



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGIA**

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO QUEVEDO DURANTE LOS
AÑOS 2012 - 2018**

TRABAJO PRÁCTICO

Previo a la obtención del título de:

Biólogo

Autor:

ANDRÉS EDISON MEJILLÓN MEJILLÓN

Tutor:

BLGA. ANA GABRIELA BALSECA V. M.SC

La Libertad – Ecuador

2020

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Firmado electrónicamente por:
**MAYRA MAGALI
CUENCA ZAMBRANO**

Blga. Mayra Cuenca Zambrano, Mgt.

Decana

Facultad de Ciencias del Mar



Firmado electrónicamente por:
**JIMMY AGUSTIN
VILLON MORENO**

Ing. Jimmy Villón Moreno, MSc.

Director

Carrera de Biología

Blga. Ana Gabriela Balseca V. M.Sc.

Docente Tutor



Firmado electrónicamente por:
**ISABEL JANETH
GALARZA TIPAN**

Blgo. Janeth Galarza Tipán, PhD.

Docente de Área

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mis padres, Modesto Mejillón y Maura Mejillón, por el esfuerzo y apoyo que me brindaron, durante los años de estudios superiores para poder cumplir con esta meta en mi vida.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y a los docentes de la Facultad de Ciencias del Mar, por brindarme sus enseñanzas para obtener el conocimiento necesario para mi vida profesional.

A la Blga. Ana Balseca V. M.Sc, por guiarme durante el proceso de titulación.

ÍNDICE

CONTENIDO

1. RESUMEN.....	8
2. INTRODUCCIÓN.....	9
3. JUSTIFICACIÓN	11
4. OBJETIVOS	12
4.1. General:	12
4.2. Objetivos específicos:	12
5. MARCO TEÓRICO.....	13
5.1. Importancia de los ríos	13
5.2. Contaminación en ríos.....	13
5.3. Qué es un bioindicador.....	14
5.4. Bioindicadores acuáticos.....	14
5.5. Macroinvertebrados bioindicadores.....	15
5.6. Principales grupos de macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua. 15	
5.6.1. Oligoquetos.....	16
5.6.2. Efemerópteros.....	16
5.6.3. Thricópteros.....	16
5.6.4. Plecóptera.....	17
5.6.5. Díptera.....	17
5.6.6. Hemíptera	17
5.6.7. Coleóptera	18
5.6.8. Odonata	18
5.6.9. Pulmonata.....	18
5.6.10. Tricladida.....	19
5.6.11. Decápoda.....	19
5.7. Uso de macroinvertebrados para determinar índices de contaminación	19
5.8. Índice BMWP.....	20

6. METODOLOGÍA.....	21
6.1. Registro de especies.....	21
6.2. Relación de la presencia de organismos y la calidad de agua	21
6.3. Evaluación de la evolución de la calidad del agua.....	22
6.3.1. Análisis comparativo de la calidad del agua:	24
7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	25
7.1. Registro de especies encontradas	25
7.2. Relación de la presencia de organismos y la calidad del agua	26
7.3. Valores del índice BMWP por año.....	29
7.3.1. Análisis de cambio de calidad de agua por índice BMWP.....	31
8. CONCLUSIONES.....	34
9. BIBLIOGRAFÍA.....	35

Índice de graficos

Gráfico 1. Comparación de incremento y disminución de organismos en relación a los años de muestreos.....	29
Gráfico 2. Gráficas de resultados de índice BMWP por zona de muestreo de estudio del 2018-I.....	30
Gráfico 3. Gráficas de resultados de índice BMWP mensual, por zona de muestreo de estudio del 2018-II.....	31
Gráfico 4. Cambios de la calidad del agua por año de estudio.	32

Índice de tablas

Tabla 1. Puntaje asignado para las familias de macroinvertebrados para el índice BMWP.	23
Tabla 2. Rangos de calidad de agua del índice BMWP	23
Tabla 3. Familias de macroinvertebrados registradas durante el 2012-2018, del río Quevedo.	25
Tabla 4. Características bioindicadoras de los macroinvertebrados.....	26
Tabla 5. Descripción de los valores del índice BMWP, basados en las actividades de los sectores de muestreos.	30
Tabla 6. Promedio de valores de índices BMWP por año.	32

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del río Quevedo.....	21
--	----

1. RESUMEN

El río Quevedo presenta un nivel alto de contaminación, afectado por las actividades que se realizan en los sectores aledaños, viéndose perturbada la biota presente en este sector. Los macroinvertebrados son uno de los principales organismos perjudicados, al mostrarse sensibles a los cambios ambientales. Por lo cual, son utilizados mediante índices de calidad para determinar la calidad de agua de este sector durante varios años. Por esta razón, en este trabajo se realizó un análisis retrospectivo de los cambios presentes durante el año 2012 hasta el 2018. Para lo cual se recopiló la información de trabajos realizados durante este periodo en el sitio ya mencionado, basado en determinación del índice BMWP. De manera que se identificó las causas de la variación en la población de organismos bioindicadores y transición de los valores del índice de calidad tales como exceso de vegetación, variación del oxígeno disuelto, residuo de hidrocarburos, entre otros. Mostrando así, que el río Quevedo presentó mejoras hasta el 2018, la misma que fue corroborada con estudios físicos-químicos realizados en el mismo sector, en años pertenecientes al periodo de análisis con organismos bioindicadores.

Palabras claves: Río, macroinvertebrados, bioindicadores, índice BMWP, contaminación.

2. INTRODUCCIÓN

Los ríos son fluidos vitales continuos que transportan sedimentos y reacciones dinámicas, forma parte del ciclo hidrológico que permite la interrelación entre los seres vivos y los flujos presentes en él. Normalmente, sirven como conexión hacia cuerpos de aguas más inmensos como lo es el mar. Los ríos son un curso de agua dulce sobre la superficie continental que permite a los seres vivos tomarlo como parte de su supervivencia (Díaz & Torres. 2000).

Además de transportar elementos biológicos importantes, los ríos también se ven afectados por la contaminación que tiene lugar en la superficie terrestre, trasladando un 90% de los contaminantes al mar afectando grandes ecosistemas y alterando las funciones ecológicas que por consiguiente destruirían la diversidad biológica. A nivel mundial se conoce que un gran número de especies están amenazadas por la contaminación, representadas por peces, anfibios, crustáceos, moluscos, aves y vegetación (Escobar, 2002).

Los investigadores Kolenati (1848) y Cohn (1853), empezaron a relacionar a ciertas especies con el grado de calidad del agua, debido a que su presencia se ha visto afectada por la contaminación, determinando así el impacto causado a la ecología por los residuos contaminantes que llegan a los cuerpos de agua dulce, por lo que encontraron la relación entre varios organismos y los cambios que puede presentar el agua (Enríquez & Torres. 2017). Con el paso de los años se buscó organismos que permitan con facilidad determinar este daño causado a los ecosistemas, llegando a usarse grupos de macroinvertebrados que mediante su presencia o ausencia pueden mostrar el grado de afectación en sus hábitats (Álvarez, 2005).

