

DOI: 10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.454-467

URL: <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/962>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIMUNDO

ISSN: 2588-073X

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de Revisión

CÓDIGO UNESCO: 3308 Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente

PAGINAS: 454-467







Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del río Jipijapa - Ecuador

Macroinvertebrates as bioindicators of the water quality of the central part of the Jipijapa River – Ecuador

Macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade da água da parte central do rio Jipijapa – Equador

Miguel Angel Osejos Merino¹; Monserrate Cristina Merino Conforme²; Martín Verisimo Merino Conforme³; Jaime Leonardo Solis Barzola⁴

RECIBIDO: 10/11/2020 **ACEPTADO:** 26/11/2020 **PUBLICADO:** 14/12/2020

1. Magister en Docencia Mención Gestión en Desarrollo del Currículo; Doctor en Ciencias Ambientales; Diplomado en Autoevaluación y Acreditación Universitaria; Biólogo Pesquero; Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador; miguel.osejos@unesum.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0001-7514-9510>
2. Magister en Gerencia en Salud para el Desarrollo Local; Licenciada en Enfermería; Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador; monserrate.merino@unesum.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0001-8910-7995>
3. Magister en Docencia Universitaria e Investigación Educativa; Diplomado en Autoevaluación y Acreditación Universitaria; Ingeniero Civil; Licenciado en Ciencias de la Educación Especialidad Historia y Geografía; Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador; martin.merino@unesum.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-5306-1021>
4. Ingeniero en Medio Ambiente; Jipijapa, Ecuador; nardotheone@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0002-2982-5116>

CORRESPONDENCIA

Miguel Angel Osejos Merino
miguel.osejos@unesum.edu.ec

Jipijapa, Ecuador

RESUMEN

La siguiente investigación se desarrolló en la ciudad de Jipijapa con la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del río Jipijapa. Uno de los principales problemas del río son las descargas de aguas residuales domésticas no tratadas, debido a que recibe una alta carga de nutrientes y materia orgánica, cuya degradación resulta crítica para la calidad del agua que corre por su cauce. En esta investigación se realizó la evaluación con la utilización de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del agua, empleando la siguiente metodología con la aplicación del índice biológico BMWPA (Biological Monitoring Working Party), la técnica que se usó en el estudio fue la de Surber para la captura de los individuos estudiados, los resultados mostraron que la única orden que se encontró en el área de estudio es Odonata, de esta fueron identificadas cinco familias y seis géneros con un total de 93 individuos analizados, luego del estudio de campo y laboratorio se obtuvo un total de 34 puntos lo cual se encuentra dentro del rango (16-35), concluyendo que la calidad de agua en el río Jipijapa es mala y muy contaminada según el índice biológico aplicado lo cual evidencia efectos de contaminación.

Palabras clave: Macroinvertebrados, Calidad del Agua, Índices Biológicos.

ABSTRACT

The following research was conducted in the city of Jipijapa with the use macroinvertebrates as bioindicators of the water quality of the central part of the Jipijapa river. One of the main problems of the River is the discharge of untreated domestic wastewater, because it receives a high load of nutrients and organic matter, whose degradation is critical for the water quality that flows through its channel. In this research the evaluation was carried out using benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality, using the following methodology with the application of the Biological Monitoring Working Party (BIPA), the technique used in the study was the Surber to capture the individuals studied, the results showed that the only order found in the study area is Odonata, of which five families and six genera were identified with a total of 93 individuals analyzed, after the field study and laboratory was obtained a total of 34 points which is within the range (16-35), concluding that the water quality in the Jipijapa river is bad and very polluted according to the applied biological index, which evidences effects of contamination.

Keywords: Macroinvertebrates, Water Quality, Biological Indexes.

RESUMO

A pesquisa seguinte foi realizada na cidade de Jipijapa com o uso de macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade da água da parte central do rio Jipijapa. Um dos principais problemas do rio é a descarga de águas residuais domésticas não tratadas, porque recebe uma elevada carga de nutrientes e matéria orgânica, cuja degradação é crítica para a qualidade da água que flui através do seu canal. Nesta investigação a avaliação foi realizada utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água, utilizando a seguinte metodologia com a aplicação do Grupo de Trabalho de Monitorização Biológica (BIPA), a técnica utilizada no estudo foi a Surber para capturar os indivíduos estudados, os resultados mostraram que a única ordem encontrada na área de estudo é Odonata, dos quais cinco famílias e seis géneros foram identificados com um total de 93 indivíduos analisados, após o estudo de campo e laboratório ter sido obtido um total de 34 pontos que está dentro da gama (16-35), concluindo que a qualidade da água no rio Jipijapa é má e muito poluída de acordo com o índice biológico aplicado, o que evidencia efeitos de contaminação.

