 y E-7). Considerando que, aun para los expertos, se les presentan algunos problemas para establecer los límites entre una categoría de calidad de agua y otra, los cuales proponen establecer rangos para los límites de las diferentes categorías y desarrollar criterios biológicos para la evaluación de la calidad de las aguas a nivel regional.

La microcuenca Perejil en los puntos P- 1 y E -7 la calidad de agua que de obtuvo fue de aceptable (con signos de estrés). En punto más alto de la microcuenca Perejil fue la estación de muestreo E-1 ubicado en la cabecera del río Perejil, la disminución de la calidad de aguas, podría deberse a que aguas arriba de este punto se han incrementado considerablemente las actividades de pastoreo; en el caso de la estación de muestreo E- 7, podría deberse a que aguas arriba de estos puntos (ubicados a la altura

del poblado de Coina en la cuenca del río Chambuc) se han ubicado pequeños extractores informales de oro que estarían utilizando elementos en el agua, que afectan la subsistencia de los macroinvertebrados.

En las estaciones de muestreo E-2, E-3, E-4; E-5 y E-6, la calidad de agua se encuentra entre Regular Calidad (aguas contaminadas) y Pésima Calidad (aguas extremadamente contaminadas); esto podría deberse a que en esta microcuenca se extrae carbón de piedra de manera artesanal; en la actualidad son pequeños extractores los que se dedican a esta actividad y están organizados en pequeñas asociaciones. Si bien es cierto que el carbón en cantidades adecuadas puede ser importante en la purificación del agua, debido a su alta capacidad de adsorción de metales y otras sustancias como desechos orgánicos, en cantidades elevadas resulta perjudicial en el agua porque al incrementar considerablemente la cantidad de sólidos en suspensión evita el ingreso de diversos factores ambientales (como la luz solar) impidiendo el desarrollo formas evolutivas primarias (como las algas) al no poder realizarse procesos fotosintéticos rompiendo cadenas tróficas; por otro lado los procesos extractivos como la minería de carbón implica remoción de tierras lo que podría arrastrar al agua elementos como el mercurio, arsénico, etc. que son altamente tóxicos para la salud humana y para el medio ambiente.

## CONCLUSIONES

- Los macroinvertebrados de las microcuenca Perejil están constituidos por 22 familias; las taxas más abundantes fueron: Baetidae, Chironomidae y Corixidae; y las que se presentaron en menos cantidad fueron Gyrinidae, Helicopsychidae, Tricorytidae, Hydroptilidae, Oligochaeta, Haliplidae y Empididae.
- El índice biótico de calidad del agua para los ríos de la costa norte del Perú (nPeBMWP), basado en la identificación de macroinvertebrados, establece calidades de agua de “Aceptable Calidad” a “Pésima Calidad” para la microcuenca Perejil.

- De acuerdo a los resultados obtenidos se puede apreciar en aquellos puntos donde no interviene la mano del hombre o puntos control, P1 y P7, se obtuvo un mejor puntaje y una mayor cantidad de familias de macroinvertebrados, esto quiere decir que el agua puede estar sometida a un ligero impacto; esto no ocurre en los puntos E-2, E-3, E-4, E-5 y E-6, que tiene influencia de actividades humanas, donde puede observarse que tanto el puntaje como el número de familias de macroinvertebrados fue pequeño.
- El índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*), modificado, adaptado y propuesto, como índice biótico de calidad del agua para ríos del norte del Perú (nPeBMWP), es un método aplicable, como un indicador de la calidad del agua, por la simplicidad del nivel taxonómico requerido (familia) y por el ahorro técnico en términos de tiempo (identificación de insectos) y costos.

## AGRADECIMIENTOS

A mis maestros y guías Dr. César Medina Tafur, Dr. José Mostacero León y Dr. Luis Taramona, por ayudarme la sencillez de la investigación cuando se tiene amigos en el proceso. A María, por su ayuda y apoyo incondicional y a mis amigos de la Asociación Marianista de Acción Social "AMAS".