Dentro de los macroinvertebrados existen grupos más sensibles que otros ante la contaminación de su hábitat, tales como los Tricópteros y Ephemeropteros, que según diversos estudios de calidad ambiental demuestran excelentes señales al ser utilizados como bioindicadores (Gutiérrez, 2013).

Debido a su importancia, estos organismos han sido utilizados para el análisis de calidad de agua en diferentes sectores dentro del Ecuador, siendo uno de ellos el río Quevedo, en el cual se han realizado estudios basados en el uso de

macroinvertebrados desde el año 2012 hasta el 2018, de manera independiente cada año, para determinar la calidad de agua mediante uso de estos organismos.

Por tal motivo, es de suma importancia realizar un análisis retrospectivo de aquellos estudios, que permita establecer los cambios que se han presentado en el paso del tiempo, y la conexión que ésta tiene con la presencia y ausencia de los organismos bioindicadores que habitan allí mediante el uso del índice BMWP.

3. JUSTIFICACIÓN

El agua es uno de los recursos de mayor importancia ecológica y más utilizada para diversas actividades, de tal manera que el término “calidad de agua” permite entender que ésta debe tener condiciones que permitan su uso y obtención de beneficios de ella. En consecuencia, se ha vuelto un tema de preocupación a nivel internacional (Germain, 2004).

En lo que respecta a la localidad, el río Quevedo presenta un nivel alto de contaminación debido a las actividades que se realizan a sus alrededores. Llegando a afectar la población, sobre todo a los más vulnerables (niños), produciendo enfermedades como diarreas, tifoidea y demás (Cepeda, 2011).

El suelo aledaño al río Quevedo posee varios usos como el cultivo de palma africana, riego de cultivos, extracción de material pétreo y otros, además de esto, se realiza extracción de material pétreo. Estas actividades contribuyen a la contaminación del agua e incluso afectar la salud humana y deterioro de los ecosistemas, por lo que es necesario conocer el nivel de disminución de su calidad (Toro, 2018).

La presencia de macroinvertebrados, es un factor a considerar para determinar el estado en que se encuentra el río. Su uso, a diferencia de métodos físico-químicos, es menos costoso, y brinda resultados en un periodo corto de tiempo al emplearlos en índices diseñados para este fin, como el índice BMWP (Gutiérrez, 2013). Permitiendo que se conozca mediante su presencia, el grado de contaminación presente.

Por consiguiente, el presente trabajo busca analizar los cambios que ha tenido la calidad de agua del río Quevedo durante los años 2012 al 2018, y el rol que cumplen los macroinvertebrados para el análisis del grado de afectación del ecosistema por la contaminación ocasionada por diversas actividades en el sitio de estudio.

4. OBJETIVOS

4.1. General:

Analizar retrospectivamente la calidad de agua, registradas durante los años 2012 a 2018 en el río Quevedo, estableciendo el rol de los organismos macroinvertebrados mediante análisis BMWP.

4.2. Objetivos específicos:

- Establecer una base de datos de los organismos macroinvertebrados presentes en el río Quevedo en los años 2012 a 2018, para registro de su población en este sector.
- Evaluar la presencia o ausencia de organismos macroinvertebrados bioindicadores para analizar su relación con la calidad de agua.
- Comparar la calidad de agua registrada durante el 2012 al 2018, analizando cambios en su calidad, durante su estudio.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Importancia de los ríos

Un río es una corriente natural con un flujo continuo, constituyendo un sistema de circulación lineal y vectorial, que permite la conexión de los tres estados de la materia. Forma parte de ciclo hidrológico, conectando los Glaciares con los Océanos, jugando un papel especializado en la erosión, transporte, selección y sedimentación en las cuencas de depósitos como las deltas, aluviales, conos, entre otros. Además es considerado también un vector que realiza complejas reacciones mecánicas, dinámicas, bioquímicas y energéticas (Díaz & Torres. 2000).

En el enfoque social y económico, los ríos cumplen un rol importante debido a que no solo son una forma de sostenimiento, también son una forma de transporte, comercio, incluso una fuente de producción de energía. También forman parte de la circulación vectorial, lineal, estructurado y jerarquizado para movilizar fluidos vitales y sedimentos mediante las Cuencas hidrográficas y desembocaduras de la misma, tienen la capacidad de realizar dificultosas reacciones bioquímicas, dinámicas, energéticas y químicas, con el objetivo de brindar sustento durante todo su recorrido a la vida de distintas formas (Díaz & Torres. 2000).

5.2. Contaminación en ríos

La contaminación de aguas se ha vuelto un tema de gran importancia y de gravedad a nivel mundial, y los países en desarrollo son aquellos que más sufren el impacto de este suceso. Estos países descargan cerca del 90% de sus aguas residuales sin ningún tratamiento previo, por lo que dichos contaminantes terminarían en ríos, lagos y por consecuente en el mar (Olguín, et al. 2010).

Esto es uno de los factores que plasma un conflicto entre el hombre y el medio ambiente, puesto que las actividades antropogénicas son una de las principales causas de la contaminación, ya que esta se lleva a cabo por el hecho de introducir materias contaminantes en el agua, sea de forma directa o indirecta,

lo cual afectaría su calidad y perjudicando su posterior uso y su rol dentro de la ecología (Méndez, & Tarela, 2010).

5.3. Qué es un bioindicador

Un bioindicador es un indicador preciso del estrés ambiental, que puede pertenecer a cualquiera de los niveles de organización biológica existente. Pueden determinar los efectos causados por los cambios ambientales permitiendo obtener datos en un periodo corto de análisis (Romano, 2016).

Para que un organismo sea considerado bioindicador debe estar relacionado con las variables físicas, químicas y/o biológicas; de tal manera que dicho individuo se encuentra adaptado a determinadas exigencias ambientales, que al verse estas afectadas, ocasionaría a la presencia, número, conducta, distribución e incluso morfología de estos grupos de especies (Terneus & Yáñez. 2018).

Un contaminante puede afectar a diferentes escalas, el lugar o área que sirve de hábitat para diversos organismos, uno de los factores principalmente afectados es el oxígeno que se encuentra en el agua, al disminuir este elemento, muchos de los organismos que allí habitan podrían verse afectados. De esta manera también se pueden ver afectados por la contaminación los nutrientes del medio, además, existen contaminantes que son considerablemente tóxicos para ciertas especies, por lo que en respuesta a aquello, cada individuo opta por una respuesta metabólica para compensar su afectación (Prat, et al. 2009).

5.4. Bioindicadores acuáticos

En los ecosistemas acuáticos, los organismos que más son utilizados como indicadores biológicos son los invertebrados bentónicos, ya que poseen varias ventajas para que su uso se priorice, entre las cuales tenemos que son numerosos en estos ecosistemas, se encuentran presentes en casi todos los sistemas acuáticos de las zonas continentales, lo cual permitiría realizar comparaciones de estudios de un lugar y otro; por otra parte, se conoce que son sedentarios, facilitando analizar el grado de afectación de las perturbaciones ambientales (Morales, & Castro, 2015).