Palavras-chave: Macroinvertebrados, Qualidade da Água, Índices Biológicos.

I. Introducción

La combinación de un rápido crecimiento poblacional, asociadas a la urbanización ha provocado un paulatino aumento de las presiones sobre los recursos hídricos de diferentes países. La urbanización de las cuencas provoca cambios en el uso del suelo, pasando de áreas rurales a áreas residenciales o industriales, lo que lleva a incrementar los vertidos urbanos, acumular sustancias tóxicas y aumentar la demanda de agua. (Oscóz, 2006)

El agua es considerada como el más vulnerable de los recursos naturales, además de significar un factor limitante para la realización de las diferentes actividades antrópicas de orden cotidiano. (Carrera, 2001). Durante muchos años se han desarrollado varias alternativas para la determinación de la calidad del agua y en gran mayoría están basados en el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos, sin embargo, en los últimos tiempos se ha destacado la cualidad de los organismos que habitan los cuerpos de agua para revelar las condiciones ecológicas cambiantes o estables del recurso, y su relación con la medición de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos insitu y exsitu.

Distintos estudios han apuntado los efectos contaminantes ocasionan cambios en los patrones de caudal, régimen de temperaturas, alteración de los hábitats y variaciones en la disponibilidad de recursos tróficos (Rodríguez, L. 2014). Como consecuencia de la regulación del caudal, los organismos que habitan en estos cuerpos de agua deben hacer frente a las nuevas condiciones ambientales impuestas, de forma que algunos taxones desaparecen o ven reducida en su abundancia mientras que otros la aumentan.

Bajo este análisis surge la necesidad de ejecutarse este proyecto de investigación denominado "Utilización de macroinverte-

brados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del río Jipijapa", el cual está destinado a determinar las comunidades de macroinvertebrados existentes y la calidad del agua mediante la aplicación del índice biológico Biological Monitoring Working Party (BWMPA).

II. Marco teórico

2.1 Macroinvertebrados bentónicos

El término de macroinvertebrado no corresponde a ninguna categoría taxonómica, si no que se trata de una delimitación artificial, que en los cursos de agua se refiere a aquellos invertebrados que por su tamaño relativamente grande son retenidos por redes de luz de malla de entre 250-300 μm , y son visibles al ojo humano, no muy inferiores de 0.5 mm pero habitualmente mayores de 3 mm. (Río Henares, 2011).

Los macroinvertebrados acuáticos agrupan todos aquellos organismos que se pueden observar a simple vista; es decir, todos aquellos que tienen tamaños superiores a los 0.5 mm de largo. Los métodos de evaluación de la calidad de las aguas basados en macroinvertebrados acuáticos ofrecen múltiples ventajas, tales como: simplicidad metodológica, rapidez en la obtención de los resultados y una alta confiabilidad. Lo que hace de éstos métodos una herramienta idónea para la vigilancia rutinaria de la calidad del agua en las cuencas y ríos en general. (Cadena Carrera, L. F. 2005).

2.1.1 Características

Según (Carrera, 2001), los macroinvertebrados se caracterizan por:

Su presencia en prácticamente todos los sistemas acuáticos continentales, lo cual posibilita realizar estudios comparativos. Su elevada diversidad, con diferentes grados de tolerancia a las actividades humanas, permite que la ausencia de las especies

más sensibles alerte sobre algún tipo de contaminación o perturbación.

La reducida movilidad de la mayoría de las especies implicadas hace que reflejen bien cualquier alteración local, como el vertido contaminante de una industria. Esto los diferencia de otros indicadores que por su mayor movilidad les permite escapar con más facilidad de las zonas contaminadas. Su presencia a lo largo de todo el año, por lo que cualquier alteración temporal (como un vertido estacional) o permanente (como la contaminación de las aguas subterráneas) se manifiesta en la composición específica de cada comunidad.

La gran mayoría de los mismos (alrededor del 80%) corresponden a grupos de artrópodos, y dentro de estos los insectos (en especial sus formas larvarias); también se encuentran oligoquetos, hirudíneas y moluscos y con menor frecuencia celéntereos, briozos o platelmintos.

Los macroinvertebrados son el grupo dominante en los ríos y también se encuentran en el litoral y fondos de lagos y humedales. Esta comunidad se caracteriza por una elevada diversidad taxonómica y una alta variedad de adaptaciones morfológicas y de comportamiento para poder aprovechar los diferentes recursos tróficos que ofrece un ecosistema fluvial.

2.1.2 Los macroinvertebrados como bioindicadores

Los macroinvertebrados son los organismos más ampliamente usados como bioindicadores en la actualidad por diversas circunstancias entre las que destacamos (Valencia, L. M. 2010):

- A) Tener una amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes).
- B) Una gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales.

C) Ser en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación.

D) En otros casos, la posibilidad de utilizar su reacción de huida (deriva) como indicador de contaminación.

