

## Calidad del agua de la microcuenca del río Pollo - Distrito de Otuzco, empleando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores

Water quality of the Pollo river micro-basin - District of Otuzco, using aquatic macroinvertebrates as bioindicators

Anaís Bejarano Rodríguez<sup>1</sup> | Ing. Jose Alfredo Cruz Monzón<sup>2</sup>

### RESUMEN:

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo, determinar la calidad del agua de la microcuenca del río Pollo - Distrito de Otuzco, empleando como bioindicadores a macroinvertebrados acuáticos. El desarrollo involucró el uso de tres puntos de muestreo (PM), de macroinvertebrados. Para la recolección de las especies, se utilizó la Red D-net, con dos repeticiones por punto de muestreo, siendo además registrados parámetros fisicoquímicos del agua del río Pollo. En total se colectaron 949 macroinvertebrados distribuidos en 5 clases, 11 órdenes y 16 familias. Los resultados de este estudio indicaron que existe similitud en cuanto a la riqueza de macroinvertebrados en los PM1 y PM2 y una diferencia de estos respecto al PM3, además que el punto con mayor abundancia absoluta es el PM3, que la familia Baetidae, presentó la mayor abundancia relativa en los PM1 y PM2 y la familia Cypraeidae, en el PM3. Según el índice de dominancia de Simpson (S) 0.04, en el PM3 significó que existe una mayor dominancia de la familia Cypridae. El análisis de similitud de Jaccard de los taxos fueron:  $J = 0.63\%$  entre PM1 y PM2;  $J = 0.39\%$  entre PM2 y PM3 y entre PM1 y PM3. Las variables fisicoquímicas evaluadas y los resultados obtenidos con los índices bióticos nPeBMWP y Shannon-Wiever indicaron que existen diferencias entre la calidad de agua de los PM1 y PM2 con respecto al PM3.

**Palabras claves:** Calidad de agua, Macroinvertebrados acuáticos, Bioindicadores.

### ABSTRACT:

The present research work had was objective to determine the water quality of the micro river basin of the Pollo River - District of Otuzco, using aquatic macroinvertebrates as bioindicators. The development involved the use of three sampling points (MP), of macroinvertebrates. For the collection of the species, Red D-net was used, with two repetitions per sampling point, also being physicochemical parameters registered of the water of the Pollo river. 949 macroinvertebrates distributed in 5 classes, 11 orders and 16 families were collected. The results of this study indicated similarity in the richness of macroinvertebrates in PM1 and PM2 and a difference of these with respect to PM3, besides that the point with the highest absolute abundance is PM3, which the Baetidae family, had the highest abundance relative in PM1 and PM2 and the family Cypraeidae, in PM3. According to the dominance index of Simpson (S) 0.04, in PM3 meant that there is a greater dominance of the family Cypridae. The Jaccard similarity analysis of the taxa were  $J = 0.63\%$  between PM1 and PM2;  $J = 0.39\%$  between PM2 and PM3 and between PM1 and PM3. The physicochemical variables evaluated and the results obtained with the biotic indices nPeBMWP and Shannon-Wiever indicated that there are differences between the water quality of PM1 and PM2 with respect to PM3.

**Key words:** Water quality, Aquatic macroinvertebrates, Bioindicators.

<sup>1</sup> Universidad César Vallejo - Estudiante de Ingeniería Ambiental.  
E-mail: abejaranorodriguez@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad César Vallejo - Docente y asesor de Ingeniería Ambiental.  
E-mail: ingquimico33@hotmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN:

Los ríos son sistemas naturales que han sido aprovechados por el ser humano a lo largo de la historia, pero en las últimas décadas los aprovechamientos intensos acontecidos en el mundo; han transformado y alterado los ecosistemas fluviales en todo el planeta. En el Perú, el agua superficial sufre el deterioro de la calidad de esta, donde su capacidad física, química y biológica se encuentran alteradas, impidiendo lograr un uso eficiente de este recurso, involucrando el abastecimiento tanto de calidad como cantidad, y por ende en la salud de las personas, las actividades pecuarias, agrícolas y la conservación del medio ambiente (ANA, 2013, p. 66).