Para el análisis del estado de los ecosistemas acuáticos se han utilizado a los insectos que habitan principalmente en los ríos, ya que su presencia o ausencia se considera un indicador del grado de contaminación, para lo cual se considera también el tipo de insecto y su abundancia en el sitio de estudio .

5.5. Macroinvertebrados bioindicadores

Por lo general existen métodos de análisis fisicoquímicos que proporcionan datos directos sobre la calidad de agua, sin embargo estos suelen tener un costo elevado de inversión, por lo cual la evaluación mediante la utilización de las comunidades de macroinvertebrados se ha vuelto de gran ayuda al mismo tiempo que se realiza identificación de taxones de organismos presentes en el área de estudio (Rosas, et al. 2014).

Los macroinvertebrados, cumplen un papel muy indispensable en la biodiversidad. Estos organismos han sido utilizados a lo largo de la historia para evaluar la calidad del agua, su principal uso se debe a su sensibilidad a los distintos contaminantes que afectan a los cuerpos de agua, ya que debido a la presencia de estos componentes, ellos reaccionan de manera rápida, por tal motivo se utiliza en la actualidad el termino bioindicadores para este tipo de organismos (Barba, et al. 2013).

Respecto al nivel de identificación taxonómico, se ha debatido en varios estudios, ya que para obtener resultados muy valiosos, bastaría con identificar hasta familia, pero tomando en consideración que no todas las familias abarcan por completo organismos sensibles a contaminación, conteniendo especies que no lo son; por tal motivo se recomienda hacer identificación hasta especie, pero esto conllevaría a un aumento en el costo, por tal motivo para que exista ventajas entre el gasto, el tiempo de estudio y la eficacia en resultados de calidad de agua, se considera la identificación a nivel de familia (Prat, et al. 2009).

5.6. Principales grupos de macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua.

A continuación se describen los principales grupos de organismos que viven en lugares libres de contaminantes, que por dichas perturbaciones ambientales se

ven afectados y se consideran mayormente sensibles a los índices de contaminación (Morales, & Castro, 2015).

5.6.1. Oligoquetos

Los oligoquetos acuáticos presentan parámetros morfológicos similares a los terrestres, su tamaño oscila entre 1 a 30 mm. Se encuentran presentes en lagos, ríos y embalses; en mayores densidades en aguas contaminadas o eutrofizadas, constituyendo un alimento necesario para peces bentónicos, nematodos, larvas de insectos y otros organismos, formando así un eslabón importante en la cadena trófica bentónica (Terneus & Yáñez. 2018).

Su presencia en aguas contaminadas también cumple un rol importante como bioindicador de factores físicos y químicos, con lo cual se puede determinar la presencia de varios metales pesados, residuos de hidrocarburos y además permite determinar el tipo de sustrato (Terneus & Yáñez. 2018).

5.6.2. Efemerópteros

Su nombre proviene a que los organismos adultos de este orden son muy efímeros, ya que llegan a vivir solo horas o minutos. Mientras que su vida larvaria puede durar hasta 2 años y exclusivamente en ambientes acuáticos. Respecto a su reproducción, llegan a producir entre 400 a 1000 huevos. Se alimenta de hierbas y materia orgánica muerta, un gran número de familias de este orden se caracteriza por ser indicadores de calidad de los ecosistemas en los que habitan ya que no podrían sobrevivir a un grado de contaminación alta, mientras otras familias han presentado tolerancia a las variaciones ambientales (Fernández, 2012).

5.6.3. Thricópteros

Sus larvas son exclusivamente acuáticas, se alimentan de manera variada presentando especies herbívoras, detritívoras, e incluso depredadoras. Presenta cuatro etapas en su vida: huevo, larva, pupa y adulto. La pupa dura alrededor de dos semanas y son netamente acuáticos, su etapa adulta al igual que la anteriormente mencionada, también dura dos semanas. Varias especies fabrican un estuche en el cual viven en su etapa larvaria, fabricada de

materiales diversos como arena, grava y restos de vegetación. Debido a que presentan cierta exigencia sobre la calidad del agua, son consideradas un grupo de gran importancia como indicadores biológicos (Fernández, 2012).

5.6.4. Plecóptera

Estos organismos poseen tres etapas de vida: huevos, ninfas (etapa inmadura) y adulta. En su etapa de ninfas son organismos acuáticos mientras que sus adultos se las haya en la vegetación ribereña. Dependiendo de la especie, su etapa inmadura puede durar meses hasta un año mientras que los adultos viven pocos días. Su alimentación se basa en detritos mientras se encuentran son inmaduros, posterior a eso se pueden convertir en predadores y además se alimentan del néctar de las flores. Su principal característica dentro de los ecosistemas, es que son muy sensibles a los cambios ambientales, por lo que les hace ser un grupo de organismos bioindicadores excelentes de la calidad de agua (Morales, & Castro, 2015).

5.6.5. Díptera

Son un grupo de insectos que presentan varias etapas en su ciclo de vida, presentando una etapa larvaria acuática y una adulta voladora, de las cuales, la primera mencionada es la fase bioindicadora de la calidad de los ríos que habita. Los miembros de este orden están asociados a aguas que contienen altos niveles de materia orgánica y bajas concentraciones de oxígeno disuelto, sin embargo un número pequeño de especies están adaptadas a vivir en aguas con mayores niveles de oxígeno disuelto y de bajos niveles de contaminación (Terneus & Yáñez. 2018).

5.6.6. Hemíptera

Conocidos vulgarmente como chinches de agua. La mayoría de estos insectos son conocidos como plagas que atacan plantas de cultivos o silvestres, y también por ser vectores de enfermedades para el ser humano. Dentro de este se encuentra el suborden Heteróptera, comprendido por insectos acuáticos de ecosistemas de agua dulce y ambientes marinos, se caracterizan por

sumergirse en el agua, gracias al oxígeno disuelto presente en el medio (Mashiant & Jessica. 2019).

5.6.7. Coleóptera

Son aquellos insectos conocidos como escarabajos, distinguidas por sus alas anteriores endurecidas que sirven como protección al resto del cuerpo. Se las pueden encontrar en todo tipo de hábitat, menos en el mar. Este grupo de organismos actualmente son utilizados como bioindicadores por la estrecha relación que tiene con el ecosistema en el que vive. Esto se debe a su alto grado de sensibilidad a los cambios ambientales, para lo cual uno de los factores a considerar es su abundancia en los sitios de estudios (Da Silva & Da Silva. 2011).

5.6.8. Odonata

Este grupo es representado por las libélulas, presentan una etapa de ninfa de color opaco y su etapa adulta es colorida. Presentan grandes ojos, en el torax lleva cuatro alas membranosas con una notable venación. Su abdomen es alargado y delgado. Habitan cerca de lagos, lagunas, ríos, quebradas y otros cuerpos de agua dulce e incluso salobre. Su estadio de ninfa es el más duradero, se consideran depredadores voraces e incluso caníbales (Springer, et al. 2010). Su distribución y abundancia se relaciona con los factores ambientales, principalmente la velocidad de la corriente y el tipo de sustrato (Goncalves, 2012).