E) En algunas especies, tener ciclos de vida largo porque integra los efectos de la contaminación en el tiempo.

F) Poder ser muestreados de forma sencilla y barata.

G) Una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género.

H) La sensibilidad bien conocida de muchos taxa a diferentes tipos de contaminación.

I) El uso de muchas especies en estudios experimentales sobre los efectos de la contaminación.

Los odonatos (que significan dientes en la mandíbula) son un orden de insectos con unas 6.000 especies. Los adultos muestran un aspecto muy conservado, con una cabeza más ancha que el resto del cuerpo, grandes ojos, un abdomen largo y delgado y cuatro alas membranosas. Poseen unas antenas muy cortas y unas piezas bucales masticadoras bien desarrolladas. Son organismos carnívoros activamente cazadores que atrapan a sus presas con las patas, las cuales suelen tener espinas que actúan como una red que facilita atrapar a las presas al vuelo. Los juveniles tienen una forma muy diferente a la adulta, siendo acuáticos y también activamente cazadores. Cuando la larva crece sale del agua y se produce la metamorfosis, originando al adulto. Es frecuente que los machos defiendan un territorio del que expulsan a cualquier intruso, además algunas hembras también expulsan a otras hembras de su territorio de puesta. Los machos realizan una parada nupcial, con un vuelo ondulante, subiendo y bajando, para atraer a la hembra y, posteriormente, ambos, realizar un vuelo nupcial. El orificio genital está en el octavo segmento en las hembras y en los machos, los cuales, no obstante, poseen el órgano copula-

dor en el segundo segmento abdominal, lo que los diferencia del resto de los insectos y hace necesario que tengan que doblar el abdomen durante el apareamiento, para así poder alcanzar el orificio genital de la hembra. Es por esto que durante la cópula adquieren una postura muy característica. Poseen una distribución mundial pero siempre ligada a ambientes acuáticos, donde puedan vivir sus larvas. (Gutierrez, 2004)

2.2 Calidad del agua

La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo. (OMS, 2017).

La experiencia pone de manifiesto el valor de los enfoques de gestión preventivos que abarcan desde los recursos hídricos al consumidor.

2.2.1 Contaminación acuática

La contaminación ocurre cuando sustancias ajenas al medio ambiente son depositados en el agua, el suelo o se liberan en la atmósfera. Estos compuestos alteran el ecosistema y perjudican a sus componentes.

En el caso de los ecosistemas acuáticos, los productos contaminantes no son depositados solo en el agua sino que incluso los que se vierten en el suelo, son arrastrados por las precipitaciones hasta los cauces hídricos y son llevados hasta el mar (Miranda G. O., 2013).

2.2.2 Contaminación de los ríos

Los recursos hídricos y la cantidad de agua potable no son ilimitados, ya que se trata de un recurso no renovable y cuya recuperación insumiría una enorme e incontable cantidad de dinero y años de trabajo, su-

mado a que afecta no solo a la calidad de vida de los seres vivos, sino también a las distintas actividades socioeconómicas.

Por este motivo principal, luchar contra la contaminación de los ríos es algo de vital importancia, no sólo para la protección del propio medio ambiente, sino de la fauna y de la vegetación que vive en ellos. (Pascual, 2015).

Explicado de una forma relativamente sencilla, podríamos indicar que la contaminación de los ríos vendría a consistir en la incorporación, al agua, de materiales considerados como extraños, tales como: Productos químicos, Microorganismos, Aguas residuales, Residuos industriales y otros.

2.2.3 Los índices bióticos

Los índices bióticos son una de las maneras más comunes de establecer la calidad biológica de los ríos. Se suelen expresar en forma de un valor numérico único que sintetiza las características de todas las especies presentes.

Habitualmente consisten en la combinación de dos o tres propiedades de la asociación: la riqueza de taxa y la tolerancia/intolerancia a la contaminación para los índices cualitativos, y estos junto a la abundancia (absoluta o relativa) para los índices cuantitativos. (Domínguez & Fernández, 1998).

III. Metodología

La presente investigación fue desarrollada en el río Jipijapa, específicamente en la parte central del antes mencionado, ubicado en el cantón del mismo nombre, al sur de la provincia de Manabí. Se realizó un estudio comparativo en seis sitios del río centrado en índices biológicos de la calidad del agua; Índice biological Monitoring Working Party de Antioquia (BMWPA).

MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA PARTE CÉNTRICA DEL RIO JIPIJAPA - ECUADOR

Como parte principal para las pruebas de campo se identificó el área de estudio en el que se ubicaron los puntos de muestreo

para la realización de los análisis, los parámetros que se medirán, los métodos de análisis a utilizar, entre otros.