La calidad del agua es comúnmente definida por sus características físicas, químicas y biológicas, las cuales reflejan el estado de la misma (Krantzberg, 2010, p. 5). Los macroinvertebrados acuáticos son un método biológico relativamente sencillo, rápido y de bajo costo, para la determinación de la calidad biológica del agua (Rojas, 2016, p. 16). La utilización de estos bioindicadores se fundamenta en el análisis de la perturbación de la comunidad de organismos que radican los ecosistemas fluviales frente a una perturbación (Ladrera, 2012, p. 25).

Teniendo en cuenta el grado de contaminación del recurso hídrico; los macroinvertebrados se agrupan en tres clases: Clase I: Indicadores de aguas limpias; muy sensibles a los cambios; Clase II: Indicadores de aguas medianamente contaminadas y Clase III: Indicadores de medios contaminados (Vergara, 2009, p. 22).

Asimismo existen índices biológicos usados para determinar la calidad del agua que se expresan en forma de un valor numérico, esquematizando las características de las especies presentes en una muestra (Vergara, 2009, p. 27).

En esta investigación se formuló como problema

¿Cuál es la calidad del agua de la microcuenca del río Pollo - distrito de Otuzco, empleando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores?

Para dar respuesta a lo formulado anteriormente la investigación se planteó como objetivo principal: Determinar la calidad del agua de la microcuenca del río Pollo - distrito de Otuzco, empleando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. Y como objetivos específicos; determinar la composición taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos de la microcuenca del río Pollo; estimar la riqueza específica, la abundancia absoluta y relativa de los macroinvertebrados acuáticos presentes en la microcuenca del río Pollo; estimar los índices de diversidad, dominancia y similitud de los macroinvertebrados acuáticos presentes en la microcuenca del río Pollo; determinar la calidad del agua de la microcuenca del río Pollo mediante el índice biológico (nPeBMWP) y comparar los índices biológicos con las variables fisicoquímicas (OD, To, pH, DBO) del agua de la microcuenca del río Pollo.

Es por ello que el presente trabajo de investigación permitirá determinar la calidad del agua de la microcuenca del río Pollo, identificando aquellas especies de macroinvertebrados que se comportan como bioindicadores del recurso hídrico. Estos macroinvertebrados, y algunos parámetros fisicoquímicos, permitirán determinar la calidad del agua. De este modo el presente estudio busca a la vez contribuir con información la cual pueda ser utilizada para la toma de decisiones por parte de las autoridades y a su vez que sirva como un antecedente para llevar a cabo investigaciones futuras.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS:

La presente investigación se realizó mediante un diseño descriptivo. Dónde la población estuvo conformada por los 18 539.83 m de longitud del

agua de la microcuenca del río Pollo ubicado en el distrito de Otuzco. La muestra fue determinada para asegurar el logro de los objetivos; es por ello que se tuvo a bien tomar el punto 1: Agua correspondiente a 100 m de longitud de la parte alta río abajo tomados desde el punto referencial 766336.76E, 9128886.29N; punto 2: Agua correspondiente a 100 m de longitud de la parte media río abajo tomados desde el punto referencial 766919.96E, 9127837.88N y punto 3: Agua correspondiente a 100 m de longitud de la parte baja río abajo tomados desde el punto referencial 768289.16E, 9125986.85N.