5.6.9. Pulmonata

Son un grupo de gasterópodos que han desarrollado pulmones para adaptarse a vivir en la superficie terrestre. Pueden vivir en ambientes marinos, estuarinos o agua dulce (Berry, A. 2012). Está representado por caracoles y babosas hermafroditas. Respecto a sus características, presentan una correlación entre su morfología neuronal y respiratoria; tienen la adquisición de un neumotomo y vasos sanguíneos pulmonares bien desarrollados y la presencia de un procerebrum (Mordan & Wade. 2008).

5.6.10. Tricladida

Representados por un grupo de planarias terrestres, gusanos achatados. Se distribuyen por casi todo el planeta, siendo más abundantes en bosques tropicales. Son predadores de otros invertebrados, presentes también en los bosques, como lombrices, opiliones y moluscos (Grau & Carbayo. 2010). Presentan hábitos nocturnos, saliendo a buscar sus presas, mientras en el día permanecen bajo troncos caídos, hojarascas e incluso rocas. Presentan una reducida capacidad migratoria y por sus limitaciones ecológicas se consideran excelentes bioindicadores (Negrete, 2013).

En las últimas décadas han despertado el interés por la sensibilidad de algunas especies hacia la antropización en sus hábitats naturales. Además de esto, sus requerimientos ecológicos también son considerados en otros estudios, basados en la conservación y biodiversidad (Grau & Carbayo. 2010).

5.6.11. Decápoda

Es un orden grande de crustáceos, que habitan diversos ambientes, marinos, de agua dulce y semiterrestres. Dentro de los cuerpos de agua dulce se encuentran cangrejos de río, camarones y demás, ya que este orden presenta organismos de aguas superficiales y subterráneas, y su morfología es variada dependiendo de su hábitat. La relación entre su fisiología y su morfología sigue siendo un poco estudiada (Hobbs & Lodge. 2010).

5.7. Uso de macroinvertebrados para determinar índices de contaminación

La determinación de índices de contaminación de un cuerpo de agua utilizando organismos macroinvertebrados, corresponde a métodos sencillos que permiten obtener resultados inmediatos, para lo cual se han desarrollado varios métodos, basados en la categorización de las taxas identificadas de los organismos, como por ejemplo el método ETP y el índice BMWP, los cuales los cuales toman como base a grupos taxonómicos que se consideran intolerantes a los cambios o perturbaciones que alteren la calidad de su habitan.

Permitiendo así determinar si el sector mantiene un nivel de contaminación que permita o no que ellos continúen su ciclo de vida (Álvarez, 2005).

Para ambos métodos se consideran los órdenes Ephemeroptera, Thricoptera y Plecóptera como bioindicadores de una buena calidad de agua. El índice de BMWP, fue desarrollado para los ríos del Reino Unido, sin embargo ha sido adaptado para ser usado en varios países (Calles, 2007).

5.8. Índice BMWP

El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), se creó con el fin de obtener resultados rápidos y simples sobre el estado de la calidad del agua, utilizando como principal herramienta a organismos macroinvertebrados bioindicadores. Este índice nos permite determinar el estado de los ecosistemas acuáticos mediante la presencia o ausencia de estos organismos. Para llevarlo a cabo se necesita identificar a los organismos que habitan dicho ecosistema a estudiar, la identificación solo sería necesario y basta llegar hasta el nivel de familias, una vez identificadas, se le atribuye un valor de 1 a 10 dependiendo de su tolerancia a la contaminación, de tal manera que se le asigna un puntaje bajo a aquellas familias que toleran la contaminación, y el valor más alto a las familias que se presentan más susceptibles a los cambios que se dan en su ecosistema por la contaminación, es decir que estos organismos huirían de los lugares contaminados, ya que no son aptos para su desarrollo y sobrevivencia. El valor dado a las familias muestreadas se sumaran; mientras este valor sea más alto, la contaminación presente en este sector sería menor (Álvarez, 2005).

6. METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo de manera retrospectiva mediante recopilación de datos obtenidos por estudios realizados por Gutiérrez, Yépez, Toro y Barragán, desde el 2012 al 2018, en el río Quevedo de la provincia de Los Ríos, para demostrar la calidad de agua presente en este sector mediante utilización de organismos macroinvertebrados, aplicando el índice BMWP.

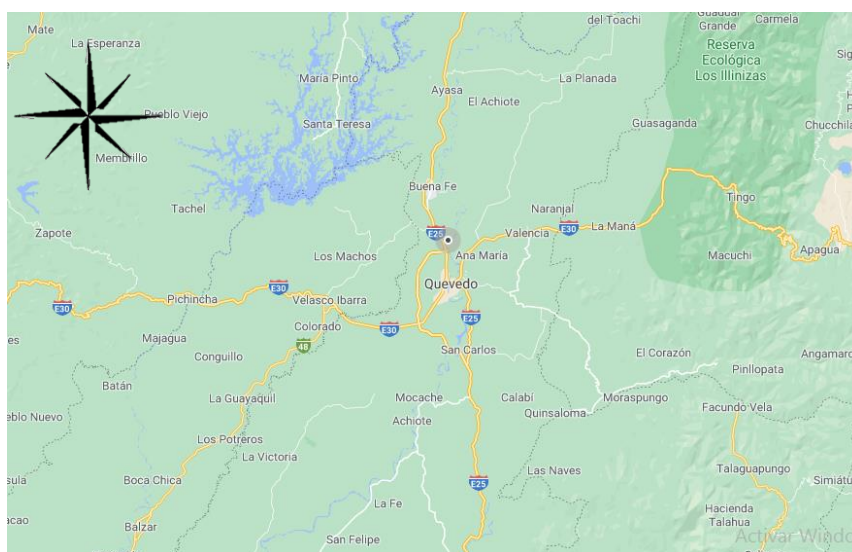


Figura 1. Ubicación del río Quevedo

Fuente: Google maps

6.1. Registro de especies

Para obtener un registro completo de todos los organismos involucrados en este estudio, se realizó un listado con el número de organismos y los puntos en los que fueron hallados en cada año, en el programa Microsoft Excel.

6.2. Relación de la presencia de organismos y la calidad de agua

Para determinar las causas que se involucran en la presencia o ausencia de los organismos en el río, se consultó bibliográficamente las características bioindicadoras de cada grupo de macroinvertebrados y se elaboró una tabla con estos datos.

Posteriormente, se utilizó esta descripción, relacionando los factores que permiten el desarrollo y requerimientos de los organismos para su hábitat, con la abundancia que presentan en cada año, para identificar las razones que involucraron la presencia de cierto grupo de macroinvertebrados en un año y su ausencia del mismo en otro año.

