

COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO LIMÓN, CANTÓN QUEVEDO

COMMUNITIES OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE WATER QUALITY OF THE LIMÓN ESTUARIE, QUEVEDO CANTON

Mayra Lisette Zapata Velasco^{1*}, Kevin Miguel Veliz Ibarra², Rodrigo Paul Cabrera Verdezoto³, Bryan Alejandro Cruz Macías⁴, Paola Stefania Pardo Reyes⁵

{mayra.zapata@unesum.edu.ec¹, kveliz@ups.edu.ec², rodrigo.cabrera@unesum.edu.ec³, bryan.cruz@unesum.edu.ec⁴, paola.pardo@unesum.edu.ec⁵}

Fecha de recepción: 31 de octubre de 2023/ Fecha de aceptación: 5 de enero de 2024/ Fecha de publicación: 31 de enero de 2024

RESUMEN: Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos son considerados indicadores exitosos de la calidad del agua, el presente artículo tuvo como finalidad de identificar comunidades de macroinvertebrados bentónicos y relacionarlos con la calidad del agua del estero Limón localizado en el cantón Quevedo. La recolección de macroinvertebrados acuáticos se llevó a cabo semanalmente durante ocho semanas utilizando materiales como red tipo “D-net” y manualmente, las muestras obtenidas fueron conservadas en alcohol al 70% e identificadas en laboratorio con ayuda de un estereoscopio y claves taxonómicas para aplicar los índices EPT%, IBF-SV y BMWP-Col; al mismo tiempo se tomó muestras de agua para analizar oxígeno disuelto, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH y turbidez. Los índices biológicos de monitoreo indicaron que según (EPT%) el agua de los puntos 1 y 2 es considerada “Mala” mientras que para el punto 3 y 4 la califica como “Regular”; el índice IBF-SV aplicado para el estero Limón (puntos 1, 2, 3 y 4) estableció aguas “Regulares pobres” para todos los puntos mencionados mientras que el índice BMWP-Col califica el agua de los puntos 1 y 3 como agua “Dudosa” y puntos 2 y 4 como “Crítica”. Los grupos funcionales alimenticios que se destacaron en las zonas de estudio fueron depredadores 68%, colectores 19% y raspadores 13%. Las familias dominantes encontradas constituyen un claro indicador de la calidad de agua lo mismo que se justifica mediante los resultados proporcionados por los índices biológicos EPT, BMWP-Col e IBF-Sv y análisis físico-químicos del agua.

Palabras clave: Agua, biomonitoreo, calidad, macroinvertebrados, parámetros

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0003-1578-3776>

²Universidad Politécnica Salesiana, <https://orcid.org/0009-0003-5808-5166>

³Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-9560-5795>

⁴Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0003-3462-6928>

⁵Universidad Estatal del Sur de Manabí, <https://orcid.org/0000-0002-4384-0662>

ABSTRACT: Benthic macroinvertebrate communities are considered successful indicators of water quality. This article was carried out with the purpose of identifying benthic macroinvertebrate communities and relating them to the water quality of the Limón estuary located in the Quevedo canton. The collection of aquatic macroinvertebrates was carried out weekly for eight weeks of monitoring using materials such as the “D-net” type network and manually, the samples obtained were preserved in 70% alcohol and identified in the laboratory with the help of a stereoscope and taxonomic keys to apply the EPT%, IBF-SV and BMWP-Col indices; At the same time, water samples were taken at each monitoring point to analyze dissolved oxygen, temperature, electrical conductivity, total dissolved solids, pH and turbidity. The biological monitoring indices indicated that according to (EPT%) the water in points 1 and 2 is considered “Bad” while for point 3 and 4 it is classified as “Fair”; The IBF-SV index applied for the Limón estuary (points 1, 2, 3 and 4) established “Regular poor” waters for all the mentioned points while the BMWP-Col index qualifies the water of points 1 and 3 as “water” Doubtful” and points 2 and 4 as “Critical”. The functional food groups that stood out in the study areas were predators (68%), collectors (19%) and scrapers (13%). The dominant families found at the monitoring points constitute a clear indicator of water quality, which is justified by the results provided by the biological indices EPT, BMWP-Col and IBF-Sv and physical-chemical analysis of the water.