Para el muestreo de la calidad del agua se dividió a la microcuenca en tres puntos de muestreo para la colecta de macroinvertebrados y análisis de parámetros fisicoquímicos. Cada punto de muestreo tuvo una longitud aproximada de 100 m; se muestrearon todos los hábitats presentes en cada estación con una red de mano (red D-net), en un lapso de 60 minutos por punto. Los macroinvertebrados colectados se depositaron en recipientes de vidrio, con alcohol al 70%, y fueron trasladados al laboratorio de Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo. A nivel de laboratorio estos se limpiaron de detritus, y determinados haciendo uso de un estereoscopio AmScope con ocular micrométrico, primero a nivel de Orden y posteriormente a nivel de familia utilizando las claves de Huamantínco y Ortiz (2010), Hanson, Springer y Ramirez (2010) y Palma (2013). Para el muestreo de parámetros fisicoquímicos, las muestras se tomaron siguiendo el protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, 2016 (ANA, 2016, p. 24). Para el análisis de datos obtenidos a nivel descriptivo; se utilizó el programa PAST para el cálculo del índice de diversidad Shannon-Wiener, índice de diversidad Simpson ( $C'$ ) y el índice de similitud de Jaccard ( $I_j$ ). Para el cálculo del índice biótico Biolo-

gical Monitoring Working Party modificado para los ríos de la costa norte del Perú nPeBMWP, (Medina, 2007), se sumaron las puntuaciones parciales que se obtienen de la presencia de cada familia en el cuerpo de agua, cada una de las cuales tiene un valor numérico del 1 al 10, relacionado con su sensibilidad a la polución. Finalmente, para el análisis de la calidad del agua se tuvo en cuenta los valores del DS N°004-2017-MINAM. Estándares de la Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 3; Riego de vegetales y bebida de animales.

### III. RESULTADOS:

#### 3.1 Calidad biológica

**Tabla 1.** Composición taxonómica de macroinvertebrados acuáticos encontrados en la microcuenca del río Pollo en el mes de setiembre 2017.

Clase	Orden	Familia
Oligochaeta	Oligochaeta	Lumbriculidae
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae
	Plecoptera	Perlidae
	Trichoptera	Leptoceridae
	Coleoptera	Hydraenidae
		Gyrinidae
		Staphylinidae
	Hemiptera	Gerridae
	Diptera	Ephydriidae
		Chironomidae
		Tabanidae
Tephritidae		
Odonata	Libellulidae	
Entognatha	Collembola	Entomobryidae
Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae
Ostracoda	Podocopa	Cyprididae

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2, el punto con mayor abundancia absoluta fue: PM3 (821 ind./hora de esfuerzo), en oposición al PM2 (55 ind./hora de esfuerzo).

Asimismo los puntos con mayor riqueza fueron PM1 y PM2, dónde se registró una riqueza de 13 taxas en cada punto, por otro lado el punto con menor riqueza fue en el PM3 con 5 taxas.

**Tabla 2.** Abundancia absoluta y riqueza específica de los macroinvertebrados encontrados en cada estación de muestreo en la microcuenca del río Pollo, setiembre 2017.

	PM1	PM2	PM3
Abundancia Absoluta Total (N°Ind/hora de esfuerzo)	73	55	821
Riqueza Específica	13	13	5

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3 muestra la abundancia relativa de cada una de las familias durante el mes de setiembre dónde: la familia Baetidae, presentó la mayor abundancia relativa en los PM1 y PM2 con 58.9% y 30.9%, respectivamente y Cypraeidae, en el PM3 con 96.7%.

**Tabla 3.** Abundancia relativa (%) de los macroinvertebrados encontrados en cada punto de muestreo en la microcuenca del río Pollo, setiembre 2017.