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba-Tercedor, J. & A. Sánchez-Ortega. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.
- Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería, España: 203-213.
- Armitage, P.; Moss, D.; Wright, J. & M. Furse. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, 17: 333-347.
- Barbour, M. ; Gerritsen, J.; Snyder, B. & J. Stribling. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, 2nd ed. EPA 841-B-99-002. US EPA, Office of Water, Washington D.C., USA.
- Bouchard, Jr. W. *Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest*. University of Minnesota. U.S.A. 2004.
- D.O.C.E. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. D.O.C.E. L 327 de 22.12.00.
- Fernandez R, H y E. Dominguez, 2001. *Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos*. Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.
- Guerrero, M. 1990. *Proyecto Calidad de Agua del río Rimac utilizando bioindicadores*. ONERN. Lima. Perú.
- Leiva, M. 2004. *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la Cuenca del Estero Peu Peu Comuna de Lautaro IX Región, Chile*. Tesis para optar el Grado de Licenciado en Recursos Naturales.
- Malca, L. 1997. *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de contaminación por metales pesados en el río Moche*. Tesis para optar el grado de maestro en ciencias. Universidad Nacional de La Libertad. Trujillo. Perú.
- Medina, C. 2007. *Estado ecológico del río Chicama*. Regiones. La Libertad y Cajamarca. Perú. 2006. Tesis para optar el grado de doctor en Medio Ambiente. Escuela de Postgrado. Universidad Nacional de Trujillo.
- Montalvo, C. YA, Nakamura. 1986. Informe de la comisión a la planta concentradora de shalipayco. Ministerio de Energía y Minas. DAA. Lima. Perú.
- Norris, R. & C. Hawkins. 2000. *Monitoring river health*. *Hydrobiologia* 435: 5-17.
- Perú. 1986. *Estudio técnico ambiental de la unidad cobriza*. Centromin Perú S. A. Oficina de Asuntos Ambientales. Ministerio de Energía y Minas. Lima.

- Prat, N.; Ríos, B.; Acosta, R. & M. Rieradevall. 2006. C.E.R.A..Un protocolo para determinar el ESTADO ECOLÓGICO de los ríos Andinos. Grup de recerca F.E.M. (Freshwater Ecology and Management). Departament d'Ecologia. Universidad de Barcelona. España. Proyecto financiado por: Ministerio de Educación y Ciencia Programa Intercampus (AECI). Disponible en: <http://www.diba.es/mediambiente/ecostrimed.asp>.
- Ríos, B; Acosta, R. & Prat, N. 2006. JNABS. En prensa.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia, propuesta para el uso del método BMWP - COL. Colección ciencia y tecnología. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
- Rosenberg, D. & V. Resh (Eds). 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York, New York, USA.
- Sánchez-Herrera, M. 2005. El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party Score), modificado y adaptado al cauce principal del río Pamplonita norte de Santander. Universidad de Pamplona. Venezuela. Bistua Vol. 3 No. 2. ISSN 0120-4211
- Suárez, M. & M. Vidal-Abarca. 2000. Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR (Munné et al., 1998) a los cauces fluviales de la Cuenca del Río Segura. Tecnología del agua, 201: 33-45.
- Wissmar, R; Richey, J; Stallar, L & J. Edmond. 1981. Plankton metabolism and carbon processes in the Amazon river, its tributaries, and floodplain waters, Perú – Brasil, May – June. EN: Ecology. Washington D. C. USA.
- Wright, J. 2000. An Introduction to RIVPACS. In Assessing the biological quality of fresh waters. RIVPACS and other techniques. J.F. Wright, D.W. Sutcliffe & M.T. Furse (eds.): 1-24. Freshwater Biological Association, Ambleside, UK.
- Zúñiga de Cardoso M (2001): Los insectos como bioindicadores de calidad de agua. Universidad del valle. Departamento de Procesos químicos y Biológicos. Colombia.

**Correspondencia:**

José Luis Polo Corro  
Jr. José de la Torre Ugarte N°1700, Distrito Florencia de Mora  
- Trujillo - La libertad.  
biologopolo@hotmail.com