Keywords: *Biomonitoring, macroinvertebrates, parameters, quality, water*

INTRODUCCIÓN

La superficie del planeta está cubierta en un 70% por agua, la misma que se encuentra distribuida en océanos, lagos, ríos, aire y suelo (1). Cuenta con propiedades únicas que la hacen esencial para la vida (2). El 97,5% del total de agua se localiza en los océanos y tan solo un 2,5% es agua dulce (3). Los glaciares, la nieve y el hielo de los cascos polares constituyen casi el 80% del agua dulce, el agua subterránea 19% y el agua de superficie accesible sólo el 1%. Esta baja cantidad de agua de superficie, se encuentra especialmente en lagos (52%) y humedales (38%) (4).

La calidad de agua, tanto superficial como profunda está sujetas a modificaciones debido a elementos naturales como antropogénicos. La calidad de agua se estima al analizar sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas en relación a estándares establecidos para los diferentes usos de la misma; la disminución de la calidad de esta fuente de vida se manifiesta como una intranquilidad mundial, el exceso poblacional, actividades agrícolas e industriales y el inminente cambio climático son algunas fuentes que alteran este recurso (5).

En Ecuador la contaminación de recursos hídricos es generada principalmente por residuos municipales e industriales, agricultura intensiva, ganadería y crianza de animales, minería, extracción de petróleo entre otras actividades que aportan a la destrucción del recurso hídrico superficial y subterráneo (6).

Conocer y proteger ecosistemas fluviales, además de estudiar sus modificaciones a través del tiempo ha provocado en las últimas décadas el desarrollo de índices biológicos para determinar los efectos antropogénicos que se dan en este recurso (7).

Dentro de los indicadores ambientales destacados se encuentran los macroinvertebrados bentónicos, su estadía en los cursos de agua manifiesta las circunstancias del ambiente no solo al momento sino a largo plazo (8). Actualmente los macroinvertebrados bentónicos toman protagonismo como indicadores biológicos de calidad de agua, considerándose en el ámbito ambiental una herramienta de monitoreo eficiente y económica (9).

En la Ciudad de Quevedo, se localiza el estero Limón, recurso hídrico de importancia para las comunidades de su alrededor, debido a la relevancia de su cauce, a las actividades antropogénicas que en sus riberas se practican y a su ubicación geográfica ligada directamente con el vertedero municipal de Quevedo y los lixiviados que en él se genera, este estudio tiene como finalidad, establecer la composición y diversidad de familias de macroinvertebrados bentónicos, presentes en el estero y su relación con la calidad de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, parroquia San Cristóbal, cuyos límites son: al norte Buena Fe y Valencia, al sur; Mocache, al este; Ventanas y Quinsaloma y al oeste, El Empalme. Situada a las orillas del río Quevedo, ubicada a 1° 20' 30" de Latitud Sur y 79° 28' 30" de Longitud Occidental, dentro de una zona de tropical húmeda. La temperatura promedio fue de 25°C, con precipitaciones entre 1750mm y 2500mm (10).

Tabla 1: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

SITIOS	PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS	
		X	Y
Esteros Limón	Punto (1) Vía Cañalito	674408	9886424
Esteros Limón	Punto (2) Vertedero Municipal de Quevedo	674591	9884541
Esteros Limón	Punto (3) Sector El Gallo	674988	9883785
Esteros Limón	Punto (4) Cruce carretera principal vía San Carlos	673962	9882499

La determinación de los puntos de muestreo se llevó a cabo en función de la ubicación del vertedero municipal del cantón Quevedo, aguas arriba y aguas abajo del estero Limón y analizando a la vez el estero en el Sector El Gallo, además, tomando en cuenta las características físicas del terreno, actividades antropogénicas y los niveles de caudal.

El muestreo tuvo como objetivo recolectar la mayor diversidad de macroinvertebrados bentónicos y para lograrlo se exploró la mayoría de hábitats de cada punto de muestreo una vez

por semana durante 8 semanas. Entre las técnicas utilizadas para la recolección de los macroinvertebrados bentónicos podemos mencionar: recolección manual y red tipo D-net.