Familia	Abundancia relativa (%)		
	PM1	PM2	PM3
Lumbriculidae	0.0	1.8	0.0
Baetidae	58.9	30.9	1.2
Perlidae	1.4	0.0	0.0
Leptoceridae	4.3	5.5	0.0
Hydraenidae	0.0	1.8	0.0
Gyrinidae	15.1	27.3	0.0
Staphylinidae	1.4	5.5	0.0
Gerridae	1.4	0.0	0.0
Ephydriidae	1.4	3.6	0.1
Chironomidae	2.7	10.9	1.5
Tabanidae	0.0	1.8	0.0
Tephritidae	1.4	1.8	0.0
Libellulidae	2.7	1.8	0.0
Entomobryidae	1.4	0.0	0.0
Lymnaeidae	4.1	5.5	0.5
Cyprididae	4.1	9.1	96.7
Abundancia Relativa Total	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5, según el esquema de clasificación de las aguas contaminadas de acuerdo a los valores del índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) dados por Stub et al. (1970) (Tabla 4), la condición de los PM1 y PM2, fue de contaminación moderada, mientras que PM3 presentó una contaminación severa; en el caso del

índice de dominancia de Simpson ( $S$ ) 0.04, en el PM3, por ser el valor que está más cerca del cero, significó que existe una mayor dominancia de la familia Cyprididae.

**Tabla 4.** Esquemas de clasificación de las aguas contaminadas de acuerdo a los valores del índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), según Staub et al. (1970).

$H'$	Condición
3,0 – 4,5	Contaminación débil
2,0 – 3,0	Contaminación ligera
1,0 – 2,0	Contaminación moderada
0,0 – 1,0	Contaminación severa

Fuente: Correa, 2012.

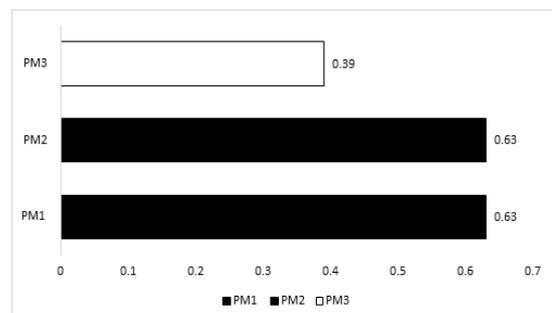
**Tabla 5.** Valores de los índices de Shannon y Simpson en los tres puntos de muestreo de la microcuenca del río Pollo, setiembre 2017.

	PM1	PM2	PM3
Índice de diversidad de Shannon $H'$	1.57	1.96	0.12
Índice de dominancia de Simpson $S$	0.67	0.81	0.04

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1, se muestran los valores de similitud de Jaccard de los tres puntos de muestreo, la asociación de macroinvertebrados con mayor similitud se dio entre los puntos PM1 y PM2 con un 0.63%; y una menor similitud de 0.39% entre los puntos PM2 y PM3 y entre PM1 y PM3.

**Figura 1.** Análisis de similitud de Jaccard, de los puntos de muestreo de macroinvertebrados de la microcuenca del río Pollo, setiembre 2017.



Fuente: Propia.

Según los valores del índice biológico nPeBMWP (Tabla 6), la calificación para los puntos de muestreo PM1 y PM2 sería de regular calidad biológica debido a que se encuentran en el rango de 36-60, y de pésima calidad en el punto 3 debido a que presenta un valor <15 (Tabla 7).

**Tabla 6.** Valores del índice biológico nPeBMWP según los rangos de calidad, propuestos por Prat *et al.*, 2006.

Calificación	Valores	Color	Calidad biológica
Aguas muy limpias	≥100	○	Buena
Aguas con signos de estrés	61-100	◐	Aceptable
Aguas contaminadas	36-60	◑	Regular
Aguas muy contaminadas	16-35	◒	Mala
Aguas extremadamente contaminadas	≤15	●	Pésima

Fuente: Correa, 2012.

**Tabla 7.** Valores obtenidos del nPeBMWP mediante el muestreo de macroinvertebrados acuáticos de los tres puntos de muestreo en la microcuenca del río Pollo, setiembre 2017.