6.3. Evaluación de la evolución de la calidad del agua

Para definir el cambio que ha llevado la calidad del agua del río Quevedo, se tomó en consideración los registros de los estudios realizados durante los años 2012 al 2018, mediante aplicación del índice BMWP. Para lo cual se tomaron en cuenta los datos obtenidos al aplicar dichos métodos utilizando las familias de macroinvertebrados organizados de mayor a menor (tabla 1), basados en su nivel de sensibilidad a los cambios ambientales (Álvarez, 2005).

En la (tabla 2), se muestra las categorías de la calidad de agua en relación al índice BMWP que se obtiene de resultado, para constatar el nivel en que se encuentra el agua (Álvarez, 2005).

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gripopterygidae, Lampyridae, Odontoceridae, Perlidae, Polymitarcyidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Coryphoridae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gomphidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Limnephilidae, Oligoneuriidae, Philopotamidae, Platystictidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae	9
Atyidae, Calamoceratidae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydraenidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Naucoridae, Palaemonidae, Pseudothelphusidae, Trichodactylidae, Saldidae, Sialidae, Sphaeriidae	8
Ancylidae, Baetidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Crambidae, Dictyriidae, Dixidae, Elmidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydrobiidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Lestidae, Ochteridae, Pyralidae	7
Aeshnidae, Ampullariidae, Caenidae, Corydalidae, Dryopidae, Dugesidae, Hyriidae, Hydrochidae, Limnichidae, Lutrochidae, Lymnaeidae, Megapodagrionidae, Mycetopodidae, Pleidae, Staphylinidae	6
Ceratopogonidae, Corixidae, Gelastocoridae, Gyrinidae, Libellulidae, Mesovelliidae, Nepidae, Notonectidae, Planorbidae, Simuliidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Belostomatidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Ephydriidae, Glossiphoniidae, Haliplidae, Hydridae, Muscidae Scirtidae, Empididae, Dolichopodidae, Hydrometridae, Noteridae, Sciomyzidae	4
Chaoboridae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Stratiomyidae, Tipulidae.	3
Chironomidae (cuando no es la familia dominante), Isotomidae, Culicidae, Psychodidae, Syrphidae	2
Haplotaenidae, Tubificidae	1

Tabla 1. Puntaje asignado para las familias de macroinvertebrados para el índice BMWP.

Fuente: (Álvarez, 2005).

Nivel de Calidad	BMWP-CR	Color Representativo
Aguas de calidad excelente	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminada alteradas de manera sensible	101-119	Azul
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Verde
Agua de calidad mala, contaminada	36-60	Amarillo
Agua de calidad mala, muy contaminada	16-35	Naranja
Agua de calidad mala, muy contaminada	<15	Rojo

Tabla 2. Rangos de calidad de agua del índice BMWP

Fuente: (Barragán, 2018).

Se individualizó cada índice por año. De la misma manera se especificó los valores por zonas de muestreos, ya que cada trabajo tomó datos de diferentes zonas, las cuales estaban destinadas para actividades como cultivo de palma africana, extracción de materiales pétreos, otras actividades agrícolas y zona destinada a bosques. Además de esto también se muestreo en las entradas de efluentes que ingresan al río, como efluentes residuales (ER) y efluentes agrícolas – industriales (EAI).

6.3.1. Análisis comparativo de la calidad del agua:

Mediante gráfica lineal, utilizando como base de datos los resultados del índice BMWP de cada año y cada zona de muestreo, se realizó una media de estos valor para obtener un solo índice por año, y se comparó la calidad de agua del río Quevedo, identificando en que año se encontró el mayor grado de contaminación. Una vez obtenido este dato, se reflejó si las condiciones del agua del río mejoraron su calidad o descendieron con el pasar de los años.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1. Registro de especies encontradas

Se describe los resultados de las investigaciones desarrolladas en el río Quevedo en base al uso de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua. Se describe el número de organismos encontrados por familia en cada año y zona de muestreo respectivamente. En la cual está representada la diversidad presente en esta localidad, desde el año 2012 hasta el 2018.

En el primer estudio realizado por Gutiérrez V., en el 2012, se encontró una cantidad mínima de organismos registrando apenas 3 familias; en el siguiente estudio hecho por (Rosado, et al. 2017) con datos tomados en el 2016, se hizo enfoque en los efluentes (ER y EAI) presentes en el río; donde la familia tubificidae es la más abundante en ambos efluentes pero con un número mayor de organismos en el ER. En los estudios realizados por (Toro, A. 2018), y (Barragán, J. 2018), el orden más abundante es el ephemeroptera y mayor diversidad el trichoptera, con una gran diversidad de familias identificadas en los zonas de Bosque (B), Mina (M) y Palma Africana (P.A.); en el trabajo realizado por Toro, se registraron un total de 37 familias y en el realizado por Barragán, J. 28 familias en los puntos: Agrícola (A), Bosque (B) y Pastizal (tabla 3).

Tabla 3. Familias de macroinvertebrados registradas durante el 2012-2018, del río Quevedo.

clase	orden	familias	2012	2016		2018-I			2018-II		
			#	#ER	#EAI	B	M	P.A.	A	B	P
insecta	trichoptera	odontoceridae				3	2				4
		hydrobiosidae				2				2	
		leptoceridae				1	2				2
		calamoceratidae				1				2	
		polycentropodidae				3	3				1
		hydropotilidae				8	2			5	1
		hydropsychidae				2	24	1	20	3	6
		xiphocentronidae				1					
	coleoptera	elmidae		5	6	28	94	125	38	1	25
		ptilodactylidae				4					
		psephenidae	7	0	4						
		hydrophilidae				20	3			2	1
		hydrochidae						1			

		heteroceridae					1	1			
		staphylinidae				2					
	ephemeroptera	leptophlebiidae					1	1	1		
		baetidae	1	0	41	121	85	38	51	91	13
		leptothyphidae				18	27	16	27		29
		caenidae				275	44	85	56	74	17
		belostomatidae				9			1	4	1
	hemiptera	corixidae				6	4		5	3	6
		hydrometridae				1					
		naucoridae				11	36	48	12	2	11
		mesovelidae								1	
		gerridae				11	61	259		6	
	odonata	gomphidae					1		1		
		libellulidae		0	4	5				7	1
		calopterygidae				3				1	
		coenagrionidae						1	6		4
	diptera	tabanidae				2				3	1
		ceratoponidae		12	21			1			
		chironomidae	10	9	7						
		empididae					1	2			
		chironomidae					6	3			
		simuliidae		2	8					1	1
		tipulidae		4	3						
		plecóptera	perlidae		0	35					
crustacea	decapoda	atydae				26	3			8	
bivalva	veneroida	corbiculidae				9	58	67	23	46	116
	unionoida	unionidae				2					
gasteropoda	ceanogastropoda	thiaridae				115	56	3	21	82	55
	architaenioglossa	ampullaroidae				8	6	1		17	
oligochaeta	pulmonata	lymnaeidae	75	35							
clitellata	haplotaxida	tubificidae	3918	656	2	1	22				
rhabditophora	rhynchobdellida	glossiphoniidae	149	27							
arachnida	tricladida	planariidae	7	3							
malacostraca	arachnoidae	N.N				1					
	amphipoda	hyalellidae	12	12							

Fuente: Mejillón, 2020.