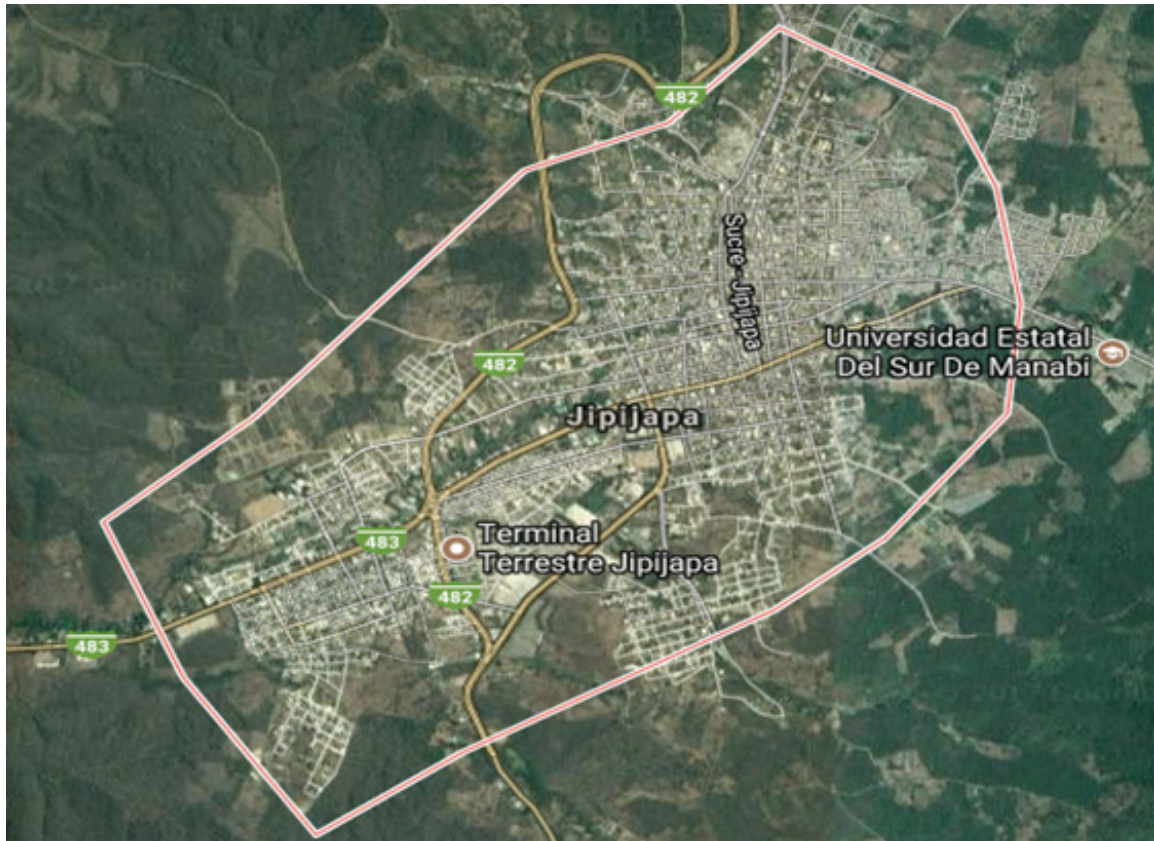


Imagen 1. Ubicación del área de estudio

Fuente: Los autores, Google

Las estaciones de muestreo fueron identificadas con la ayuda de mapas cartográficos y GPS. Estas estaciones están categorizadas como estaciones de muestreo o sitios

impactados, y como estaciones de referencia o sitios no impactados. Las coordenadas son las siguientes:

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones de toma de muestra.

Estación de muestreo	Coordenadas		m.s.n.m
	x	y	
1	0553294	9849631	471
2	0550485	9851163	349
3	0547340	9851002	292
4	0546427	9850940	271
5	0543919	9849370	220
6	0529557	9850571	2

Fuente: Los autores

Se considerarán dos estaciones de referencia ubicadas aguas arriba de la zona urbana de Jipijapa, y las estaciones impactadas estarán ubicadas en sitios de fácil acceso de la zona urbana. La última estación de muestreo estará ubicada fuera del casco urbano de la ciudad, a fin de evaluar el grado de contaminación a nivel espacial.

Para este trabajo de investigación, se recolectaron muestras de macroinvertebrados bentónicos tanto de dos sitios impactados como de cuatro sitios de referencia del río Jipijapa, durante la época seca y lluviosa. Se colectarán muestras de macroinvertebrados bentónicos tanto en cuatro sitios impactados como en dos sitios de referencia del río Jipijapa, durante cuatro salidas de campo. La primera salida de campo en el mes de marzo durante la estación lluviosa, y la segunda salida de campo se la llevo a cabo hasta el mes de agosto de durante la estación seca.