Microcuenca	PM	Valores	Color	Calidad Biológica
Río Pollo	1	46	◑	Regular
	2	41	◑	Regular
	3	11	●	Pésima

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Parámetros fisicoquímicos

Los valores de los parámetros fisicoquímicos tomados en los tres puntos de muestreo de la microcuenca del río Pollo, desde los 2660 hasta 2868 m.s.n.m., son presentados en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Parámetros fisicoquímicos evaluados en los tres puntos de muestreo de la microcuenca del río Pollo, setiembre 2017.

Punto de muestreo	OD (mg/L)	T (°C)	pH (Und)	DBO (mg/L)
1	10.51	18	7.36	16
2	6.47	19	7.21	15
3	3.35	20	7.45	<2

Fuente: Elaboración propia.

## IV. DISCUSIÓN:

Según la tabla 1 con respecto a la composición taxonómica de macroinvertebrados acuáticos de la microcuenca del río pollo estuvo constituida por 5 Clases, 11 Órdenes y 16 Familias, resultados coincidentes al trabajo de Salirrosas (2014), quien realizó el muestreo de macroinvertebrados en la misma microcuenca y encontró 7 clases, 12 órdenes y 31 familias.

Según lo mencionado en la tabla 2, los puntos de muestreo con una mayor riqueza específica fueron PM1 y PM2 con 13 taxas cada una, conformados por los órdenes *Trichoptera*, *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, y las larvas y adultos de los coleópteros acuáticos, los cuales son considerados según Roldán (2016), como los grupos más sensibles a las alteraciones del ecosistema. La riqueza mínima fue de 5 taxas en el PM3 ubicado en la ciudad de Otuzco, donde existe la presencia de población urbana, el cual según Dominguez y Fernandez (2009), es un factor de alteración muy grande debido al vertimiento de residuos y efluentes domésticos en las aguas del río Pollo, provocando el agotamiento de oxígeno del agua, y consecuentemente una disminución en la población de especies.

Según las tablas 2 y 3, el mayor valor con respecto a la abundancia absoluta se registró en el PM3 con la familia Cypraeidae con 794 ind./hora de esfuerzo y la mayor abundancia relativa se registró en el mismo punto, con la misma familia con un valor de 96.7%, esto posiblemente se debió a que en este punto, se observó la presencia de algas, las cuales presentan comportamientos de atenuación, lo cual según Liberto (2010), la abundancia de esta familia se da en ambientes, con abundancia de vegetados acuáticos.

Además el punto de muestreo PM3 presentó la mayor abundancia absoluta y relativa de la familia

Chironomidae (Orden Díptero). Según Ladrera (2012), esta familia es una de las más habituales y abundantes en todo tipo de hábitats de agua dulce, capaz de adaptarse a ríos con diferentes tipos de alteraciones mejor que otros taxones de macroinvertebrados, por lo que un aumento de su riqueza y abundancia respecto al total de macroinvertebrados nos indica que existe alguna alteración en el ecosistema. Además según Chalar et al. (2011), las larvas de Chironomidae, son los organismos más tolerantes a la contaminación generada por el enriquecimiento de materia orgánica e inorgánica.

La tabla 5 muestra una diferencia de diversidad entre los puntos de muestreo tomados a lo largo de la microcuenca del río Pollo, ello se debe a la ubicación y a las actividades que se desarrollan alrededor de estos; tal es el caso del punto PM3 el cual está ubicado en la ciudad de Otuzco por ende está más propenso a verse afectado por actividades antrópicas; ello es refutado por Meza y Rubio (2010), quienes encontraron una reducción de la diversidad de macroinvertebrados en lugares donde existe una reducción de la vegetación ribereña por actividades antrópicas como ganadería, agricultura y descarga de efluentes.

Además según lo mencionado en la tabla 5 el índice de dominancia de Simpson con un valor de 0.04, en el PM3, por presentar el valor más cercano a 0, existe una mayor dominancia de la familia Cyprididae con respecto a las demás familias, es decir si se realiza otro muestreo en el PM3 existe una mayor probabilidad de volver a encontrar esta familia, ello se debe a la proliferación de algas en este punto de muestreo el cual según Liberto (2010), le brinda un hábitat adecuado para la reproducción de esta familia.