Las muestras colectadas fueron colocadas en bandejas de plástico, para separar los macro invertebrados del sedimento. Las muestras limpias se fijaron en alcohol al 70% las cuales posteriormente se llevaron al laboratorio para su identificación con la ayuda de un estereoscopio, con sumo cuidado se tomó con la ayuda de pinzas a los macroinvertebrados, identificando sus patas, alas entre otras características importantes que nos permitan identificarlos a través de claves dicotómicas, usadas para la entomofauna acuática neotropical.

Con la finalidad de fortalecer los resultados de la investigación se procedió a realizar tomas de muestras de agua una vez por semana durante las 8 semana para analizar parámetros físico-químicos del agua y a la vez compararlos con los límites máximos permisibles establecidos por la Legislación Ambiental Nacional específicamente Acuerdo Ministerial 097-A e internacional OMS y EPA (11).

La aplicación de los índices biológicos se llevó a cabo posteriormente a la determinación de la abundancia de familias de macroinvertebrados bentónicos, aplicando la metodología establecida para su evaluación.

El Índice Biótico EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) manipuló tres grupos de macro invertebrados perceptivos a contaminación orgánica, estos son los órdenes Epheméroptera, Plecóptera, y Trichóptera. Se dividió el número de EPT encontrados en la muestra para la cantidad total de organismos de la misma (12).

$$IEPT = (NEPT/N) * 100$$

Donde:

IEPT = índice EPT

NEPT = Número total de individuos EPT en la muestra

N = Número total de individuos en la muestra

Para aplicar los Índice BMWP-Col a los macroinvertebrados recolectados se les asignó valores del 1 a 10, las familias más sensibles como Perlidae (Plecoptera) y Oligoneuriidae (Ephemeroptera) presentan un puntaje de 10, en cambio las más tolerantes a la contaminación por ejemplo Tubificidae (Oligochaeta), tienen una puntuación de 1 (13). La suma los puntajes de todas las familias proporcionó el puntaje total BMWP.

El cálculo de este índice IBF – El Salvador consistió en promediar los puntajes de los grupos taxonómicos recolectados en cada punto de estudio, ponderado por su abundancia relativa, los valores cerca al “0” muestran baja resistencia a la contaminación orgánica y los aproximados a “10” indican una alta tolerancia a este tipo de contaminación. Para el cálculo de este índice se utilizó la tabla de puntajes ecológicos relacionada a la sensibilidad de las familias, posteriormente se ponderó la abundancia de cada una, multiplicando estas por el grado de sensibilidad (desde 0 a 10), se realizó la sumatoria y se calculó un promedio con base en ella y el número de familias

ponderadas.

Los parámetros físico-químicos a evaluar se seleccionaron en función de su importancia en la calidad del agua y de los usos potenciales que se le da a estos cursos de agua involucrados en nuestro estudio, los análisis constarán de parámetros como: temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l), pH, Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y sólidos disueltos totales (mg/l), In situ y Ex situ según la disponibilidad de los equipos. Los resultados obtenidos serán comparados con el Acuerdo Ministerial 097 (TULSMA), OMS y EPA.

La clasificación trófica de los macroinvertebrados, se realizó según las propuestas de Chará-Cerna (14) donde clasifican tróficamente a los macroinvertebrados acuáticos, posteriormente se determinó los grupos dietarios presentes en los puntos de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los macroinvertebrados capturados durante las ocho semanas de muestreo en el Estero Limón (Punto 1) fueron un total de 268 individuos, agrupados en 24 familias pertenecientes a siete órdenes, las familias que registraron la mayor cantidad de individuos fueron Hydrobiidae con un total de 51 individuos (19,03%), seguido de Gomphidae con 28 organismos (10,45%) y Libellulidae con 25 macroinvertebrados (9,33%), mientras que las que registraron menor presencia fueron Chironomidae con 2 individuos (0,75%) y Leptohephyidae con 1 macroinvertebrado (0,37%).

En el Estero Limón (punto 2), se capturó durante las ocho semanas de muestreo un total de 230 individuos, asociados en 21 familias concernientes a ocho órdenes, las familias que registraron un mayor número de macroinvertebrados fueron Belostomatidae con 33 individuos (14,35%), seguido de Coenagrionidae con 31 macroinvertebrados (13,48%) y Libellulidae 29 organismos (12,61%), las familias con menor cantidad de organismos fueron Heptageniidae y Corixidae con 1 (0,43%) y 3 (1,30%) individuos respectivamente.