Para la caracterización y ubicación de los sitios en estudio se realizó salidas de campo, para esto se utilizó cartas topográficas, GPS, brújula, encuestas a los habitantes que se encuentran en el área de influencia con la investigación.

Se utilizó una red D de 500 μm de ojo de malla, disturbando con el pie los diferentes microhábitats de los macroinvertebrados por un lapso de tres minutos, de tal manera que la corriente del agua transporte a los macroinvertebrados hacia la red.

Para la recolección de las muestras para cada sitio de estudio preseleccionado se realizó en una área delimitada de aproximadamente 50 metros de longitud.

Se hizo batidas con la red en todos los microhábitats existentes en cada sitio de estudio, cabe referenciar que bajo observación directa se pudo apreciar la contaminación latente en las estaciones de muestreo en la parte céntrica del río; se tomó muestras en

orillas con vegetación y sin vegetación, zonas de piedras, de arenas con corrientes y sin corriente.

Tras lo cual se procedió a muestrear de aguas abajo a aguas arriba procurando vaciar a menudo, el contenido de cada redada en bateas de color blanco. Con ello se evita que al colmatarse la red la propia corriente ayude a los animales a escapar.

Recolección de muestras es la técnica que se empleó en el estudio fue la de SURBER para la captura de los macroinvertebrados. Esta consiste en un marco metálico de 33 X 33 cm. la cual está sujeta a una malla de nylon de forma cónica y tejido muy fino.

El marco se coloca sobre el fondo en contra de la corriente y con las manos se remueve el material del fondo quedando así atrapadas las larvas en la red. Esta operación se repite al menos tres veces en cada sitio. Luego cuidadosamente se toma el material recogido en la red y se lo deposita en tarrinas herméticamente cerradas para su posterior limpieza y reconocimiento en el laboratorio.

Inmediatamente se trasladaron los macroinvertebrados colectados en la red, a un envase plástico con tapa debidamente rotulado, y se conserva la muestra en alcohol al 70%, etiquetado con los datos de cada estación de muestreo.

Posteriormente en laboratorio, se identifican los macroinvertebrados a nivel de familia, con ayuda de un estereomicroscopio y claves de identificación taxonómica. Finalmente, se aplicó el índice biótico BMWPA para determinar la calidad del agua del río.

El manejo de muestras tuvo dos fases: la primera en el campo, la segunda fase consiste en trabajo de laboratorio:

En el campo, el material colectado, se fija en el campo con alcohol al 96 para su pos-

terior análisis en el laboratorio Aunque estos organismos se suelen conservar en alcohol al 70 %, en este caso se utilizara alcohol sin diluir debido a que el trabajo es directamente en el campo, cada vez que se introduce una pequeña gota de agua, lo hace que paulatinamente que el alcohol vaya disminuyendo su concentración.

En el laboratorio, primero se realiza la limpieza de las muestras de los macroinvertebrados acuáticos colectados, para esto se coloca Cloruro de sodio con agua, en los baldes con las muestras para que las hojas y otros cuerpos de diferente densidad floten, los mismos que son retirados con pinzas, el resto se cierra y se lava para luego depositarla en una bandeja de color blanco para proceder a extraer a los macroinvertebrados con pinzas entomológicas.

Para la identificación y recuento se utiliza un estereoscopio y la ayuda de las claves taxonómicas especializadas para cada uno de los grupos de macroinvertebrados presentes.

Una vez separado e identificado los diferentes grupos taxonómicos en el laboratorio las muestras representativas de cada especie se colocan en diferentes frascos de vidrio, con alcohol y ayudados de pinzas entomológicas.

Rotulado de la muestra, cada frasco que contiene las muestras llevan una etiqueta escrita en tinta indeleble o lápiz que lleva la siguiente información: lugar de recolección, fecha, colector y número de muestra. Otra etiqueta lleva el nombre científico y el nombre de quien lo clasifico.

Aplicación del índice B.M.W.P.A.- La utilización del Índice Biological Monitoring Working Party de Antioquia (BMWPA), permite evaluar la calidad del agua teniendo en cuenta el nivel taxonómico de familias de macroinvertebrados acuáticos, donde el máximo puntaje se le asigna a las especies

sensibles indicadores de aguas limpias con un valor de 10, y el mínimo a las tolerantes, indicadores de mayor contaminación con el valor de 1 para el resto de familias fluctúa entre 9 y 2 según el grado de tolerancia o sensibilidad que estos organismos presentan frente a la contaminación de los diferentes grupos taxonómicos. (Muños, 1996).

El valor del índice se obtiene por la suma de puntuación correspondiente a cada familia que habita en el tramo objeto de estudio, según se expone en la tabla 2. Se propone un índice BMWP basado en la calificación de las familias encontrada en los sitios de muestreo.