7.2. Relación de la presencia de organismos y la calidad del agua

Las características de importancia ecológica que determinan a cada grupo de organismos macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua, se ven reflejados en la tabla 4. Con la fuente de consulta o autores que describen estas propiedades en trabajos anteriormente realizados.

Tabla 4. Características bioindicadoras de los macroinvertebrados.

Bioindicador	Descripción	Fuente
Trichóptera	Huyen de agua contaminadas, viven en agua limpias.	(Fernández, R. 2012)
Efemeróptera	Huyen de agua contaminadas, viven en agua limpias.	(Fernández, R. 2012)

Díptera	Viven en presencia de materia orgánica.	(Terneus & Yánez. 2018)
Plecóptera	Sensibles a cambios ambientales.	(Morales, A. & Castro, E. 2015)
Hemíptera	Aprovechan la cantidad de oxígeno disuelto para sumergirse.	(Mashiant & Jessica. 2019)
Coleóptera	Sensibilidad a cambios ambientales	(Da Silva & Da Silva. 2011)
Odonata	Aumentan su abundancia cuando la vegetación ribereña se altera.	(Goncalves, R. 2012)
Veneroida	Habitan en aguas contaminadas alimentándose de detritus.	(Quiñonez, P. 2015)
Unionoida	Filtradores de materia orgánica en aguas contaminadas.	(Lorente, et al. 2015)
Haplotaxida	Habitan en aguas eutróficas o contaminadas por materia orgánica, poco oxígeno, aguas negras.	(Quiñonez, P. 2015)
Oligochaetas	Metales pesados, residuos de hidrocarburos.	(Terneus & Yánez. 2018)
Decápoda	Responden a presencia de materia orgánica en sedimentos en aguas contaminadas.	(Chagas, G. 2008)

Fuente: Mejillón, 2020

Basado en la información de cada bioindicador, se puede describir los motivos de su presencia o ausencia en los diferentes años de muestreo:

En la gráfica 1 se encuentra representado el incremento y disminución de cada orden de macroinvertebrados durante el periodo de estudio 2012 al 2018. Donde la más abundante es la familia haplotaxida con la mayor cantidad de organismos registrada en el 2016, siendo las posibles causas de aquello, la presencia de materia orgánica excesiva, metales pesados, o aguas putrefactas debido a que en ese año los muestreos se realizaron en los puntos de ingreso de efluentes residuales y agrícolas-industriales; y mostrando una disminución considerable para el 2018.

El orden ephemeroptera presentó solo un individuo en el 2012, y 41 en el 2016 en aguas provenientes de los efluentes, no siendo así en el 2018, donde presentó un incremento con número elevado de organismos, indicando que las condiciones de vida para estos organismos en el río mejoraron en el último año de estudio. De la misma manera se da el caso con los organismos del orden trichóptera. Ya que estos organismos huyen de las aguas contaminadas.

Los plec6pteros, al ser muy exigentes en las condiciones que requiere para su h6bitat, demuestra que la contaminaci6n en el r6o Quevedo, permite su escasa presencia en todos los a6os de estudio.

Otros organismos sensibles son los pertenecientes al orden cole6ptera (Da Silva & Da Silva. 2011). Los cuales demuestran que en el 2018 encontraron una mejor calidad de agua ya que el n6mero de individuos es mayor en este a6o y muy escaso en los anteriores.

La ausencia de individuos del orden hem6ptera en los a6os 2012 y 2016, determinan que el nivel de ox6geno disuelto se encontraba fuera de los niveles permisibles, mostrando mejoras en el 2018, ya que estos organismos son exigentes en sus requerimientos de OD.

La presencia de organismos del orden d6ptera durante todo el periodo de estudio, muestra que existe un nivel moderado de contaminaci6n por materia org6nica, con un ligero aumento en el a6o 2016. Lo cual tambi6n se puede distinguir con la familia unionidae.

La familia veneroida del orden bivalva, se encuentra presente con un n6mero alto de individuos en el a6o 2018 demostrando la existencia de detritus, procedente posiblemente de materia org6nica existente en a6os anteriores. Esto se determina, basado en el tipo de alimentaci6n que poseen estos organismos.

En 6ltimo lugar, tenemos 6rdenes como dec6poda, arachnoidae y odonata, que presentan una cantidad baja en el 2018 y ausente en el 2012 y 2016, tambi6n responden a determinados contaminantes de origen org6nico. Demostrando una disminuci6n de estos elementos, desde el 2012.



Gráfico 1. Comparación de incremento y disminución de organismos en relación a los años de muestreos.

Fuente: Mejillón, 2020

7.3. Valores del índice BMWP por año.

En el estudio realizado en el 2012, se obtuvo un solo en el índice BMWP, por otro lado como se puede observar en la (tabla 5), en el 2016 obtuvo el índice por cada entrada de efluentes, tanto en la entrada de efluentes residuales (ER) como de efluentes agrícolas e industriales (EAI), dando un valor diferente de BMWP donde se puede observar que el valor más bajo es de 20 en los efluentes residuales, demostrando así, que este punto, es el más contaminado de los dos, sin embargo ambos valores están dentro del rango de muy contaminado, según se refleja en la (tabla 2).

Tabla 5. Descripción de los valores del índice BMWP, basados en las actividades de los sectores de muestreos.

Año	2012	2016		2018			2018		
Sitio / muest		ER	EAI	bosque	mina	Palma afric.	bosque	pastizal	Agrícola
BMWP	14	20	37	42.8	29.2	22.2	21,7	20,6	19,5
Calidad de agua	Ext. Contam.	Muy contamin.		Mala calidad			Mala calidad		

Fuente: Mejillón, 2020

En el estudio realizados por Toro en el 2018, el índice más elevado se obtuvo en la zona de bosque con un índice de 42.8, tal como se puede evidenciar en la (grafica 2). Mientras en el estudio hecho por Barragán en el mismo año, se puede notar, también existe un valor mayor en su índice en la zona del bosque, en el primer muestreo del mes de enero y febrero, el valor fue de 38 (ilustración 6).

Cabe recalcar que en estos dos últimos estudios realizados, se obtuvo un índice por cada zona de muestreo como se muestra en la tabla 5. Mas sin embargo, para establecer un índice que represente la calidad del agua de todo el río, se realizó una media entre los puntos muestreados (tabla 4).