La figura 1 muestra el índice de similitud de

Jaccard, donde se indica que los puntos de muestreo PM1 y PM2 tienen el máximo valor de similitud con 0.63%; sin embargo el punto de muestreo PM3, presentó una similitud de 0.39% tanto con el PM1, como con el PM2. Estos resultados nos indican que la alteración del estado ecológico en el PM3 tiene un origen diferente al de los otros puntos de muestreo, en tal sentido la alteración sería consecuencia del vertido procedente del núcleo urbano de la ciudad de Otuzco, debido a que este punto de muestreo está ubicado en plena ciudad a diferencia de los puntos de muestreo PM1 y PM2, los cuales están ubicados a kilómetros de la mencionada ciudad.

Según el puntaje obtenido del índice biológico nPeBMWP presentado en la tabla 7, se encontró que la microcuenca del río Pollo presentó una mala y pésima calidad, estos resultados son coincidentes con los reportados por Salirrosas (2014), para la microcuenca del río Pollo, donde señaló que el PM3 (puente Arequipa-Otuzco), presentó una pésima calidad, como consecuencia de la influencia de la actividad agrícola, el vertido de aguas residuales por desagüe; provocando un crecimiento desmesurado de algas y otros organismos generando así la eutrofización.

La tabla 8 muestra los datos de la calidad del agua desarrollados mediante el uso de parámetros fisicoquímicos, donde se muestra que en el punto de muestreo PM3 el Oxígeno Disuelto y la Demanda Bioquímica del Oxígeno no cumplen con los valores establecidos por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para el agua de la categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales; estos valores se relacionan además con los valores bajos en cuanto a los índices de calidad biológica del agua. Dicha relación concuerda con el estudio de Martínez (2009), donde menciona que la composición taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados está determinada

por las condiciones de oxígeno disuelto, temperatura, materia orgánica, entre otros. Además Domínguez y Fernández (2009), refieren que existe influencia de los factores fisicoquímicos sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Enfatizando que la velocidad de la corriente, la temperatura del agua y la disponibilidad de oxígeno son factores determinantes en la distribución de estos organismos. Asimismo según Carvacho (2012), resalta que los factores fisicoquímicos del medio acuático, como pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura, son determinantes en la distribución de los macroinvertebrados acuáticos y son además, los parámetros a los que los organismos son más sensibles. Tal es el caso del punto de muestreo PM3, el cual presentó una mayor temperatura, y una menor cantidad de oxígeno con predominio de Chironomidos. Según Correa (2012), esto se explica debido a que la temperatura tiene una relación inversa con la concentración del oxígeno del agua. Es decir, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua depende de la temperatura; por lo tanto, el agua fría puede albergar más oxígeno que el agua caliente. Ello también explica la existencia de familias que no soportan niveles bajos de oxígeno tales como las del orden Plecoptera, los cuales no fueron encontradas en el PM3 esto se debe a que según Ladrera (2012), se trata de especies que viven en el fondo de cauces de aguas frías, bien oxigenadas, por lo que son ampliamente utilizados como bioindicadores de la calidad del ecosistema acuático.

## 5. CONCLUSIONES

1. La calidad del agua de la microcuenca del río Pollo - Distrito de Otuzco, empleando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en los puntos de muestreo PM1 y PM2 es de regular calidad, y en el PM3 es de pésima calidad.

2. Se determinó la composición taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos de la microcuenca del río Pollo distribuyéndose en 5 Clases, 11 Órdenes y 16 Familias dentro de los puntos de muestreo de la parte alta, media y baja.