Los valores del B.M.W.P que quedan cinco unidades por exceso o por defecto de los límites establecidos en la tabla 3, se deben considerar intermedios entre dos de presentarse tramos discontinuos, alternando los colores representativos de las clases correspondientes de calidad.

La ventaja de este índice se basa en la fiabilidad de los resultados, la rapidez y sencillez de su utilización, con ahorro de costes y de tiempo.

Tabla 2. Criterios de calidad biológica

CLASE	CALIDAD	BMWPA	SIGNIFICADO
I	Muy buena	101-145>	Aguas muy limpias Aguas no contaminadas poco alteradas
II	Buena	61-100	Evidencia efectos de contaminación
III	Regular	36-60	Aguas contaminadas
IV	Mala	16-35	Aguas muy contaminadas
V	Muy mala	0-15	Aguas severamente contaminadas

Fuente: (Carrera, 2001)

El valor del índice se obtiene por la suma de puntuación correspondiente a cada familia que habita en el tramo objeto de estudio.

Tabla 3. Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados bentónicos para la obtención del índice MBWP.

FAMILIAS	PUNTUACIÓN
Perlidae, Leptophleliidae, Hydroptilidae, Oligoneuridae, Calamoceratidae, 10 Odontoceridae, Ptilodactylidae, Gomphidae, Polytho, Lampiridae, Psephenidae, Blepharoceridae	
Beatidae, Lectoceridae, Hllaleyidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae, Simulidae, Corylidae, Saldidae, Lestidae, Pseudothelpusidae	8
Calopterygidae, Glossossomatidae, Corixidae, Scirtidae, Leptohiphidae	7
Cognagrionidae, Ancylidae, Lutrochidae, Notrriidae, Aeshnidae, Elmidae. Sthapylinidae, Dryopidae	6
Hydropsychidae. Dugesiidae. Gelastocoridac, Notoncctidae	5
Curculionidae. Chrysomelidae, Tabanidae. Ttpulidae, Ceratopogonidae, Pschycodidac, Pyralidae. Belostomatidae. Mesovelidae, Dolycopodidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididac, Naucoridae, Carábida	4
Glossiphoniidae, Physidae, Lymneidae, Nepidae. Planorbidae. Hydrometridae, Gyrinidae. Hydmpihiidae	3
Chironomidae. Culicidae. Muscidae	2
Oligochaeta	

Fuente: (Carrera, 2001)

Se propone un índice BMWP basado en la calificación de las familias encontrada en los sitios de muestreo. La tabla 2 presenta un listado de estas familias y la puntuación dada a cada una de ellas (Perez G. R., 1999).

IV. Resultados y discusión

4.1 Estructura taxonómica de los individuos encontrados en el área de estudio.

En el siguiente cuadro se encuentra detallado cada uno de las características taxonómicas encontradas en las estaciones de estudio, se puede apreciar que bajo la ayuda de guías y claves taxonómicas se registró que en el área de estudio se encontraron especímenes solo del orden odonata.

Tabla 4. Estructura taxonómica de los individuos encontrados en el área de estudio.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especies	Número
Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	Dythemis	53
			Coenagrionidae	Telebasis	18
			Calopterygidae	Hetaerina sp	15
			Aeshnidae	Aeshna	5
			Libellulidae	Erythrodiplax	2

Fuente: Los autores

Como se puede apreciar en la tabla 4 a especie que más se encontró fue Libellulidae dythemis con un total de 53 individuos y la menos encontrada fue Libellulidae erythrodiplax con un total de solo 2 individuos.

Tabla 5. Resumen de los macroinvertebrados registrados en el área de estudio.

Phyllum	Arthropoda					Total
Clase	Insecta					
Orden	Odonata					
Familia	Aeshnidae	Calopterygidae	Coenagrionidae	Libellulidae	Libellulidae	
Especies	Aeshna	Hetaerina	Telebasis	Erythrodiplax	Dythemis	
Estación						
1	0	0	3	2	9	14
2	0	2	3	0	27	32
3	3	1	3	0	13	20
4	1	5	0	0	2	8
5	1	7	7	0	0	15
6	0	0	2	0	2	4
Total	4	15	18	2	53	93

Fuente: Los autores

Como se aprecia en la tabla 5, en la investigación el sitio que registró mayor número de individuos fue en la estación número dos con 32 individuos y el que registró menor número de individuos fue la estación número seis con 4 individuos. Por lo que hace parecer que la abundancia de individuos no tiene relación con la diversidad de especímenes.