Durante las ocho semanas de muestreo en el sector El Gallo (punto 3), se recolectó 202 macroinvertebrados, agrupados en 16 familias correspondientes a siete órdenes, como familias predominantes tenemos a Coenagrionidae con 27 individuos (13,37%), Calopterygidae con 20 (9,90%) y Baetidae con 19 macroinvertebrados (9,41%); mientras que las menos numerosas son Psephenidae y Hydrophilidae con 4 macroinvertebrados cada una (1,98%).

La recolección de macroinvertebrados en el Estero Limón (punto 4) en cuanto a la abundancia dio como resultado un total de 148 individuos, correspondientes a 13 familias de 7 órdenes, la mayor cantidad de macroinvertebrados la registraron las familias Coenagrionidae, Libellulidae con 28 (18,92%) y 23 (15,54%) individuos respectivamente, además de Hydroptilidae con 22 macroinvertebrados (14,86%); las familias con menos número de individuos fueron Psephenidae y Hydrophilidae con 2 (1,35%) y 1 (0,68%) macroinvertebrados cada una.

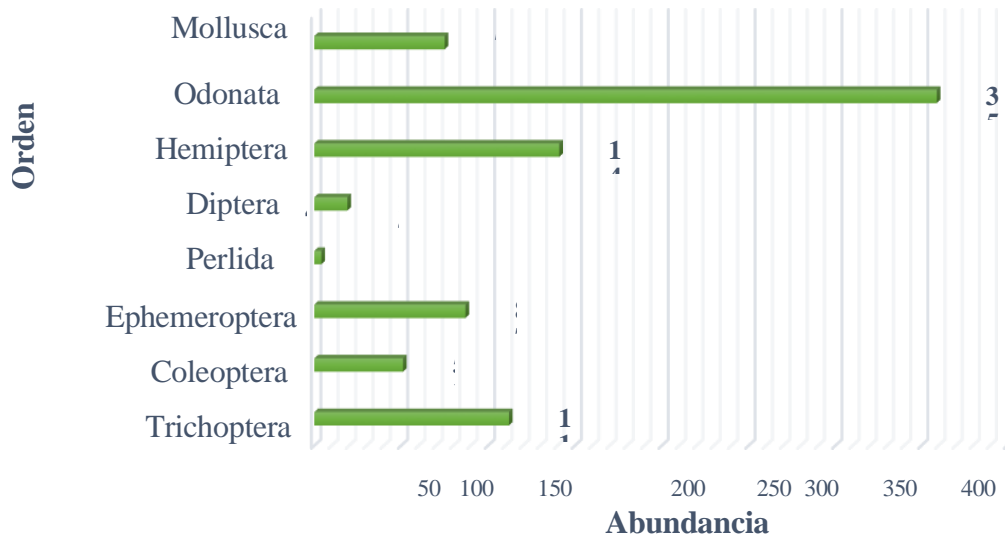


Figura 1: Abundancia general de macroinvertebrados

Los macroinvertebrados bentónicos identificados corresponden principalmente a la categoría trófica depredadores 68%, 19% colectores y 13% raspadores como se indica en la figura 2.

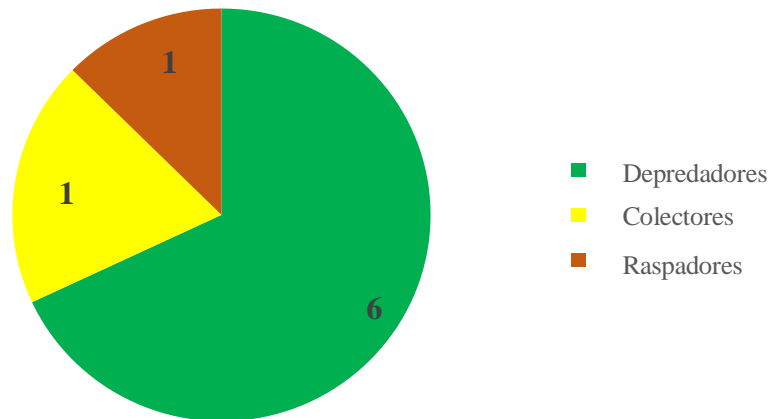


Figura 2: Categorías Tróficas de macroinvertebrados

Una vez recolectados los macroinvertebrados bentónicos durante las ocho semanas de muestreo se procedió a calcular los índices biológicos de calidad de agua: EPT, BMWP-Col e IBF-El Salvador y a categorizar tróficamente los mismos, para los cuatro puntos de estudio obteniendo los siguientes resultados en valores promedios de las 8 semanas de muestreo:

COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO LIMÓN,
CANTÓN QUEVEDO

Tabla 2: Cálculo de índices biológicos

	P1	P2	P3	P4
ETP	Mala	Mala	Regular	Regular
IBF-SV	Regular pobre	Regular pobre	Regular pobre	Regular pobre
BMWP-Col	Dudosa	Crítica	Dudosa	Crítica

Los análisis de parámetros físico-químicos realizados en el Estero Limón (punto 1) indican que están acorde a los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental nacional AM-097, OMS y EPA durante las ocho semanas de muestreo, en el (punto 2) podemos los parámetros físico- químicos que superan los límites máximos permisibles son Oxígeno Disuelto (OD) con un valor de 3,6 mg/l, Sólidos disueltos totales (STD) con un promedio de 198 y conductividad eléctrica (CE) con un valor de 395,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y hierro durante las ocho semanas de muestreo, mientras que la temperatura y turbidez se mantienen dentro de las normas.

El punto 3 sector El Gallo, los valores promedios se encuentran dentro de los límites permisibles por la Normativa Ambiental y la OMS. Mientras que en el punto 4 nos muestran que el parámetro que supera los límites permisibles por la OMS 1993 son los Sólidos Disueltos totales (STD) durante todas las semanas de monitoreo con un valor promedio de 114,1, mientras tanto los demás parámetros si se hallan dentro de los valores establecidos por la normativa.

Tabla 3: Parámetros físicos estero Limón

	P1	P2	P3	P4
Temperatura °C	25,5	26,2	25,1	24,5
Oxígeno Disuelto (mg/l)	6,6	3,6	7	7
Sólidos Disueltos Totales (u)	97,2	198	95,3	114,1
Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{c m}$)	192,8	395,9	158,3	229,7
pH	7,7	7,6	7,9	7,9
Turbidez (FNU)	7,2	7,8	4,4	7,4

Discusión: En el estudio la orden de mayor abundancia fue la Odonata, seguida por otras órdenes igual de relevantes como Hemiptera, Trichoptera, Ephemeroptera. Estos resultados varían entre los puntos de muestreo, 1 y 2, donde las ordenes de mayor abundancia son Mesogastropoda y Hemiptera.

Esto se comparó con el estudio realizado por Macías (15), se compararon la presencia de macroinvertebrados, en el estero El Taco, de la ciudad de Mocache, se realizó diferenciando el uso del suelo, considerando tres tipos, pastizal, bosque y agrícola. En sus resultados de los tres usos de suelo, la orden de mayor presencia es Ephemeroptera, pero en el caso de Bosque la segunda orden de mayor presencia es la Odonata, al igual que el estudio actual.

Esta diferencia se puede deber a la alta distribución de los Ephemeroptera por todo el mundo,

prefiriendo climas cálidos y aguas de flujo rápido, mientras que los Odonatos son mayormente migratorios, pudiendo moverse a donde consideren que el agua es de mejor calidad, además de ser muy sensibles a los cambios de temperatura media.

El resultado del estudio anterior se puede comparar con lo obtenido por Yépez (16), donde se observó la influencia de la agricultura en las comunidades de macroinvertebrados, en el estero Limón, del cantón Pangua. Los resultados obtenidos muestran una mayor presencia de Ephemeroptera, por su distribución y poder soportar cierto grado de contaminación. En este mismo estudio la segunda orden de mayor presencia es la Trichoptera, que también están distribuidos por todo el mundo, prefiriendo regiones cálidas.

De acuerdo al índice de calidad BMWP, la calidad del estero Limón del cantón Quevedo se encuentra entre dudosa y crítica, mientras que la calidad del estero El Taco del cantón Mocache posee una calidad buena, esto se puede deber a la baja corriente de este último, que permite establecer comunidades de macroinvertebrados como las de orden Ephemeroptera y Trichoptera. Mientras que el estero Limón del cantón Pangua posee una calidad buena, que se encuentra influenciado por actividades de baja contaminación, como cultivo agrícola.