3. Se estimaron los parámetros de diversidad y riqueza indicando que los tres puntos de muestreo presentan una menor diversidad y riqueza, lo que refleja que la calidad biológica del agua varíe de regular a pésima.

4. Se estimaron el índice de dominancia de Simpson, existiendo una mayor probabilidad de encontrar la familia Cypridae con respecto a las otras familias si se vuelve a realizar un muestreo en este punto; y el índice de similitud de las taxas encontradas, indicando que existe una mayor similitud entre los macroinvertebrados de los puntos de muestreo PM1 y PM2 con un 0.63%.

5. Según el índice biológico nPeBMWP, la calidad del agua de la microcuenca del río Pollo, varió entre regular y pésima, durante el mes de setiembre del presente.

6. Se compararon los índices biológicos con las variables fisicoquímicas del agua de la microcuenca del río Pollo, encontrándose una relación directa de los niveles bajos de oxígeno disuelto con la inexistencia de macroinvertebrados acuáticos sensibles a ello.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

[1] Autoridad Nacional del Agua. Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú. [en línea]. 2013 [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursoshidricos2013.pdf>

- [2] ARANGO, Cecilia [et al.]. Calidad del agua de las quebradas la cristalina y la Risaralda. EIA [en línea]. Julio 2008. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149216913009>
- [3] BALTANÁS, Ángel y MESQUITA, Francesc. Orden Podocopida. IDEA-SEA [en línea]. Junio 2015. [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2017]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Francesc\\_Mesquita-Joanes/publication/280683044\\_Orden\\_Podocopida/links/55c1082108ae9289a09cfe7b/Orden-Podocopida.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Francesc_Mesquita-Joanes/publication/280683044_Orden_Podocopida/links/55c1082108ae9289a09cfe7b/Orden-Podocopida.pdf) ISSN 2386-7183
- [4] BENETTI, Cesar, BILBAO, Amaia y GARRIDO, Josefina. Macroinvertebrates as Indicators of Water Quality in Running Waters: 10 Years of Research in Rivers with Different Degrees of Anthropogenic Impacts. En su: *Ecological Water Quality - Water Treatment and Reuse*. (Ed.), España, 2012. Pp. 95-114. ISBN: 978-953-51-0508-4
- [5] CAMPO, Alicia y DUVAL, Valeria. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel - Argentina. UCM [en línea] 2014: [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017] Disponible en: [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_AGUC.2014.v34.n2.47071](http://dx.doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2.47071) ISSN: 0211-9803
- [6] CARVACHO, C. Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la cuenca del Limari en Chile. Tesis, Fac. de Biología, Universidad de Barcelona, Barcelona. 2012. 62 p.
- [7] CHALAR, G., AROCENA, R., PACHECO, J. P., & FABIÁN, D. Trophic assessment of streams in Uruguay: A Trophic State Index for Benthic Invertebrates (TSIBI). *Ecological Indicators*, 2011. 362-369.
- [8] Contaminación de las cuencas del río Rímac, principales fuentes de contaminación de las cuencas del río Rímac. [En línea]. La República. PE. 24 de Febrero de 2016, Vol. I, 1. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://larepublica.pe/sociedad/743716-principales-fuentes-de-contaminacion-de-las-cuencas-del-rio-rimac>
- [9] CORREA, Wendy. Calidad del agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la cuenca alta del río Moche, La Libertad. Octubre 2011 – Marzo 2012. Tesis (Biólogo). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, 2012. 77 p.
- [10] Decreto Supremo N° 004-2017. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 7 de junio de 2017.
- [11] DOMÍNGUEZ, E. & H.R. FERNÁNDEZ. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, 656 p.
- [12] FERNÁNDEZ, Alicia. El agua: un recurso esencial. *Química Viva* [en línea] Diciembre 2012. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2017] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002> ISSN 1666-7948
- [13] KRANTZBERG, Gail. [et al.]. *Advances in Water Quality Control*. Scientific Research Publishing, Inc. USA. 2010. Pp 316. ISBN 1618960512, 9781618960511.
- [14] Los cinco ríos más contaminados del mundo. [En línea]. El Tiempo Norte Digital. 14 de Setiembre de 2016. [Fecha de consulta: 16 de