Tabla 6. Especies encontradas como indicadores de calidad del agua en el tramo de estudio

Especies	Valor	Significado
Aeshnidae Aeshna	8	Agua mala
Calopterygidae hetaerina	7	Evidencia efectos de contaminación
Coenagrionidae telebasis	7	
Libellulidae erythrodiplax	6	
Libellulidae dythemis	6	
Total	34	

Fuente: Los autores

Después de los cuatro biomonitoreos, se puede apreciar en la tabla 6, el resultado final de nuestro estudio según la utilización del Índice BMWP es que el río Jipijapa, con un puntaje total de 34 con los tipos de familias encontradas, lo cual se encuentra dentro del rango (16-35), con un tipo de calidad de agua mala y muy contaminada.

Los datos obtenidos demuestran que existen pequeñas variaciones en los datos obtenidos durante la investigación, estas variaciones son completamente normales.

Sin embargo, aunque la concentración de los contaminantes disminuye en ciertos meses del año, no se logra compensar los efectos sociales y salubres ocasionados por la fuerte contaminación en la parte céntrica del Río Jipijapa.

Como se sabe, con la presencia de ciertos microorganismos en las aguas cercanas a los asentamientos humanos, se acarrean una serie de enfermedades de alto riesgo como tuberculosis, dengue, fiebre tifoidea y cólera. Otro de los problemas que también se presenta es la emisión de olores desagradables que pueden causar severas infecciones respiratorias, debido a la composición química del olor, la concentración de estos en el agua y su inminente presencia en el aire, y el periodo de exposición a los que se someten las personas que viven en los alrededores de la zona.

Se puede asegurar que la contaminación se debe, en gran parte, a la frecuente descarga de aguas negras, residuales y jabonosas por parte de los vecinos en diferentes puntos del río, sin tomar en cuenta el impacto ambiental que se produce por la descarga de aguas con alto índice de contaminación en los cuerpos de agua.

Una de las principales consecuencias de esta contaminación es la pérdida de suelos y terrenos para recreación, así como el uso agrícola de riego que se le podría dar al

agua al no estar contaminada.

4.2 Discusión

En este apartado se van a describir algunas investigaciones similares al proyecto en estudio, las mismas que son las siguientes:

Otra investigación realizada por (Oña, 2007), titulada: Análisis Estacional De Las Comunidades De Macroinvertebrados Acuáticos En Un Tramo Del Río Portoviejo su objetivo fue Realizar análisis estacionales de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en un tramo del Río Portoviejo, esta investigación busca determinar si los parámetros físico-químicos influyen en la abundancia de los macroinvertebrados acuáticos, entonces estos organismos podrían ser utilizados como indicadores de calidad de agua.

Para recoger los datos, los investigadores usaron una red de captura con una boca de red de 50 cm x 25 cm y una profundidad de 60 cm. Una vez conseguidas las muestras se las colocó en frascos plásticos para su posterior análisis en el laboratorio.

Dentro de sus resultados al analizar se destacan que los Trichoptera presentaron abundancias constantes tanto en El Cady como en el Parque Mamey, pero en poca abundancia en Picoazá debido a su baja concentración de oxígeno; el Orden Hemiptera fue más abundante en zonas con velocidad de corriente constante y vegetación moderada; los Diptera fueron más abundantes en ambientes contaminados y con bajos valores de concentración de oxígeno (Picoazá). Finalmente concluye que la calidad del agua en el río Portoviejo en partes está contaminada, pero en otras partes la calidad es buena.

(Rosado, 2016) realizó la investigación titulada Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecu-

dor, describe que tuvo como objetivos caracterizar las condiciones físico-químicas del agua, identificar la diversidad de macroinvertebrados bentónicos y determinar la calidad hídrica en dos sitios urbanos de monitoreo del río en la ciudad de Quevedo. Los muestreos se realizaron desde septiembre a noviembre del 2015, se efectuaron cuatro muestreos periódicos cada 20 días, en sitios influenciados por descargas de efluentes residenciales (ER) y agrícolas-industriales (EAI). La calidad del agua fue estimada con el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP-Col).

Los resultados del estudio realizado concluyen que el cuerpo hídrico que atraviesa la zona urbana de Quevedo se encontró fuertemente contaminado a causa del urbanismo y las actividades agrícolas e industriales lo que influye negativamente en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.

De acuerdo a estos estudios realizados por varios autores acerca del uso de macroinvertebrados bentónicos para determinar la calidad del agua en los diferentes ámbitos han demostrado que la aplicación de índices bióticos es de gran relevancia al momento de determinar las condiciones actuales del líquido incluso haciendo comparaciones con estudios físico y químicos, logrando determinar cuáles ser un tipo de investigación viable para también contribuir a la preservación de las especies estudiadas.

Se encontró el estudio realizado por (Rosales & Sanchez, 2012) titulado: "Uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad del agua del río Palacaguina, norte de Nicaragua" en el cual se abordó el muestreo de macroinvertebrados bentónicos que se realizó en los meses de Abril y Noviembre del 2012, entre las 7:30 de la mañana y 3:30 de la tarde aproximadamente.