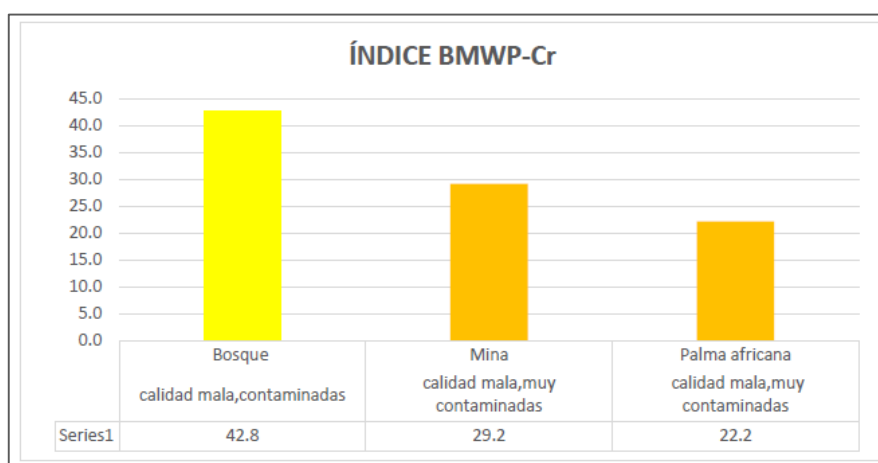


Gráfico 2. Gráficas de resultados de índice BMWP por zona de muestreo de estudio del 2018-I.

Fuente: (Toro, 2018)

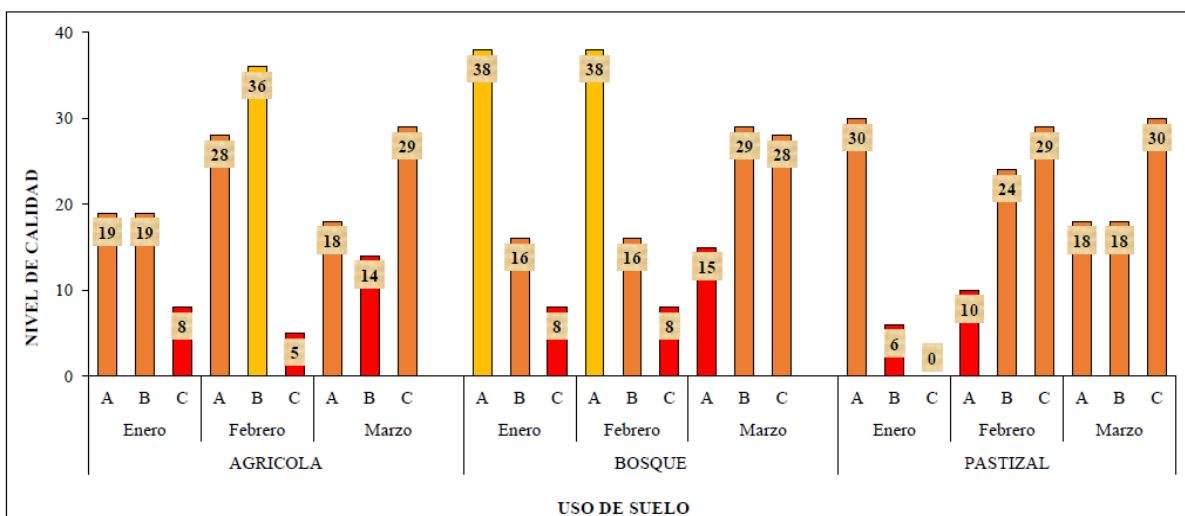


Gráfico 3. Gráficas de resultados de índice BMWP mensual, por zona de muestreo de estudio del 2018-II.

Fuente: (Barragán, 2018)

7.3.1. Análisis de cambio de calidad de agua por índice BMWP

Para este análisis se tomó las medias del índice BMWP por año (tabla 6). Obteniendo como rango mínimo 14 en el 2012 en el trabajo hecho por Gutiérrez, indicando que es el año con mayor grado de contaminación en el río Quevedo.

De manera notoria su calidad mejoró en el 2016 con un índice de 28,5 según lo describe Yépez. Para el año 2018, en el estudio realizado por Toro, el índice de calidad de agua aumento a 31,4 demostrando que el grado de contaminación menguó. Por otro lado, en el trabajo hecho por Barragán en la misma fecha, muestra una disminución considerable del índice (grafica 4). Las posibles causas de este hecho se pueden establecer en los sitios de muestreos, ya que es la única diferencia que se presenta en ambos estudios hechos en el mismo año.

Los resultados del índice BMWP, desde 2012 hasta 2018, en relación a la (tabla 2) que establece los rangos de calidad de agua, se muestra que el río aún se encuentra en mala calidad y contaminada.

Tabla 6. Promedio de valores de índices BMWP por año.

	Índice BMWP	Calidad del agua
2012-1	14	Extremadamente contaminada
2016-1	28,5	Muy contaminada
2018-1	31,4	Mala
2018-2	20,6	Muy contaminada

Fuente: Mejillón, 2020

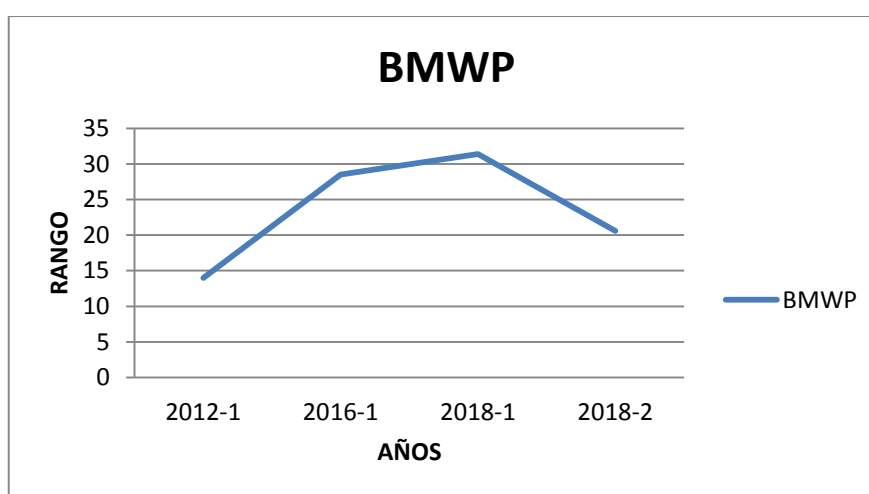


Gráfico 4. Cambios de la calidad del agua por año de estudio.

Fuente: Mejillón, 2020

En base a esto se demuestra que el año con menor cantidad de organismos macroinvertebrados y bajo índice de calidad de agua es el 2012, lo cual se puede corroborar con el estudio hecho por (Cepeda, 2011), quien describe que para ese año, en la población de la parroquia San Cristobal, aledaña al río Quevedo, se realizó una encuesta en la que se demostró que los pobladores, no tenían conocimiento en cuanto al manejo de residuos sólidos y materia orgánica ni interés por parte de las autoridades de esa fecha. Las causas que llevaron a realizar este trabajo se basó en el deterioro del suelo, el cual se ha utilizado para diversas actividades, como se describe en los estudios de Toro y Barragán hechos en el 2018.