En los parámetros físico-químicos no hubo diferencias significativas, entre el estero Limón y estero El Taco, teniendo valores de pH (7,6-7,9) y (6,7-7,5), temperatura (24,5-26,2 °C) y (26,2-27,6 °C), conductividad eléctrica (158-395 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y (126 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos disueltos totales (95-198 u) y (29-63 u), oxígeno disuelto (3,6-7 mg/l) y (0,9-5,8 mg/l). Las diferencias más notables se encuentran en la conductividad eléctrica y los sólidos disueltos totales, están diferencias se pueden deber a las bajas corrientes del estero El Taco.

CONCLUSIONES

Las familias dominantes encontradas en los puntos de monitoreo constituyen un claro indicador de la calidad de agua lo mismo que se justifica mediante los resultados proporcionados por los índices biológicos EPT, BMWP-Col e IBF-Sv. Las familias más abundantes fueron del orden Odonata destacándose los Coenagrionidae y Libellulidae. Los grupos funcionales alimenticios que se destacaron en las zonas de estudio fueron los depredadores, colectores y raspadores, esto se debe a las características de las riberas de los esteros que son propias del hábitat del grupo de los predadores. Los análisis de parámetros físico químicos demostraron que de los cuatro puntos de monitoreo, el punto 2 que pertenece al estero Limón (aguas abajo del vertedero municipal) es el más crítico en parámetros como el oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y hierro, valores que superan los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ambiental nacional e internacional. El índice de calidad de agua EPT define que el estero Limón presenta agua de calidad entre “Mala” y “Regular”, el índice IBF-SV define para todos los puntos de estudios aguas “Regulares pobres”, mientras que el índice BMWP-Col califica el agua “Dudosa” y “Crítica”, estos resultados se sustentan a su vez con los valores obtenidos de los análisis físico químicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Последович, К. (2022). Contaminación de los océanos: causas y consecuencias. Belarusian State University, 332–334. https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/293290/1/posledovich_sbornik28.pdf
2. Palacios Méndez, G. A., & Mamani Alemán, J. C. (2022). Caracterización hidrogeológica, estimación y clasificación hidroquímica de las masas de agua subterránea de la ciudad de Yacuiba. *Ventana Científica*, 12, 32–47. <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica/article/view/1330>
3. Aguirre, M., Lassaga, G., & Tapia, G. (2023). El agua : factor estratégico para la preservación del planeta , los seres vivos y las actividades. *Revista Científica de La Universidad de Belgrano*, 6, 82–94.
4. Fernandez, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química viva*.
5. ONU. (Mayo de 2016). Organización de las Naciones Unidas. Obtenido de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
6. CEPAL. (Mayo de 2016). CEPAL. Obtenido de <http://www.cepal.org/es>.
7. Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E., & Parra, O. (2012). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*.
8. González, S., Ramírez, Y., Meza, A., & Días, L. (2003). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua de quebradas abastecedoras del Municipio de Manizales. *Beletín Científico Centro de Museos, Museos de historia Natural* .
9. Condori Ruiz, D. J., & Huaccanqui Manottupa, N. (2019). Macroinvertebrados bentonicos como indicadores de calidad de agua en el rio Kitamayo-Pisac-Cusco. In *Seminario De Investigación. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*
10. Planificación, S. N. (Mayo de 2023). Secretaría Nacional de Planificación. Obtenido de <https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>
11. EPA. (2023). Condiciones de Calidad de Agua en Estados Unidos. EPA.
12. Ayala, S., Reinoso, W., Calderón, D., Jaramillo, Á., & Mesa, D. (2019). Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca, Colombia) a partir de macroinvertebrados bentónicos. *Avances Investigación en Ingeniería*.
13. Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en colombia . Antioquia: Universidad de Antioquia.
14. Chará-Cerna, A., Chará, J., Zúñiga, M., Pedraza, G., & Giraldo, L. (2010). Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera Colombiana. *Universitas Sentiarum*.
15. Macías, N. (Marzo de 2020). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua en el estero el taco de la microcuenca baja del río Quevedo y su relación con los usos del suelo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
16. Yépez, K. (Febrero de 2021). Influencia de la agricultura en la estructura de comunidades de macroinvertebrados acuáticos del estero Limón, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi. Quevedo, Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.