Para realizar este muestro se utilizó una red de 150cm x 150cm con luz de malla de 500 µm, esta se colocaba 50 cm en la superficie del río y se removía el material un metro aguas arriba para capturar la mayor cantidad de macroinvertebrados, fueron colocadas en alcohol al 70% y posteriormente se llevaron a la Estación Biológica

El diagnostico permitió determinar que la aplicación de bioindicadores de calidad de agua en el Río Palacaguina considerando la tabla de puntajes BMWP – CR, sugiere que está contaminado en todo su trayecto y el nivel de contaminación se incrementa hacia la parte baja; también al analizar las estaciones del año, la contaminación es mayor en invierno.

Los investigadores concluyen que la Aplicación del "biological monitoring working party" BMWP - CR) sugiere que sus aguas del río Palacaguina se encuentran contaminadas en la parte alta y muy contaminadas en la parte baja.

V. Conclusiones

1. Se determinó las comunidades existentes en el área de estudio en la cual coexisten pocos individuos de macroinvertebrados bentónicos, se identificó a cinco especies de las cuales pertenecen a la orden Odonata; y son Aeshnidae Aeshna, Calopterygidae hetaerina, Coenagrionidae telebasis, Libellulidae erythrodiplax, Libellulidae dythemis.
2. Al aplicarse el índice biótico BMWPA se obtuvo como resultado el valor numérico "34", es decir, que dentro de los estándares referenciados entre 16-35 el agua del río Jipijapa está en el rango de la clase IV, que corresponde a calidad mala, lo que nos lleva como conclusión que son aguas muy contaminadas.
3. Se elaboró una propuesta de monitoreo biológico participativo que tiene como finalidad que se involucre a grupos de estudiantes universitarios, técnicos y la

comunidad aledaña, para preservar a las especies existentes.

VI. Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) y a la Unidad de Pos grado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por el apoyo en esta investigación.

Bibliografía

- Cadena Carrera, L. F. (2005). Macroinvertebrados acuáticos como organismos indicadores de la calidad del agua entre Caserío Ingueza y la Ciudad El Angel. Recuperado el 11 de 2016, de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/828>
- Carrera, C. (2001). Recuperado el 21 de 09 de 2016
- Domínguez, E., & Fernández, H. (1998). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. San Miguel de Tucumán. Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Gutierrez. (2004). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del. Recuperado el 17 de 08 de 2016, de <http://www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf>
- Miranda, G. O. (13 de 08 de 2013). Contaminación acuática - Edición Impresa - ABC Color. Recuperado el 06 de 08 de 2016, de <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/contaminacion-acuatica-605699.html>: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/contaminacion-acuatica-605699.html>
- Muñoz. (1996). Calidad de las aguas - Miliarium. Recuperado el 2016 de 09 de 21, de http://www.miliarium.com/Proyectos/RestauracionAmbienta/Hidrologia/Calidad_Aguas.asp
- OMS. (2017). OMS | Calidad del agua potable. Obtenido de www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/
- Oña, J. C. (2007). Análisis estacional de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en un tramo del Río Portoviejo. Guayaquil: UEG.
- Oscos, J. (2006). Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. Pamplona, España.: Universidad de Navarra.
- Pascual, E. (18 de 09 de 2015). Contaminación ríos: cuando los ríos se contaminan - EIBlogVerde.com. Recuperado el 17 de 08 de 2016, de <http://elblog-verde.com/contaminacion-de-los-rios/>
- Perez, G. R. (1999). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. Recuperado el 20 de 11 de 2016, de mayor: mayor
- Río Henares. (2011). Macroinvertebrados bentónicos - Proyecto Río Henares. Obtenido de www.riohenares.org/index.php/rio...de.../46-macroinvertebrados-bentonicos.html
- Rodríguez, L. (06 de 08 de 2014). Contaminantes del agua de uso industrial y urbano by luis rodriguez ... Recuperado el 14 de 03 de 2016, de <https://prezi.com/hn9wknn-iyqc/contaminantes-del-agua-de-uso-industrial-y-urbano/>
- Rosado, A. Y. (2016). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. Quevedo: UTEQ.
- Rosales, L., & Sanchez, S. (2012). Uso de Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad del agua del río Palacaguina, norte de Nicaragua. Nicaragua: FAREM.
- Valencia, L. M. (2010). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos del ... Recuperado el 17 de 08 de 2016, de <http://www.monografias.com/trabajos82/macroinvertebrados-rio-combeima/macroinvertebrados-rio-combeima2.shtml>

CITAR ESTE ARTICULO:

Osejos Merino, M. A., Merino Conforme, M. C., Merino Conforme, M. V., & Solis Barzola, J. L. (2020). Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua de la parte céntrica del río Jipijapa - Ecuador. RECIMUNDO, 4(4), 454-467. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.454-467](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.454-467)