Según (Robinson, 2015) mediante análisis físico-químicos, determinó que para ese año, en el río Quevedo existía excesos de materia orgánica como heces fecales, y metales pesados, lo cual corrobora lo analizado en el objetivo 2, en el cual se determina que estos contaminantes, son la razón de la presencia de un numero alto de organismos pertenecientes al orden haplotaxida en el 2016. Además de niveles altos de oxígeno disuelto, lo cual impide la presencia de organismos como el orden hemíptera en este mismo año.

8. CONCLUSIONES

- El establecer una base de datos de las investigaciones realizadas en el río Quevedo, registró la diversidad de organismos bioindicadores, el número poblacional, que demuestra que el estado del río mejoró hasta el año 2018.
- La presencia de macroinvertebrados responden a la calidad de agua presente en cada año, descrita de la siguiente manera: 2012 extremadamente contaminada, 2016 muy contaminada y 2018 mala calidad, siendo así, que cada grupo de organismos está relacionada a las causas de contaminación del río, de las cuales la más suscitada es materia orgánica o restos de ella.
- La calidad de agua presentó mejoras desde el 2012 hasta el 2018, mas sin embargo, los valores del índice BMWP, determinan que a pesar de esta mejoría, el río Quevedo no presenta buena calidad hasta la última fecha muestreada mediante la utilización de macroinvertebrados. Calificando al agua de este río en mala calidad.

9. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Arango L. (2005). *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Álvarez, J., Panta, J., Ayala, C. & Acosta, E. (2008). Calidad integral del agua superficial en la cuenca hidrológica del Río Amajac. *Información tecnológica*, 19(6), 21-32.

Barba, R., De la Lanza, G., Contreras, A. & González, I. (2013). Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(1), 381-383.

Barragán, J. (2018). *Comunidades de macroinvertebrados acuáticos y calidad hídrica en el río Quevedo, Ecuador* (Bachelor's thesis).

Calles, J. (2007). Bioindicadores terrestres y acuáticos para las microcuencas de los ríos Illangama y Alumbre, provincia Bolívar.

Cepeda, R. (2011). *El incumplimiento de las Normas Ambientales genera la Contaminación Ambiental en Sector Isla del Río Quevedo de la Parroquia San Cristobal de la Ciudad de Quevedo* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2011).

Chagas, G. (2008). Avaliação do potencial bioindicador de *Trichdactylus fluviatilis* (Latreille, 1828)(Crustaceae: Decapoda: Trichodactylidae) na bacia do Rio Corumbataí.

Da Silva, P., & Da Silva, F. (2011). Besouros (Insecta: Coleóptera) utilizados como bioindicadores. *Revista Congrega Urcamp*, 1-16.

Díaz, H. & Torres, J. (2000). Importancia de los ríos en el entorno ambiental. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 3(5), 57-63.

Enríquez, C. & Torres, L. (2017). *Desarrollo de una metodología para el monitoreo ambiental de cursos hídricos urbanos intervenidos con obras*

hidráulico sanitarias por la EPMAPS. Casos de estudio: quebrada ortega y aportantes (Master's thesis, Quito, 2017.).

Escobar, J (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. CEPAL. *División de recursos Naturales e Infraestructura*. Santiago de Chile.

Fernández, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de información ambiental*, (39), 24-29.

Germain, N. (2004). Importancia de la calidad de agua del río Conte y recomendaciones para un plan de acción de gestión sostenible, Playa Blanca, Golfo Dulce, Costa Rica.

Goncalves, R. (2012). Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade ambiental de cursos d agua no cerrado.

Grau, J. & Carbayo, F. (2010). Panorama de la diversidad de planarias terrestres (Platyhelminthes: Tricladida) de Chile. *Boletín de Biodiversidad de Chile*, (2), 41-54.

Guerra, J., Sánchez, J., & García, J. (2004). Los caprélidos (crustacea: Amphipoda) del estrecho de Gibraltar y su utilidad como bioindicadores marinos. *Almoraima*, 31, 315-323.

Gutiérrez Lara, V. (2013). *Comparación de protocolos de bioindicadores y su eficacia en la medición de la calidad del agua en los ríos: Quevedo, San Pablo, Lulo y Estero La Cadena. Año 2012 - Plan de difusión* (Master's thesis, Quevedo: UTEQ).

Hobbs, H. & Lodge, D. (2010). Decapoda. In *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates* (pp. 901-967). Academic Press.

Llorente, L., Roselló, E., & Morales, A. (2015). Las Náyades (Mollusca, Unionoida) del Calcolítico de Camino de las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid).

Mashiant, C., & Jessica, M. (2019). *Caracterización de insectos hemimetábolos del orden hemíptera como grupo Bioindicador en un proceso de restauración ecológica con enmiendas de Biochar en el CIPCA* (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).

Méndez, A. & Tarela, P. (2010). Transporte de contaminantes en el medio acuático. *Universidad Tecnológica Nacional. Maestría en Ingeniería Ambiental*.

Morales, A. & Castro, E. (2015). Importancia y utilidad de los bioindicadores acuáticos. *Biodiversidad Colombia*, 5, 39-48.

Mordan, P., & Wade, C. (2008). Heterobranchia II: The Pulmonata. *Phylogeny and Evolution of the Mollusca*, 409.

Negrete, L. (2013). *Diversidad de planarias terrestres (Platyhelminthes, Tricladida, Geoplanidae) en el bosque paranaense argentino* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Olgúin, E., González, R., Sánchez, G., Zamora, J., & Owen, T. (2010). Contaminación de ríos urbanos: El caso de la subcuenca del río Sordo en Xalapa, Veracruz, México. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 1(2), 178-190.

Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*, 631-654.

Quiñónez, P. (2015). *Evaluación del estado de salud ecológica de la microcuenca del río Pita (sector Molinuco, canteras y antiguo botadero Cashapamba) utilizando macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua* (Bachelor's thesis, Quito/UIDE/2015).

Romano, L. (2016). Bioindicadores acuáticos en peces. *Revista AquaTIC*, (7).

Rosado, Á., Yanez, Á., Zambrano, J., Cabezas, D., Chuez, N., & Cajas, C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en

áreas de descargas residuales al río Quevedo: Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 10(1), 27-34.

Rosas, J., Ávila, H., Sánchez, A., Rosas, A., García, S., Sampedro, L. & Juárez, A. (2014). Índice BMWP, FBI y ETP para determinar la calidad del agua en la laguna Coyuca de Benítez, Guerrero, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(2), 82-88.

Springer, M., Ramírez, A., & Hanson, P. (2010). Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 151-198.

Tapia, L., Sánchez, T., Baylón, M., Jara, E., Arteaga, C., Maceada, D., & Salvatierra, A. (2018). Invertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en lagunas Altoandinas del Perú. *Ecología Aplicada*, 17(2), 149-163.

Terneus, E. & Yáñez, P. (2018). Principios fundamentales en torno a la calidad del agua, el uso de bioindicadores acuáticos y la restauración fluvial en Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 27(1), 36-50.

Toro, A. (2018). Relación entre los usos de suelo y los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad hídrica en el río Quevedo, Ecuador. (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).