- de mayo de 2017]. Disponible en: <http://nortedigital.mx/contaminacion-del-aire-juarez-mal-atendida-especialistas/>
- [15] LADRERA, Rubén. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. Páginas de Información Ambiental [en línea] Agosto 2012. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2017] Disponible en: <file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-LosMacroinvertebradosAcuaticosComoIndicadoresDelEs-4015812.pdf>
- [16] LADRERA, Rubén. Estudio del estado ecológico de los cursos fluviales del parque natural sierra de cebollera (La Rioja) en base a la comunidad de macroinvertebrados acuáticos. Departamento de Ecología. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2012. 53 pp.
- [17] LIBERTO, Romina. Patrones demográficos en poblaciones naturales de Cyprididae (Ostracoda: Ostracoda) del área rioplatense y sus respuestas vitales en bioensayos de toxicidad. Tesis (Doctor en Ciencias Naturales). Argentina: Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Biológicas, 2010. 146 pp.
- [18] MARTÍNEZ, M. 2009. Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua en tres ciénagas del departamento de Cesar, Colombia. Universidad Nacional Colombia, Bogotá. 125 pp.
- [19] PRAT, Narcís [et al]. Un protocolo para determinar el Estado Ecológico de los ríos Andinos. Grup de recerca F.E.M. (Freshwater Ecology and Management). Departament d'Ecologia. [en línea] 2006. Universidad de Barcelona. España. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.diba.es/mediambient/ecos-trimed.asp>
- [20] Resolución Jefatural N° 010-2016. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 11 de enero de 2016.
- [21] REYES, Pablo y TORRES, Juan. Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. Rev. biol. mar. oceanogr. [online]. 2009, vol.44, n.1, pp.243-251. ISSN 0718-1957. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000100025>
- [22] RODIER, Jean. Análisis del agua. 9.<sup>a</sup> ed. Omega, S.L., 2011. 1548 pp. ISBN: 8428215308.
- [23] ROJAS, Mayumi. Uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua del río Yezú sector cascada El León – Villa Rica – Perú. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2016. 67 pp.
- [24] ROLDÁN, Gabriel. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Grupo de Investigación de Limnología y Recursos Hídricos. Colombia: Universidad Católica de Oriente, 2016. 274 pp.
- [25] SALIRROSAS, Pedro. Calidad del ecosistema del río Pollo (Otuzco – La Libertad) en base a indicadores bióticos y abióticos durante abril - octubre 2013. Tesis (Biólogo). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, 2014. 117 p.
- [26] SALMERÓN, Arturo [et al]. Abundancia y diversidad de plantas leñosas en áreas de bosques semidecuidos micrófilos, sometidos a diferentes niveles de alteraciones antrópicas. Foresta Veracruzana [en línea] 2015, 17 (Setiembre): [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2017] Disponible en: <ht-

[tp://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49743956002](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49743956002)  
> ISSN 1405-7247

- [27] SÁNCHEZ, Oscar. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. México. Ilustred: Instituto Nacional de Ecología, 2007. 293 pp. ISBN: 968817856X, 9789688178560
- [28] SPRINGER, Monika. Capítulo 3: Biomonitorio acuático. Rev. biol. trop [online]. 2010, vol.58, suppl.4, 59 pp. ISSN 0034-7744.
- [29] Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología -- Lima: Ministerio del Ambiente, Diciembre 2014. 75 pp. ISBN: 978-612-4174-15-5
- [30] VERGARA, Lucía. Entomofauna lótica bioindicadora de la calidad del agua. Tesis (Magíster Scientiae en Medio Ambiente y Desarrollo). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2009. 79 pp.